

P N U M A

A N U A R I O

Un panorama de nuestro  
cambiante medio ambiente

2008



PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Copyright © 2008, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

ISBN: 978-92-807-2880-4

UNEP/GCSS/X/INF/2

DEW/1009/NA

### **Descargos de responsabilidad**

El contenido y los puntos de vista expresados en esta publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista o las políticas de los expertos y organizaciones contribuyentes, o del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y tampoco implican ningún tipo de respaldo.

Las denominaciones empleadas y la presentación del material de esta publicación no implican la expresión de ninguna opinión en absoluto por parte del PNUMA con respecto a la situación legal de ningún país, territorio o ciudad o sus autoridades, o en lo que se refiere a la delimitación de sus fronteras y límites.

La mención de una fundación sin fines de lucro, una empresa comercial o un producto en esta publicación no implica respaldo alguno del PNUMA.

© Mapas, fotos e ilustraciones tal como se especifica.

Photo Credits for Chapter covers:

Global Overview: © F.X. Pelletier/ Still Pictures

Feature Focus: © P. Frischmuth/ Still Pictures

Emerging Challenges: © S. Kazlowski/ Still Pictures

Fotografías de carátulas de capítulos:

Panorama general: © F.X. Pelletier/ Still Pictures

Sección especial: © P. Frischmuth/ Still Pictures

Nuevos desafíos: © S. Kazlowski/ Still Pictures

### **Reproducción**

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte y de cualquier manera para propósitos educativos o sin fines de lucro sin que deba mediar permiso del dueño de los derechos de autor, siempre que se haga referencia a la fuente. El PNUMA agradecerá el recibo de una copia de toda publicación que utilice esta publicación como fuente.

No puede utilizarse esta publicación para reventa o para ningún otro propósito comercial sin la autorización previa por escrito del PNUMA. Las solicitudes para tal autorización, con una descripción del propósito y la intención de la reproducción, deben enviarse a la División de Comunicaciones e Información Pública (DCPI), UNEP, P.O. Box 30552, Nairobi 00100, Kenya.

No se permite el uso de información proveniente de esta publicación relativa a productos patentados para publicidad o propaganda.

Producido por:

División de Evaluación y Alerta Temprana (DEAT)

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

P.O. Box 30552

Nairobi 00100, Kenya

Tel: (+254) 20 7621234

Fax: (+254) 20 7623927

Correo electrónico: [unepub@unep.org](mailto:unepub@unep.org)

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

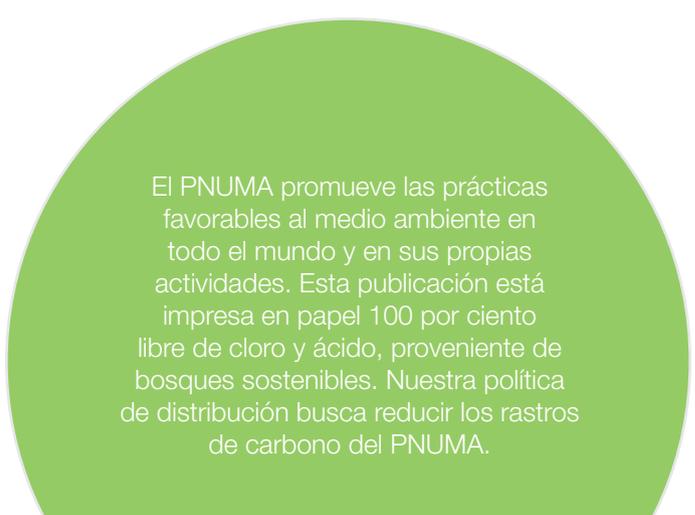
Página web del Anuario del PNUMA: <http://www.unep.org/geo/yearbook>

Editor: Paul Harrison

Diseño gráfico e impresión: Phoenix Design Aid, Dinamarca

Distribución: SMI (Distribution Services) Ltd. Reino Unido

Esta publicación está disponible en Earthprint.com <http://www.earthprint.com>



El PNUMA promueve las prácticas favorables al medio ambiente en todo el mundo y en sus propias actividades. Esta publicación está impresa en papel 100 por ciento libre de cloro y ácido, proveniente de bosques sostenibles. Nuestra política de distribución busca reducir los rastros de carbono del PNUMA.

# P N U M A A N U A R I O

Un panorama de nuestro  
cambiante medio ambiente 2008



# Índice

Prólogo	iii
<b>Panorama general</b>	<b>1</b>
Calendario de acontecimientos seleccionados en 2007	2
Acerca del cambio climático	4
Anomalías y acontecimientos climáticos significativos en 2007	8
Presiones sobre la diversidad biológica	10
Gobernanza ambiental internacional	14
<b>Sección especial: Unir las piezas:</b>	
<b>Utilización de los mercados y las finanzas para combatir el cambio climático</b>	<b>17</b>
Introducción	18
Asumir la responsabilidad	19
Mercados de carbono: límites máximos y comercio	24
El futuro de la comercialización de derechos de emisión	29
El papel de los gobiernos	32
<b>Nuevos desafíos: El metano del Ártico</b>	<b>37</b>
Respuestas del clima en el Ártico	38
Metano proveniente del deshielo del permafrost	39
Metano proveniente de hidratos	41
Cambios en la naturaleza	44
Mirada al futuro	46
Siglas y abreviaturas	49
Reconocimientos	50

# Prólogo

El impulso que ha tomado el tema del cambio climático en 2007 ha sido realmente asombroso, habiendo culminado en la adopción de la Hoja de Ruta de Bali durante las reuniones de la convención en Indonesia. El cambio climático, con sus repercusiones para los ecosistemas en peligro, la estabilidad geopolítica y la seguridad económica, ha dejado de ser una preocupación propia de científicos y negociadores. Ahora se lo reconoce como una cuestión pública de carácter universal que será el centro de atención mundial al menos para una generación.

Este Anuario 2008 del PNUMA presenta algunas de las visiones, cuestiones y sucesos surgidos durante el año 2007, y no debe sorprender que el tema predominante del informe sea el cambio climático. Con sus revelaciones, el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) -establecido por el PNUMA y la Organización Meteorológica Mundial- despejó las dudas acerca de la real existencia del cambio climático y delineó claramente los posibles impactos del mismo.

En consonancia con las conclusiones de otros informes del año 2007, tales como

el 4to informe del PNUMA, Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-4), estas revelaciones puntualizan no sólo los desafíos climáticos sino también otros desafíos mayores planteados por los crecientes cambios ambientales para la integridad de los ecosistemas, el bienestar humano y, en especial, los sistemas socioeconómicos propios de esta era.

El **Panorama general** de este Anuario del PNUMA destaca las recientes revelaciones acerca de las emisiones de carbono en aumento, e incluye cuestiones como la creciente acidificación del océano, las variaciones en los patrones climáticos y el derretimiento del hielo a nivel mundial, con sus efectos en la elevación del nivel del mar. Dicho Panorama también examina las presiones cada vez mayores sobre la diversidad biológica, suministra una guía rápida para comprender algunos sucesos ambientales significativos y anomalías climáticas durante 2007, y ofrece una visión de los progresos en la gobernanza ambiental internacional.

La **Sección especial** de este Anuario brinda mayores precisiones sobre el tema 'medio ambiente y globalización', el cual fuera objeto de tratamiento en la Sección especial de 2007. En esta oportunidad se

examina la forma en que los mercados y otros mecanismos financieros fueron concebidos y probados durante la última década bajo la conducción de la ONU, la sociedad civil y los sectores financieros y de negocios, con el objeto de responder a la crisis del cambio climático. El mercado del carbono en evolución es uno de dichos mecanismos, el cual ofrece valiosas enseñanzas para los gobiernos acerca de cómo unir las piezas y desarrollar incentivos políticos eficaces que respalden la transición hacia una economía ambientalmente racional. Las demandas de eficiencia e innovación en el consumo y producción que surjan a partir de esta transición ofrecen oportunidades extraordinarias. Y son extraordinarias puesto que tienen el potencial de trascender todas las estructuras ambientales, económicas, sociales y de seguridad del mundo actual. Para encararlas satisfactoriamente, necesitamos aprender del ingenio con el que se crean nuevas herramientas y se conforman enfoques novedosos en un mercado en rápido proceso de globalización.

El impacto del cambio climático en los sistemas físicos y biológicos en el Ártico está bien documentado: el Ártico,

componente clave del régimen climático mundial, tiene un ritmo de calentamiento que casi duplica al del resto del mundo. Las revelaciones desarrolladas en **Nuevos desafíos** confirman que los principales mecanismos de respuesta activos en el Ártico contribuyen a una mayor liberación de metano, potente gas de efecto invernadero, a partir del deshielo del permafrost y los depósitos oceánicos de hidrato, los cuales podrían ser explotados como una fuente limpia de combustible. A escala regional, es muy probable que los mecanismos de respuesta que amplifican el calentamiento sigan activos en los próximos cien años, de suerte que la liberación continuada de metano en el Ártico resulte inevitable. En virtud del desconocimiento acerca de su cantidad y ritmo, las emisiones de metano provenientes del deshielo de la región ártica constituyen un factor imprevisible al momento de considerar los riesgos del cambio climático.

El Anuario del PNUMA busca ser el puente entre la ciencia y la elaboración de políticas y, en esta tarea, tiene como objetivo informar a los ministros de medio ambiente y otros responsables de la toma de decisiones acerca del

surgimiento de nuevas cuestiones de importancia para el medio ambiente mundial. Entre las consideraciones políticas identificadas por el Anuario del PNUMA se incluyen el incremento de inversiones en investigaciones sobre el clima y la energía, la creación de alianzas estratégicas para el conocimiento y el desarrollo de respuestas a nivel mundial que faciliten una transición estable hacia una economía baja en carbono y ambientalmente racional.

El lector habrá notado el cambio de nombre del anuario a Anuario del PNUMA. Esta modificación tuvo el propósito de reflejar mejor la amplia participación de los expertos del PNUMA en la producción del Anuario. Hemos simplificado el conjunto del contenido, a fin de asegurarnos el tratamiento oportuno de los sucesos ambientales más significativos, una vez que el año llega a su fin. Esto nos permite ofrecer en su integridad el Anuario del PNUMA en todos los idiomas de la ONU. Espero que este Anuario 2008 del PNUMA resulte informativo y estimule provechosos debates en ocasión de la 10ª Sesión del Consejo de Administración/Foro Mundial de Ministros del Medio Ambiente. Como siempre, los comentarios de los lectores serán muy apreciados.



  
Achim Steiner

Secretario General Adjunto de las Naciones  
Unidas y  
Director Ejecutivo,  
Programa de las Naciones Unidas para el Medio  
Ambiente

# PANORAMA GENERAL



Calendario de acontecimientos seleccionados en 2007  
Acercado del cambio climático  
Anomalías y acontecimientos climáticos significativos en 2007  
Presiones sobre la diversidad biológica  
Gobernanza ambiental internacional

# Calendario de acontecimientos seleccionados en 2007

## ENERO

**10 de enero** El Instituto Worldwatch en su informe "Estado del Mundo 2007" sostiene que la urbanización caótica y acelerada perjudica gravemente la salud de las personas y el medio ambiente. Para el año 2008 la mitad de la población mundial (6 600 millones de personas) vivirá en ciudades.

**22 de enero** La Alianza para la Acción por el Clima de Estados Unidos, grupo de empresas prominentes y organizaciones ambientales líderes, solicita al gobierno federal de los Estados Unidos que sancione rápidamente una legislación nacional firme que exija reducciones significativas de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

**30 de enero** El Servicio Mundial de Vigilancia de Glaciares informa que entre 2000 y 2005 la velocidad de deshielo de los glaciares de montaña aumentó 1,6 veces en comparación con la de los años noventa y 3 veces con relación a la de los ochenta, y atribuyó gran parte de este cambio acelerado al cambio climático causado por las actividades humanas.



DELOBELLE JEAN-PIERRE / SNI Pictures

## FEBRERO

**12 de febrero** Brunei Darussalam, Indonesia y Malasia firman una declaración histórica para conservar el "Corazón de Borneo". Esta declaración multilateral está dirigida a la conservación y el manejo sostenible de uno de los centros de diversidad biológica más importantes del mundo.

**15-17 de marzo** Ministros de Medio Ambiente del G8 se reúnen con representantes de Brasil, China, India, México, Sudáfrica, la Comisión Europea, la ONU y la UICN en Potsdam para debatir acerca de los desafíos mundiales que representan el cambio climático y la pérdida de la diversidad biológica. Los 13 ministros convinieron una "Iniciativa de Potsdam" que calculará los costos económicos de las especies en extinción.



FANCOIS XAVIER PELLETIER / WWF

**22 de marzo** Día Mundial del Agua. El informe "Los ríos más importantes del mundo en riesgo" publicado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) indica que los principales ríos de todos los continentes se ven amenazados por las represas, la contaminación, la pesca en exceso, las especies invasoras, la extracción excesiva de agua o el cambio climático.

## ABRIL

**17 de abril** El Consejo de Seguridad de la ONU debate por primera vez acerca del cambio climático. El encuentro se centró en el impacto que provoca el cambio climático en la paz y la seguridad. Mientras algunos participantes cuestionaron la función del Consejo en esta materia, otros incitaron a la ONU a considerar la realización de una cumbre mundial.

## JUNIO

**1º de junio** Entra en vigencia el reglamento de la UE sobre Registro, Evaluación y Autorización de Sustancias Químicas (REACH), cuya negociación llevó más de cuatro años. Este repercute en diversos sectores industriales, desde los fabricantes de sustancias químicas hasta los usuarios finales de productos químicos.

**7 de junio** Seis de los ocho países industrializados más grandes del mundo acuerdan "reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> por lo menos a la mitad para el año 2050" y lograrlo en forma conjunta. Rusia y los Estados Unidos son los únicos miembros del G8 que se resisten. Como una solución de compromiso, los ocho países acordaron en reducir "sustancialmente" dichas emisiones.

**8 de junio** El gobierno ruso crea Zov Tigra, el primer parque nacional para tigres siberianos, luego de años de labor de promoción y conservación realizada por el WWF y grupos ambientalistas locales.



J.MALLWITZ / SNI Pictures

**22 de junio** El PNUMA lanzó el informe Sudán: Evaluación ambiental de posguerra, que demuestra que la paz y los medios de vida en Darfur y el resto de Sudán están intrínsecamente relacionados con los desafíos ambientales. Dicho informe exhorta a las organizaciones líderes del ámbito nacional y local a priorizar la conciencia ambiental y las oportunidades de gestión sostenible.

**12 de julio** México anuncia su plan de plantar 250 millones de árboles en 2007, el cual representa el mayor compromiso asumido por un país en respuesta a Plantemos para el Planeta: Campaña de los Mil Millones de Árboles del PNUMA.

**31 de julio** El Departamento Forestal del Gobierno de Uttar Pradesh, el Estado más poblado de la India, planta 10 millones y medio de árboles en un solo día.



POU GUNING / SNI Pictures

## AGOSTO

**9 de agosto** Ministros y altos funcionarios de medio ambiente y salud de países del sudeste y este asiático ratifican la Declaración de Bangkok sobre el medio ambiente y la salud en un esfuerzo colectivo por reducir las 6 600 000 muertes anuales estimadas en Asia causadas por diversos riesgos ambientales que afectan la salud.

## OCTUBRE

**1º de octubre** El Centro Nacional de Datos sobre Nieve y Hielo de los Estados Unidos anuncia que el hielo del mar Ártico durante la temporada de deshielo del año 2007 registró los niveles más bajos desde que comenzaron las mediciones satelitales en 1979.



SYLVAIN CORDIER / SNI Pictures

**1º-3 de octubre** Los participantes de la Conferencia de Davos sobre Cambio Climático y Turismo en Suiza coinciden en que el sector del turismo debe reducir sus GEI, adaptar las actividades comerciales y los destinos a fin de modificar sus prácticas, aumentar la eficiencia energética y obtener recursos financieros para asistir a las regiones y países pobres.

**11 de octubre** La Agencia Europea de Medio Ambiente publica su cuarta evaluación sobre la situación ambiental en 53 países, en la cual destaca la gran contaminación del aire, la pérdida de diversidad biológica y la mala calidad del agua en toda la región. Este informe sostiene que la contaminación del aire podría reducir en un año la expectativa de vida de los habitantes de Europa Central y Occidental.

**12 de octubre** El ex Vicepresidente Al Gore y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático reciben en forma conjunta el Premio Nobel de la Paz, con motivo de su labor en pos de construir y difundir un mayor conocimiento acerca del cambio climático causado por las actividades humanas y de sentar las bases para las medidas necesarias a fin de contrarrestar dicho cambio.

## NOVIEMBRE

**1º de noviembre** Científicos informan que los incendios forestales de California que destruyeron más de 2 000 hogares en octubre emitieron alrededor de 8 millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en sólo una semana, lo que equivale a cerca de un cuarto del total mensual de emisiones de combustibles fósiles de California.

**12-17 de noviembre** El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático publica el resumen de su Cuarto Informe de Evaluación, el cual estudia los cambios e impactos climáticos, las opciones de adaptación y escenarios futuros.

**20 de noviembre** La República Democrática del Congo anuncia el establecimiento de la Reserva Natural Sankuru para proteger a los bonobos, una de las razas de simios más emparentadas con el ser humano. La creación de la reserva de 30 570 kilómetros cuadrados surge de la asociación con grupos de conservación y organismos gubernamentales estadounidenses y congoleños.



MATT ARTZ

**26 de febrero** Un nuevo estudio publicado en los Anales de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos sostiene que el comercio ilegal de marfil ha alcanzado un nivel sin precedentes en dos décadas, el cual amenaza con socavar los esfuerzos para salvar al elefante africano de su extinción.



MARTIN HARVEY / SINI PICTURES

**26 de febrero** En la 79ª ceremonia de los Premios de la Academia, el Oscar al Mejor Documental fue adjudicado al director y los productores de la película "An Inconvenient Truth" (Una verdad incómoda), el documental del ex Vicepresidente Al Gore que alerta acerca de los riesgos del cambio climático.

**27 de febrero** China establece el objetivo de aumentar el uso de energía renovable, especialmente energía eólica y biomasa, de un 10 a un 20 por ciento del consumo total de energía para el año 2020, a fin de satisfacer la demanda creciente y reducir el efecto invernadero.

## MARZO

**8 de marzo** En la reunión del Consejo Europeo de Primavera de los jefes de gobierno de la Unión Europea (UE), los 27 miembros de la UE aprueban un nuevo objetivo para reducir sus emisiones colectivas de GEI en un 20 por ciento en el año 2020 con respecto al nivel de 1990. En la actualidad, Europa genera el 15 por ciento de las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

**20 de abril** Más de 600 líderes y expertos en negocios asisten al Foro Empresarial Mundial para el Medio Ambiente en Singapur, el primero de este tipo que se realiza en Asia. Este evento creó conciencia acerca de la responsabilidad ambiental empresarial y de cómo el sector privado puede abordar los desafíos del cambio climático.

**24 de abril** Entre los seis ganadores del prestigioso Premio Ambiental Goldman se encuentran un agricultor irlandés encarcelado por oponerse a un gasoducto de Shell Oil que atravesaría su propiedad, y un empresario islandés que salvó salmones silvestres del Atlántico Norte negociando la compra de innovadores derechos de pesca.

## MAYO

**14-17 de mayo** Líderes de gobiernos municipales y empresas de más de 30 ciudades importantes del mundo se reúnen en Nueva York con motivo de la segunda Cumbre Climática de Grandes Ciudades (C40). Mediante un comunicado conjunto, todas las ciudades participantes solicitan a los gobiernos nacionales que las facilen para afrontar el cambio climático.

**16 de mayo** China se asocia al PNUMA y a las Secretarías de varios Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente para lanzar un programa contra el tráfico ilegal de clorofluorocarbonos y otras sustancias agotadoras del ozono. La iniciativa apunta a la capacitación de funcionarios de aduanas para afrontar el desarrollo de una industria criminal contra el medio ambiente, valuada en decenas de miles de millones de dólares estadounidenses al año.

**28 de mayo** El Ministro de Medio Ambiente de la India anuncia que las políticas actuales relativas al medio ambiente, junto a la eficiencia en la energía, medidas de conservación, reformas en el sector energético, reemplazo de combustibles por energías más limpias, y esfuerzos de forestación permitirán que la India reduzca emisiones en más del 25% para el año 2020.

**28 de junio** El Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos anuncia que el águila calva se ha recuperado y ya no se encuentra en su lista de especies en peligro y amenazadas, al igual que varios segmentos de la población de lobos grises que habita en los Grandes Lagos del Oeste y la población de osos grizzly de Yellowstone.



ALLOPS THEO / SINI PICTURES

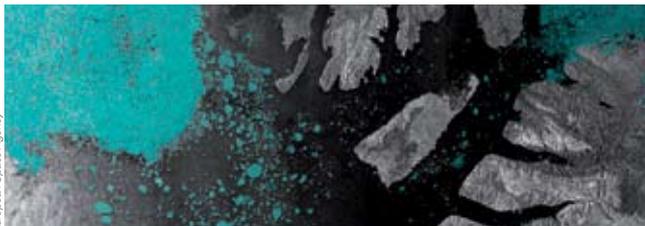
## JULIO

**1º de julio** China, el mayor productor mundial de CFC y halones, cierra cinco de las seis plantas que le quedaban, lo que adelanta al país en dos años y medio al plazo del año 2010 establecido en el Protocolo de Montreal para que los países en desarrollo supriman estas dos sustancias químicas agotadoras del ozono.

**1º de julio** La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico publica su primera reseña sobre el desempeño ambiental de China, en la cual destaca que el rápido desarrollo económico, la industrialización y la urbanización han contribuido a generar mayores presiones sobre el medio ambiente, a perjudicar significativamente la salud humana y a agotar los recursos naturales.

**6 de julio** En la Cumbre de Líderes del Pacto Mundial de la ONU, los principales ejecutivos de 153 empresas de todo el mundo se comprometen a acelerar acciones relativas al cambio climático y exhortan a los gobiernos a acordar medidas para asegurar mecanismos comerciales viables e inclusivos a partir del año 2012 cuando finalice el período de compromiso del Protocolo de Kyoto.

**28 de agosto** Científicos informan que el Pasaje Noroeste, la ruta marítima que recorre la costa del Ártico en América del Norte y suele estar congelada, está apta para la navegación. Nunca había tenido tan poco hielo desde que comenzaron los monitoreos en el año 1972.



European Space Agency

## SEPTIEMBRE

**20 de septiembre** Remotos bosques nubosos en Vietnam, cientos de atolones en Micronesia y manglares en El Salvador figuran entre los 23 ecosistemas agregados por la UNESCO a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera, constituida para luchar contra la pérdida de la diversidad biológica y promover el desarrollo sostenible con el fin de asistir a las comunidades locales.

**24 de septiembre** El Secretario General de la ONU, Ban Ki-moon, convoca al mayor encuentro de líderes mundiales que haya tenido lugar para tratar el cambio climático, en la sede de las Naciones Unidas de Nueva York. Ban Ki-moon instó a los principales funcionarios de 150 países a forjar una coalición para acelerar la respuesta global a una cuestión que consideró una de sus prioridades.

**25 de octubre** Luego de cinco años de consulta intensiva con las partes interesadas de todas las regiones del mundo, el PNUMA lanza su 4º informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial titulado "Medio ambiente para el desarrollo", el cual revela conclusiones acerca del estado del medio ambiente y destaca cuestiones emergentes que requieren políticas que las contemplen.

**25 de octubre** El gobierno canadiense anuncia la creación de un Área Nacional de Conservación Marina que incluye 10 000 kilómetros cuadrados del Lago Superior. Ésta será el área protegida de agua dulce de mayor extensión en el mundo.

**26 de octubre** Nueve países africanos firman un nuevo acuerdo para proteger mejor a los gorilas, en una reunión celebrada en París, organizada por el gobierno de Francia y el Convenio sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (CMS).

**30 de octubre** Un informe publicado por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil muestra un resurgimiento de los índices de deforestación en la Amazonía en comparación con los niveles anteriores al año 2004. En diciembre el Ministro de Medio Ambiente sostiene que, si bien los niveles de deforestación aumentaron de 0,5% en 1976 a 17% en 2006, los índices han disminuido en un 20% en el último año registrado.



MARK EDWARDS / STILL PICTURES

**27 de noviembre** Los ministros de pesca de la UE convinieron un plan de reconstitución plurianual de las reservas de atún rojo, especie de pez de alto costo que se encuentra amenazada y se suele utilizar para preparar sashimi y sushi. En septiembre la Comisión Europea cerró hasta el año 2008 las pesquerías de la UE que pescaban atún rojo, luego de descubrir que ya se había agotado su cuota anual de 16 779,5 toneladas métricas.

**28-30 de noviembre** Se realiza un simposio en Hawái para conmemorar el 50º aniversario del registro mundial de CO<sub>2</sub>. Este simposio destacó la importancia de contar con registros mundiales a largo plazo que faciliten a la sociedad el manejo de su trayectoria al futuro.

## DICIEMBRE

**3 de diciembre** El nuevo Primer Ministro de Australia, Kevin Rudd, anuncia que su país ha firmado y ratificado el Protocolo de Kyoto. En virtud de este tratado, Australia tiene el objetivo de limitar las emisiones de GEI durante el período de compromiso de 2008 a 2012, a niveles no superiores a un 108 por ciento de los registrados en 1990. No obstante, Rudd advierte que Australia probablemente supere este objetivo en un uno por ciento.



ISD / EARTH NEGOTIATIONS BULLETIN

**3-14 de diciembre** La Cumbre de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático que tuvo lugar en Bali acordó la Hoja de Ruta de Bali que prevé un proceso de negociaciones para los próximos dos años a fin de lograr un consenso para un acuerdo post 2012.

# Panorama general

En el año 2007, la preocupación por el cambio climático ha captado la atención de todo el mundo. El Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático despejó toda duda razonable acerca del alcance y los riesgos de un clima cambiante. Las consecuencias sobre la diversidad biológica son particularmente alarmantes dado que la influencia que ejercen diversas actividades humanas, tales como la deforestación, la pesca de arrastre de fondo y la producción de biocombustible, constituye una amenaza a los ecosistemas.



Cientos de vehículos en las calles de Jinan, China, avanzan a través de la espesa niebla urbana, la contaminación del aire y la habitual congestión de tránsito. En 2007, China experimentó un aumento masivo en la venta de automóviles, según informó la Asociación de Fabricantes de Automóviles de China.

Fuente: Sinopictures / Still Pictures

## ACERCA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El Cuarto Informe de Evaluación (IE4) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) se difundió en cuatro publicaciones durante el año 2007. El informe del Grupo de Trabajo 1 del IPCC cubrió los conocimientos científicos, el Grupo de Trabajo 2 abordó los impactos y los problemas de adaptación, en tanto que el Grupo de Trabajo 3 analizó la economía y las opciones de mitigación. Finalmente, a fines de noviembre, el IPCC publicó su Informe de Síntesis de toda la evaluación. Cada publicación fue aumentando la conciencia mundial acerca de los problemas ocasionados por el cambio climático (IPCC 2007a-d). Asimismo, este año presencié una circulación constante de informes de fuentes económicas, de desarrollo y ambientales que hicieron hincapié en cómo podría afectar el cambio climático los intereses y objetivos de diversos sectores (por ejemplo, Christian Aid 2007, International Alert 2007, UNDP 2007, Lehman Brothers 2007, Oxfam 2007).

## Concentraciones atmosféricas de Gases de Efecto Invernadero en aumento

El IE4 tuvo en cuenta las investigaciones científicas publicadas formalmente a principios del año 2006. Desde entonces el Global Carbon Project, un consorcio internacional de programas de investigación creado para estudiar el ciclo del carbono de la Tierra, ha publicado hallazgos que sostienen que el ritmo de crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> aumenta a una velocidad mayor que la prevista aun en la hipótesis de uso más intensivo de combustibles fósiles considerada por el IPCC (Canadell y otros 2007, IPCC 2007a). De 1990 a 1999 el ritmo de crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> promediaba el 1,1 por ciento anual, en tanto que de 2000 a 2005 dicho ritmo aumentó al 3,3 por ciento anual (Raupach y otros 2007).

El uso de la energía se caracteriza por índices constantes o apenas crecientes de intensidad de carbono tanto en países desarrollados como en aquellos en desarrollo. Ninguna región está reduciendo el carbono de sus fuentes energéticas mientras que aumentan la población y el PBI per cápita. (Canadell y otros 2007, USCCP 2007).

El ritmo de crecimiento de dichas emisiones es mayor en los países en desarrollo de rápida industrialización, especialmente en China. Si bien los países en

## Cuadro 1: Océanos ácidos

Si los océanos de la Tierra no absorbieran casi la mitad de la sobrecarga de carbono que emiten a la atmósfera las actividades humanas, los efectos del cambio climático serían aún peores. No obstante, esta carga de carbono modifica los océanos alterando el equilibrio de su pH, es decir, su nivel de acidez o alcalinidad.

Normalmente los océanos son levemente alcalinos pero cuando el CO<sub>2</sub> se disuelve en el agua marina, se liberan iones de hidrógeno (H<sup>+</sup>). Cuanto más CO<sub>2</sub> se disuelve, mayor es la concentración de H<sup>+</sup>, lo cual aumenta la acidez. Los investigadores entienden que los océanos no han estado absorbiendo dióxido de carbono en los niveles actuales durante quizás 20 millones de años. En aquellos años, la vida marina se desarrollaba en aguas levemente alcalinas con un pH de 8,0 a 8,3.

Solo recientemente se ha reconocido el efecto que produce la acidificación de los océanos en los ecosistemas y organismos marinos que los habitan. Las criaturas más amenazadas son los moluscos (ostras, almejas, mejillones y caracoles de mar) que segregan carbonato de calcio para construir sus conchas, y los pólipos celenterados que fabrican complejos arrecifes de corales.

Con el ritmo actual de emisiones antropógenas de CO<sub>2</sub>, hacia fines del siglo XXI la acidificación de los océanos habrá inhibido por completo el procesamiento de calcio que necesitan para sobrevivir los moluscos y el plancton calcáreo. Asimismo, los arrecifes de corales podrían colapsar. Los ecosistemas multifacéticos que mantienen estos arrecifes, hábitat donde se crían muchas especies de peces marinos, sólo sobrevivirán en las fotos.

Fuente: UNEP 2007, Plymouth Marine Laboratory 2007, Stone 2007.

desarrollo (con el 80% de la población humana) fueron responsables por el 73 por ciento del aumento de emisiones durante el año 2004, les corresponde el 41 por ciento de las emisiones totales de dicho año y sólo un 23 por ciento de las emisiones mundiales acumuladas desde los comienzos de la industrialización (Raupach y otros 2007).

La concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> está aumentando por otro motivo alarmante: la absorción de CO<sub>2</sub> por parte de los océanos está disminuyendo (Canadell y otros 2007). Desde que comenzaron a registrarse las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> en 1957, los científicos que rastreaban las fuentes y sumideros del ciclo de carbono descubrieron que los océanos habían funcionado como grandes sumideros de las emisiones antropógenas de dióxido de carbono. Éstos absorbieron casi la mitad de todas las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de combustibles fósiles y otras fuentes industriales desde 1800, y en la actualidad aún absorben entre un 25 y un 30 por ciento. (Sabine y otros 2004) (**Cuadro 1**).

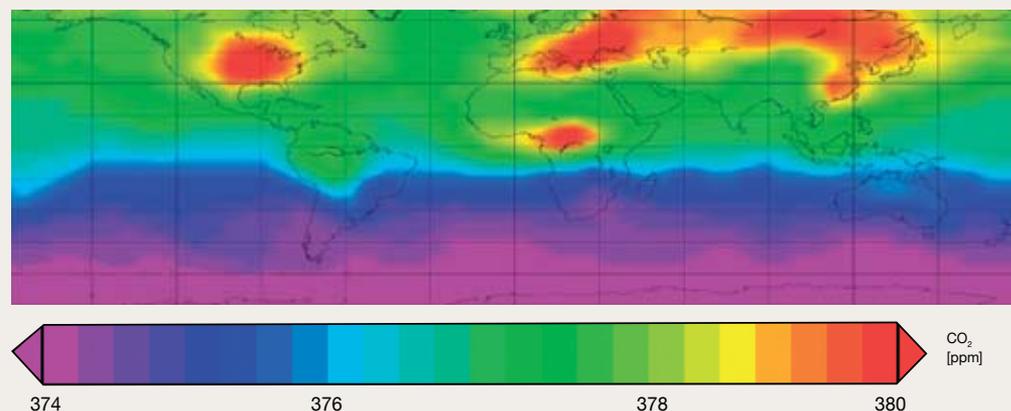
Un estudio analizó observaciones realizadas desde buques en el Atlántico Norte, una región considerada como de gran capacidad de absorción debido a la importante circulación vertical resultante de la densidad del agua a bajas temperaturas y su alta salinidad. Se descubrió que la absorción de CO<sub>2</sub> en la región estudiada se redujo en más de un 50 por ciento entre mediados de los años noventa y el período 2002-2005. Se atribuye esta disminución a una circulación menos vertical y a una reducción de la capacidad de amortiguación de las aguas superficiales, producto del aumento de las concentraciones de carbono en los océanos. (Schuster y Watson 2007).

Otro estudio sostiene que la capacidad de absorción anual de CO<sub>2</sub> del Océano Antártico se redujo en 80 millones de toneladas métricas por década entre 1981 y 2004, en comparación con su capacidad promedio



Jardín de corales blandos *Dendronephthya*, Fiji  
Fuente: Paul Humann/ fishid

**Figura 1:** El rastreador de carbono (Carbon Tracker) muestra las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub>



El rastreador de carbono (Carbon Tracker) es una herramienta que controla el flujo de carbono de procesos industriales y biológicos en escalas que van desde el nivel mundial y regional al de las ciudades. El monitoreo comenzó en el año 2000 cuando una barra graduada del mismo color cubría de 368 a 372 partes por millón. El último conjunto de datos completos corresponde a 2005 cuando una barra de diversos colores abarcaba de 374 a 380 partes por millón. Esta herramienta fue desarrollada por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA) para su primer informe sobre el estado del ciclo del carbono del Programa de Ciencia de Cambio Climático de los Estados Unidos, que se publicó en noviembre de 2007. La fracción molar (ppm) de CO<sub>2</sub> promedio de la columna para el año 2005 se calculó a partir del modelo del rastreador de carbono de la NOAA (véase: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/carbon-tracker/>). Las regiones de color azul poseen bajo CO<sub>2</sub> relativo, mientras que las de color rojo tienen una cantidad relativa alta de CO<sub>2</sub>.

Fuente: NOAA Research 2007, USCCSP 2007

de absorción de entre 100 y 600 millones de toneladas métricas al año. Esta disminución puede atribuirse a cambios en la distribución de los vientos, los que están ahora inhibiendo la distribución de CO<sub>2</sub> desde la superficie a las profundidades oceánicas (Le Quere y otros 2007). Ambos estudios consideran causas complejas e interconectadas para los fenómenos que analizan, pero el cambio climático constituye un factor significativo en sus explicaciones.

La Organización Meteorológica Mundial publicó las cifras de las concentraciones atmosféricas de GEI en 2006 que contienen los niveles de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O más altos que se hayan registrado, mientras que las concentraciones de metano se mantienen estables (WMO 2007) (**Cuadro 1**). Los mayores niveles de concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> caracterizan un ciclo del carbono que está provocando cambios climáticos antes de lo esperado y con mayor intensidad. (Canadell y otros 2007) (**Figura 1**).

### Distribución de las precipitaciones y actividad de tormentas

Estudios publicados recientemente han atribuido los cambios en la humedad y las precipitaciones a nivel mundial a la influencia de las actividades humanas (Willett y otros 2007, Zhang y otros 2007). Los cambios

son superiores a los estimados en simulaciones de modelos. Es posible que ya hayan afectado de manera significativa a los ecosistemas, la agricultura y la salud humana en regiones sensibles a los cambios en las precipitaciones, tales como el Sahel (Zhang y otros 2007). Las variaciones en la distribución de las precipitaciones y la humedad constituyen factores importantes que influyen sobre el estrés calórico sufrido por los seres humanos, la hidrología superficial, la integridad de los ecosistemas y la distribución geográfica e intensidad de las tormentas (Willett y otros 2007).

### Cuadro 1: Tendencias en la abundancia de GEI

Promedio de la abundancia mundial de gases de efecto invernadero clave a lo largo de los doce meses de 2006 y en relación con tendencias históricas.

	CO <sub>2</sub> (ppm)	CH <sub>4</sub> (ppmm)	N <sub>2</sub> O (ppm)
<b>2006 (nivel mundial)</b>	381,2	1785	320,1
<b>2006 en relación con 1750**</b>	136%	255%	119%
<b>Aumento anual promedio desde 1997</b>	1,93	2,4	0,76

\*\*Asumiendo una relación de mezcla preindustrial de 280 ppm para CO<sub>2</sub>, 700 ppm para CH<sub>4</sub> y 270 ppmm para N<sub>2</sub>O.

Fuente: WMO GHG Bulletin 2007

De conformidad con las expectativas de muchos científicos acerca del clima cambiante, este año hubo muchas tormentas e inusuales patrones climáticos, aunque dos eventos merecen especial atención, al ilustrar el valor de la alerta temprana y la preparación para casos de desastre.

El ciclón tropical Gonu fue la tormenta más fuerte registrada en el Mar Árabe, donde muchos sistemas de tormentas se disipan al acercarse a la árida Península Arábiga, igualando la mayor tormenta que se haya registrado en todo el Océano Índico Norte que incluye la Bahía de Bengala, donde los ciclones son bastante habituales (JTWC 2007, NASA 2007). Ante esta tormenta, se cerraron las plataformas petrolíferas y algunas fueron evacuadas. En Omán se evacuaron 20 000 personas de la capital, Mascate, y su periferia, así como también la población completa de dos islas. Se los albergó en viviendas suministradas por el gobierno con provisiones y medicamentos. En Irán se evacuaron 40 000 personas de las regiones costeras.

Hubo también una movilización total de la Media Luna Roja iraní y del Grupo de Trabajo Nacional sobre Desastres. Ambos países pudieron controlar bien la situación (ReliefWeb 2007a).

En noviembre, el ciclón tropical Sidr penetró en la costa occidental del Delta del Ganges. Azotó la zona costera baja más poblada del mundo, la cual tiene un importante historial de víctimas de tormentas anteriores a causa de inundaciones directas y mareas de tormentas. En 1970, una tormenta penetró en la costa en la misma zona y causó 300 000 muertes. Fue



Un niño bangladesí camina con su bicicleta por el devastado mercado de la ciudad de Sarankhola luego del paso del Ciclón Sidr. Se evacuaron más de 2 millones de personas antes de que Sidr azotara las zonas costeras bajas. Si bien el número de víctimas fatales fue relativamente bajo considerando la gravedad del ciclón, más de 4 millones de personas quedaron en la ruina.

Fuente: Ruth Fremson/ The New York Times

uno de los desastres naturales más devastadores de la historia moderna. Otras 138 000 personas fallecieron en 1991 por un ciclón similar. Esta vez, alrededor de de 3 000 personas perdieron sus vidas, pero millones perdieron sus medios de vida, lo que demuestra que realmente vale la pena hacer inversiones importantes en la preparación para casos de desastre, no obstante ello implique importantes desafíos (ReliefWeb 2007b).

En la última década, la relación entre la actividad de los huracanes en el Atlántico Norte y el cambio climático ha sido objeto de fervientes debates. Se reconoce la correlación entre la temperatura de la superficie del mar y los ciclos de la Oscilación Meridional de El Niño. Los investigadores sugieren ciclos de 10, 12 y 40 años (Goldenberg y otros 2001, NASA 2001). En el año 2007, científicos del Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas de los Estados Unidos notaron que la ocurrencia de huracanes en la cuenca atlántica se había duplicado desde 1900. Detectaron tres etapas en el aumento de las tormentas tropicales, con el año 1995 como el umbral del crecimiento más reciente y una estrecha correlación con el aumento de las temperaturas de la superficie del mar. La relación entre huracanes y tormentas (alrededor del 55 por ciento) permanece igual dado que el total ha aumentado. Sin embargo, ha aumentado significativamente la proporción de huracanes fuertes, es decir, aquellos con vientos de velocidades superiores a los 175 kilómetros por hora (Holland y Webster 2007).

Las temporadas activas de huracanes de 2004 y 2005 en el Atlántico Norte desataron un aumento significativo de las investigaciones acerca de las variables que afectan la formación de huracanes. El hecho de que las temporadas de 2006 y 2007 hayan sido relativamente benignas podría explicarse por la influencia de las tormentas de polvo masivas que se forman en el Sahara de mayo a agosto y avanzan hacia el oeste llevando aire muy seco a la cuenca atlántica. Este aire seco absorbe la humedad y el calor del aire cercano a la superficie del océano y disminuye la velocidad de los vientos. Asimismo, el polvo puede proteger la superficie del océano del sol directo de verano, lo que le permite enfriarse (Evan y otros 2006, Klotzbach y Gray 2007).

### El deshielo y la elevación acelerada del nivel del mar

Los niveles del mar también se están elevando más rápido de lo esperado. El IE4 del IPCC consideró que la



El ciclón Gonu dejó un sendero de destrucción: inundó las calles, derribó cables de electricidad, perjudicó el suministro de agua y afectó la infraestructura costera.

Fuente: Dilip Correa/ Daijiworld.com

dilatación térmica de los océanos y el derretimiento de los glaciares constituyen las causas del actual crecimiento del nivel del mar, y sostuvo que el aporte del derretimiento del manto de hielo continental de Groenlandia y la Antártida es pequeño (IPCC 2007c). En la actualidad, el deshielo es el causante de la mayor parte del aumento del nivel del mar observado no atribuible a la dilatación proveniente del calentamiento de los océanos. Al menos el 60 por ciento del deshielo proviene de los glaciares y de los casquetes glaciares (áreas de hielo terrestre que cubren menos de 50 000 km<sup>2</sup>) más que de los dos mantos de hielo continentales (Meier y otros 2007).

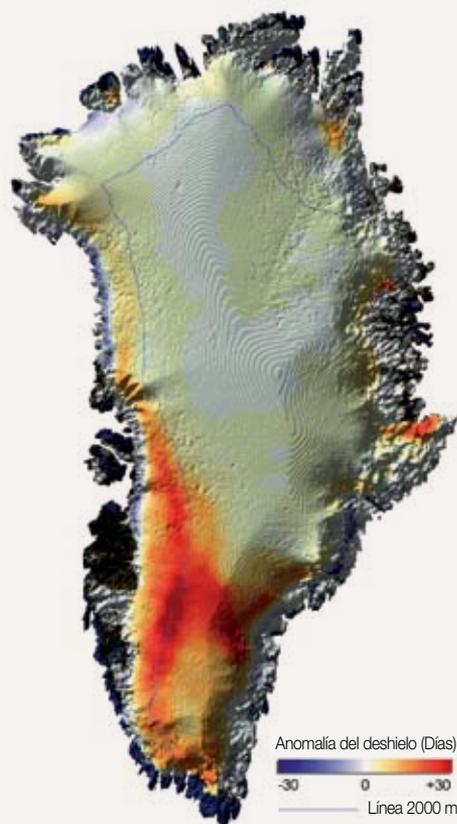
El aporte de estos glaciares y casquetes glaciares se ha acelerado desde fines de los años noventa, debido en parte a la vasta reducción y retroceso de los glaciares que desembocan en el océano. Es probable que se acelere la pérdida de hielo de los glaciares que desembocan en los mares debido a las inestabilidades dinámicas que se producen cuando se debilita el contacto submarino entre el glaciar y el lecho marino, lo que permite que el hielo continental se desprenda rápidamente y drene el agua subglaciar. Dichas inestabilidades no están bien representadas en los modelos climáticos y presentan la posibilidad de un aumento adicional del nivel del mar. Esta aceleración del deshielo de los glaciares puede causar un aumento adicional del nivel del mar de 0,1 a 0,25 metros hacia el año 2100, más allá del estimado en el IE4 (Meier y otros 2007). No obstante, ya existen inventarios sobre la pérdida de glaciares en todo el mundo, confeccionados sobre la base de un modelo que toma como paradigma el bien documentado caso de los Alpes. Los cálculos indican que los glaciares de los Alpes europeos perdieron casi la mitad de su volumen

total entre los años 1850 y 1975, otro 25 por ciento de la cantidad restante, entre 1975 y 2000, y entre el 10 y el 15 por ciento adicional del remanente, en el período de 2000 a 2005 (Haeberli y otros 2007).

Los investigadores aún no pueden incorporar los cambios de las dinámicas de los mantos de hielo continentales en sus modelos. Estos cambios son, por ejemplo, los efectos de corrientes marinas más cálidas que fluyen por debajo de las barreras de hielo y provocan su reducción e inestabilidad, y los efectos del agua de deshielo que se filtra a través de las columnas verticales de hielo, o molinos glaciares, lubricando el contacto entre el hielo y la roca de la base del manto continental.

La lubricación del agua subglaciar reviste particular importancia en las partes del manto de

**Figura 2:** Temporada de deshielo del manto continental de Groenlandia en 2007



La figura muestra la cantidad de días de deshielo registrados en Groenlandia en 2007. Las áreas que registran más de 20 días de deshielo por sobre el promedio figuran en color rojo (Tedesco 2007).

hielo continental de Groenlandia donde el tiempo de deshielo se extendió de 25 a 30 días más en 2007 que en el promedio observado en los 19 años anteriores. Según los hallazgos más recientes, el año 2007 marcó un aumento general en la tendencia de deshielo de todo el manto continental de Groenlandia, mientras que el deshielo en las áreas de gran altitud superó el promedio de todos los registros previos en un 150 por ciento. (Tedesco 2007) (Figura 2).

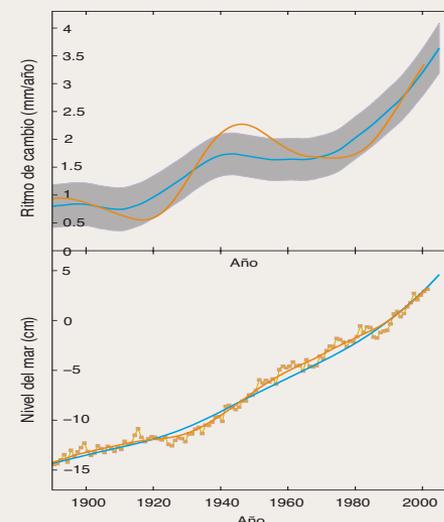
Los datos demuestran que toda la Antártida también está perdiendo masa. La pérdida combinada de Groenlandia y la Antártida se estima en 125 gigatoneladas de hielo por año al ritmo actual, lo cual es suficiente para elevar el nivel del mar en 0,35 milímetros anuales. El ritmo actual de elevación del nivel del mar es de 3,0 milímetros por año. Al combinar el aporte adicional de la pérdida de hielo del manto continental de la Antártida y Groenlandia con el de los glaciares que desembocan en los mares, se obtiene un posible aporte de estas fuentes de un 15 a un 20 por ciento anual por sobre el aumento del nivel del mar previsto en el IE4 (Shepherd y Wingham 2007).

El conocimiento de las variables que interactúan para producir el aumento del nivel del mar sigue siendo limitado, pero algunos científicos han establecido una correlación simple entre las temperaturas atmosféricas mundiales y la elevación del nivel del mar (Rahmstorf 2007) (Figura 3). Si se toma el aumento del nivel del mar observado en el siglo pasado para proyectar linealmente su crecimiento en el futuro, el calentamiento previsto a partir de las emisiones habituales generará un crecimiento del nivel del mar de 0,5 a 1,4 metros en este siglo. Esta correlación funciona dado que los aportes significativos al aumento del nivel del mar provienen únicamente de la dilatación térmica del agua del océano y del deshielo de glaciares de montaña. Los grandes aportes de los mantos de hielo continentales de la Antártida y Groenlandia aún no han comenzado (Rahmstorf 2007, Hansen 2007).

### Posicionamiento político del Ártico

En el año 2007 el hielo marino del Océano Ártico se redujo a su menor extensión desde que se cuenta con registros (ESA 2007). Un sistema de alta presión persistió sobre el Ártico en junio y julio, y provocó tres efectos que facilitan el deshielo: cielos despejados y soleados durante los largos días del Ártico, vientos que llevaban aire cálido hacia el norte y corrientes que alejaban el hielo de Siberia, lo cual expuso enormes

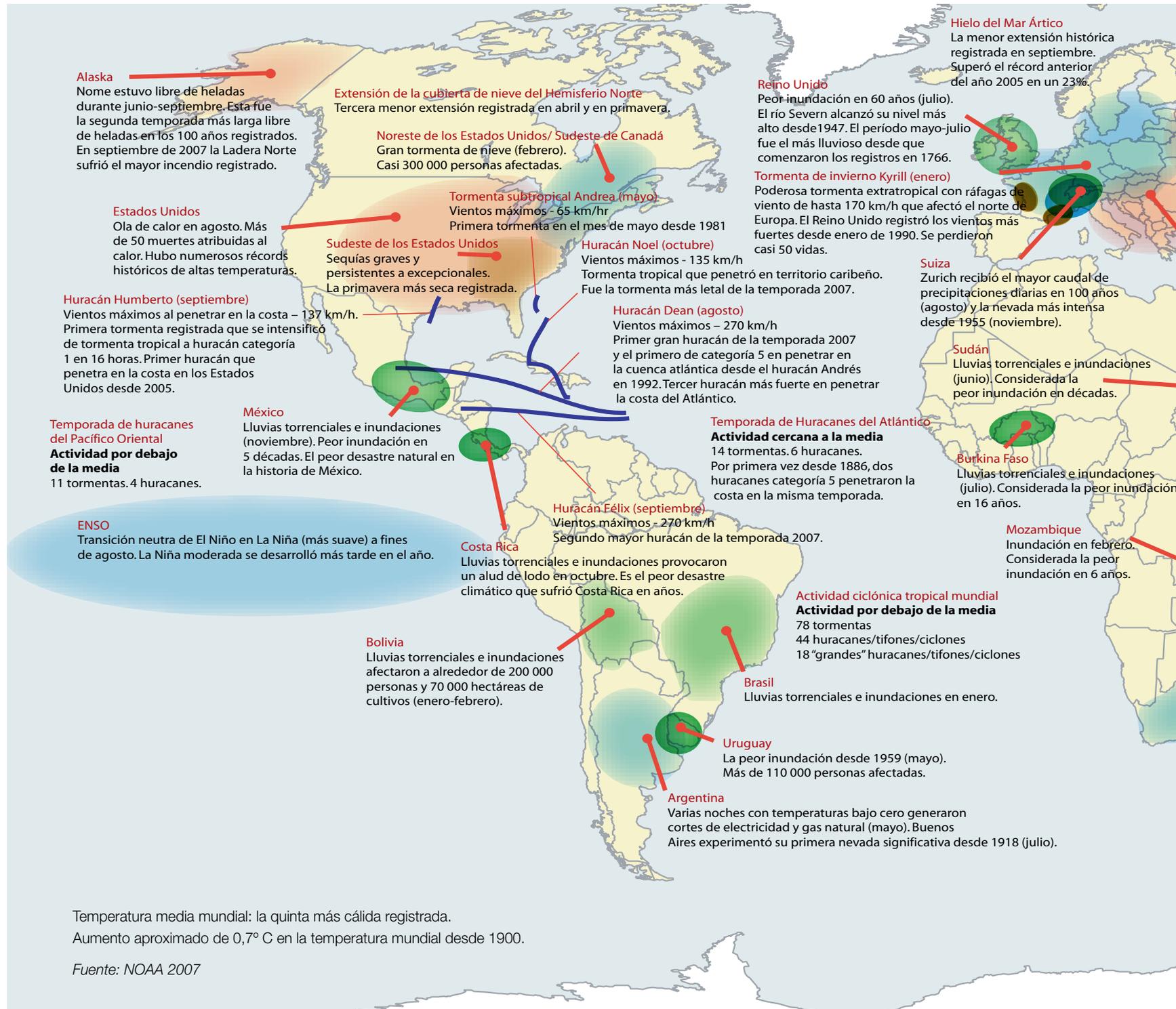
**Figura 3:** Correlaciones entre la elevación del nivel del mar y los aumentos de temperatura

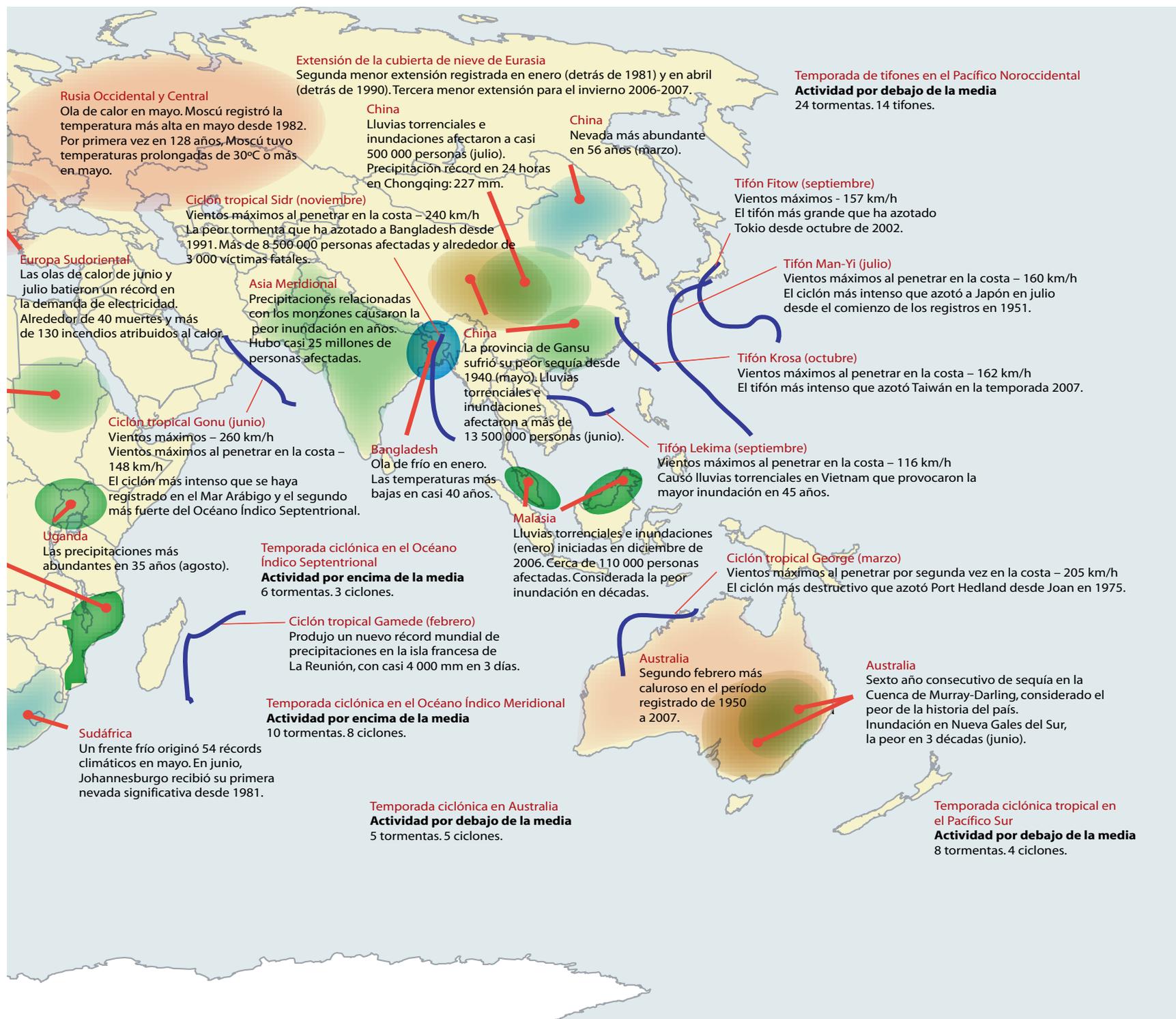


Estos gráficos muestran las correlaciones generales entre el aumento de la temperatura y la elevación del nivel del mar por dilatación térmica y deshielo de glaciares. Parte superior: Ritmo de cambio (mm por año). La línea roja representa el crecimiento uniforme del nivel del mar según las observaciones del mareógrafo, mientras que la línea azul se calcula a partir de las temperaturas mundiales promedio. Parte inferior: Cambio del nivel del mar (cm). Los mismos datos con una elevación del nivel del mar con relación a 1990. La línea marrón representa los datos anuales no uniformes del nivel del mar (Rahmstorf 2007).

áreas de mar abierto (NSIDC 2007). En el IE4, las proyecciones sugieren que el Ártico estará libre de hielo en verano para el año 2100 (IPCC 2007b). No obstante, algunos estudios prevén que no tendrá más hielo en 2040, y a fines del año 2007 los investigadores sugirieron que el Ártico podría carecer de hielo en verano para el año 2013 (Holland y otros 2006, Borenstein 2007). La perspectiva de extensas temporadas de mares abiertos generó reclamos nacionales por el dominio de la región. Rusia colocó una bandera en el fondo marino del Polo Norte, mientras que Canadá y Dinamarca continuaron colaborando en un programa de investigación a largo plazo para trazar el mapa de la cadena montañosa Lomonosov (Continental Shelf Project 2006). Se cree que esta cadena montañosa tiene yacimientos de petróleo y gas, y cada uno de los tres países reclama su soberanía como extensión de su plataforma continental en virtud de las disposiciones del Derecho del Mar. Los Estados Unidos sostienen que las aguas de todo el Océano Ártico son internacionales (Shukman 2007).

# Anomalías y acontecimientos climáticos significativos en 2007





## PRESIONES SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

El cambio climático afectará seriamente la diversidad biológica. Un estudio paleontológico del registro fósil de los últimos 520 millones de años, desde la aparición de animales con esqueletos, ha demostrado que los períodos más cálidos corresponden a menores niveles de diversidad biológica. Al estudiar la posible relación entre los datos asimilados de la temperatura de la superficie del océano y los de la diversidad biológica representada en el registro fósil, los científicos detectaron una correlación entre cambios climáticos de cualquier tipo y extinciones. Pero también detectaron una correlación entre aumentos de la temperatura y pérdidas de diversidad biológica. Asimismo, observaron un tiempo de retraso en las adaptaciones que permitieron que nuevas especies evolucionaran a partir de las sobrevivientes al calentamiento y repoblaron los nichos del ecosistema (Mayhew y otros 2007).

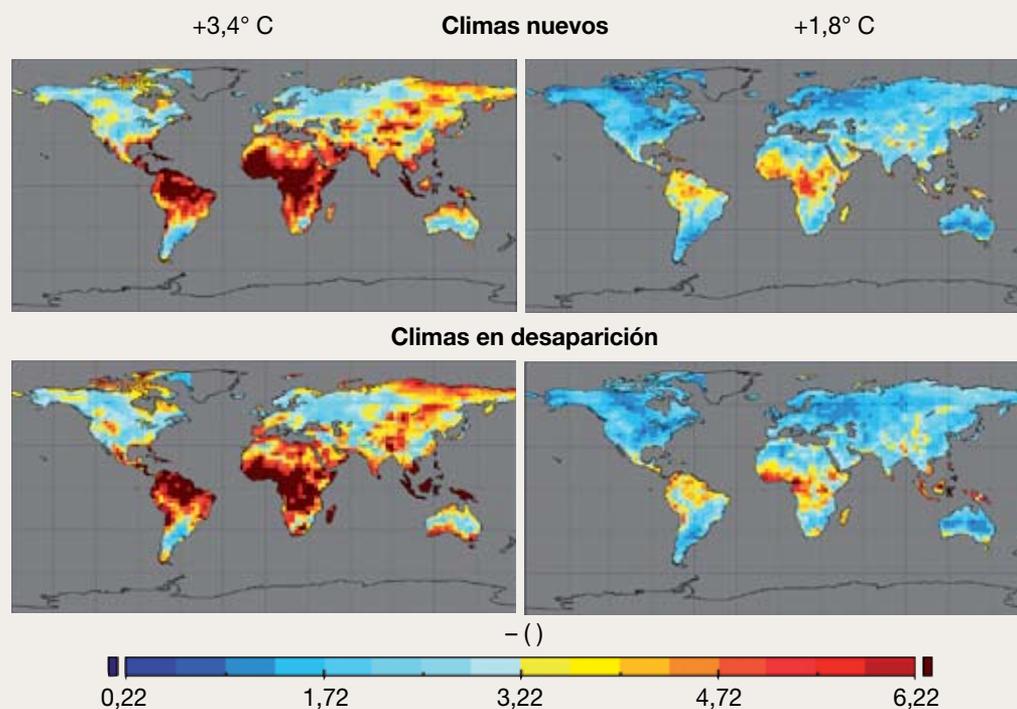
Un nuevo análisis geográfico identificó las regiones más amenazadas por cambios climáticos que podrían conducir a la extinción de ecosistemas y especies asociadas (Figura 4). Este estudio utilizó escenarios hipotéticos del IPCC para proyectar cambios bajo posibles aumentos de temperatura. Si las temperaturas mundiales promedio aumentan 3,4° C antes del año 2100, los climas existentes podrían desaparecer en el 10 al 48 por ciento de la superficie continental de la Tierra. Algunos climas, concentrados en las montañas tropicales y en las zonas de latitudes altas de los continentes, podrían desaparecer del todo. Estos climas amenazados, y los ecosistemas vulnerables que han evolucionado en



Gorila de planicie occidental hembra con su cría en la República Democrática del Congo.

Fuente: Vernay Pierre / Still Pictures

Figura 4: Proyección de climas nuevos y de climas en desaparición para 2100



Mapa mundial de climas nuevos y en desaparición en dos de los escenarios hipotéticos del IPCC, uno proyecta un aumento de la temperatura de 3,4° C y el otro, un aumento de 1,8° C. Los cambios ocurren en casi todas partes –las zonas en amarillo y rojo indican más cambios en relación con las condiciones actuales, las azules indican cambios menores (Williams y otros 2007).

ellos, incluyen los bosques montañosos tropicales –en especial los bosques nubosos de los Andes– los fynbos de Sudáfrica, y algunos climas árticos (véase Nuevos desafíos). Durante este mismo período de tiempo, entre un 12 y un 39 por ciento de la superficie de la Tierra, mayormente en los trópicos y subtropicos, podría desarrollar climas nuevos.

Las zonas donde desaparecerían los climas casi se superponen con las regiones identificadas como zonas críticas para la diversidad biológica y el endemismo, e incluyen los Andes, Mesoamérica, África Meridional y Oriental, los Himalayas, Filipinas y las islas que se encuentran entre Australia y la Península Malaya. En principio, no hay mucha correlación entre las zonas donde se proyectan climas nuevos y aquellas donde se proyectan climas en desaparición, de manera que las especies más amenazadas no tendrían la oportunidad de adaptarse a los climas nuevos. Los asentamientos y las actividades humanas inhiben la migración espontánea. No obstante, los corredores de reservas conectadas, aunados a los esfuerzos deliberados de conservación

y reubicación, pueden ayudar a que las especies se expandan y adapten a los climas nuevos.

Si la temperatura de la Tierra aumentase tan solo 1,8° C, la probable amenaza se reduciría considerablemente: entre el 4 y 20 por ciento de la superficie de la Tierra experimentaría la pérdida de los climas existentes antes del año 2100, con porcentajes similares para la aparición de climas nuevos (Williams y otros 2007).

## Especies amenazadas

Los datos actuales muestran un cuadro de empeoramiento continuo de la diversidad biológica que ha dado en llamarse crisis de extinción mundial (Eldredge 2001). En la Lista Roja 2007 de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN), el número de especies amenazadas aumentó de 16 118 a 16 306 en 2006 (IUCN 2007a).

Todos los grandes primates, especie reconocida como indicador clave de los ecosistemas vulnerables, ahora están clasificados como en peligro o en peligro crítico, que constituye la

categoría más alta de amenaza. En el año 2007, el Gorila occidental (*Gorilla gorilla*) fue reclasificado de en peligro a en peligro crítico. La población de las principales subespecies, el Gorila de planicie occidental (*G. gorilla gorilla*), disminuyó más de un 60 por ciento durante los últimos 20-25 años, debido al comercio de carne de animales silvestres y al virus Ebola (IUCN 2007a). La grave situación de vulnerabilidad del Gorila de Montaña (*G. beringei beringei*) recibió atención cuando, en el espacio de varios meses, nueve gorilas resultaron muertos en el Parque Nacional de Virunga en la República Popular del Congo, región donde en la historia reciente han predominado los conflictos y las situaciones complejas de emergencia (Leakey 2007).

Como una señal más positiva, nueve países del área de distribución de gorilas, la República Centroafricana, Uganda, República Democrática del Congo, República del Congo, Nigeria, Guinea Ecuatorial, Angola, Camerún y Gabón, aprobaron el Acuerdo sobre Gorilas, documento vinculante bajo la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de

Animales Silvestres para Combatir la Caza Furtiva del Gorila, apoyar la aplicación de la ley y crear capacidad legal y judicial (IISD 2007). La República Democrática del Congo creó la Reserva Natural de Sankuru para proteger los bonobos amenazados. La reserva, que abarca más de 3 millones de hectáreas de bosques tropicales húmedos, constituye la mayor área protegida ininterrumpida para los grandes primates en el mundo. (Bonobo Conservation Initiative 2007).

### Corales en peligro

Por primera vez en la historia, la Lista Roja 2007 incluye las especies marinas de coral. Se agregaron a la lista diez especies de coral de las Galápagos, afectadas por El Niño y por los cambios climáticos, dos como en peligro crítico y una como vulnerable. La totalidad de las Islas Galápagos se incorporó a la lista de sitios en peligro del Patrimonio de la Humanidad por recomendación de la UICN. Una misión de la UICN-UNESCO confirmó que el número de visitantes a las islas había aumentado de 40 000 a 120 000 por año entre 1996 y 2007, mientras que la inmigración

propiciada por el turismo incrementa la población local en un 4 por ciento anual. En la actualidad las especies de plantas foráneas e invasoras superan a las nativas, mientras que 180 de las 500 especies de plantas nativas en las Galápagos figuran en la Lista Roja de la UICN (IUCN 2007b).

Los ecosistemas de los arrecifes de coral enfrentan continuas amenazas por la contaminación, la pesca de arrastre de fondo, el buceo, la recolección y el cambio climático (**Recuadro 2**). Una revisión de los estudios sobre los arrecifes de coral del Indo-Pacífico, mostró que en 2003 el promedio de cubierta coralina era sólo del 22 por ciento, mientras que los niveles preindustriales se situaban alrededor del 50 por ciento (Bruno y Selig 2007). Si bien la cubierta coralina disminuyó un 1 por ciento por año durante los últimos veinte años, lo que equivale a alrededor de 150 000 hectáreas anuales, superó el 2 por ciento o las 316 800 hectáreas por año entre 1997 y 2003. Este porcentaje de pérdida de la cubierta coralina supera los porcentajes de pérdida de bosques tropicales húmedos (IUCN 2007b).

## Recuadro 2: Restricciones a la expansión de la pesca de arrastre de fondo

El año 2007 fue testigo de avances importantes en las restricciones a la pesca de arrastre de fondo. En marzo, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Resolución 61/105, para mejorar la sostenibilidad de la pesca. Esta resolución insta a los países y a las Organizaciones Regionales del Manejo Pesquero (ORMP) a dar pasos hacia la prevención de “los impactos adversos importantes” a causa de la pesca de arrastre de fondo en los ecosistemas marinos vulnerables (EMV), especialmente montes submarinos, respiraderos hidrotérmicos, corales de agua fría y campos de esponjas.

Algunas ORMP están respondiendo al pedido. En enero, las Organizaciones de la Pesca del Atlántico Noroccidental, cerraron 4 zonas de pesca de arrastre de fondo hasta diciembre de 2010. En junio, el Consejo de Gestión Pesquera del Pacífico Norte cerró alrededor de 46 millones de hectáreas en el norte del Mar de Bering a la pesca de arrastre de fondo protegiendo así zonas donde las poblaciones de peces podrían refugiarse en caso de calentamiento de la Tierra. La pesca de arrastre de fondo en el sur del Mar de Bering estará limitada a zonas donde la práctica de esta actividad ya ha dañado los ecosistemas del fondo marino.

En septiembre de 2007, los países que trabajan por la creación de una Organización Regional de Gestión Pesquera del Pacífico Sur (ORGPPS) acordaron un extenso conjunto de medidas provisorias para la región. Hasta al menos el año 2010, la pesca en EMV estará estrictamente controlada. Las operaciones de pesca serán evaluadas para que se realicen dentro de los controles y se espera que los estados miembros vigilen e informen cualquier explotación que afecte los EMV.

Aún hay muchas limitaciones que impiden la existencia de la protección completa que se necesita. La mayor parte de los EMV no están bien mapeados: es mínimo el conocimiento sobre sus características, interdependencias y procesos. Como la ORGPPS es un objetivo y no existe aún, el cumplimiento y aplicación de las medidas son voluntarios. Las naciones que no integren la ORGPPS no estarán obligadas por el acuerdo, por lo que es posible que los barcos que llevan banderas de conveniencia sigan realizando pesca de arrastre de fondo en el Pacífico Sur, fuera de la Zona de Exclusión Económica de los países parte.

Fuentes: Alaska Marine Conservation Council 2007, Clark y otros 2006, Geo4 2007, Kitchingman y Lai 2004, SPRFMO 2007a, SPRFMO 2007b, UN 2006



La pesca de arrastre de fondo implica arrastrar redes a lo largo del fondo marino para capturar las especies de peces que allí habitan. Esta técnica de pesca daña los ecosistemas del lecho marino en forma extensiva, por lo que los conservacionistas condenan dicha práctica. Estos barcos pesqueros de arrastre remueven el barro del fondo marino cerca de la desembocadura del Río Changjiang (Yangtze- Río Amarillo) en China.

Fuente: J. Allen/NASA Earth Observatory



Planta de aceite de Jatropha que se cultiva en una granja experimental en Bhavnagar, India, para la producción de biodiesel. Reliance Industries, una de las empresas más grandes del sector privado en la industria petrolífera en la India, ha lanzado una importante iniciativa piloto para el cultivo del árbol de jatropha. Se espera que una plantación de 100 000 hectáreas rinda entre 250 000 y 300 000 toneladas métricas de aceite crudo de jatropha por año.

Fuente: J. Boething/Still Pictures

### Trabajos de conservación

Hubo algunos signos de esperanza en la conservación de la diversidad biológica, por ejemplo estaría aumentando el número de elefantes africanos. El Informe de Estado del Elefante Africano 2007 calculó en 554 973 los elefantes africanos en ese año, contando tanto los datos definitivos como los probables. La comparación de estudios reiterados en África Meridional y Oriental (donde se encuentran dos tercios del área de distribución) muestra un aumento de 66 302 elefantes en la categoría definitiva, lo que representa un índice de crecimiento del 4 por ciento anual desde el último estudio en 2002 (Blanc y otros 2007).

El año 2007 también presenció la creación de extensas zonas protegidas en importantes centros de diversidad biológica. Brunei Darussalam, Indonesia y Malasia acordaron la conservación y el manejo sostenible de 22 millones de hectáreas de bosques ecuatoriales húmedos en Borneo, equivalentes a casi un tercio de la isla (WWF 2007). Además, el Gobierno de Madagascar creó 15 zonas protegidas que cubren más de un millón de hectáreas (Conservation International 2007).

### Amenazas y promesas de los biocombustibles

Los biocombustibles han sido ampliamente promocionados como una forma de evitar la emisión de gases de efecto invernadero provenientes de combustibles fósiles. Durante el año 2007 se intensificó la discusión sobre los biocombustibles mientras que se extendieron la producción y el área de cultivo destinada a los mismos, a la vez que aumentaron los precios de los alimentos. En abril de 2007, ONU-Energía, un consorcio de 20 agencias de las Naciones Unidas, emitió un informe que formulaba preguntas importantes relacionadas con los biocombustibles: Los biocombustibles, ¿desplazarán a los cultivos de alimentos, harán subir los precios de los alimentos y agravarán la seguridad alimentaria? La producción de biocombustibles, ¿deteriorará aún más los ecosistemas que ya están en peligro? Los biocombustibles, ¿pueden agravar la crisis climática si se considera toda la cadena de producción? Y por último, ¿cuál será el efecto que tendrá el paso a la producción de biocombustibles en las mujeres, los pequeños productores y en la integridad de las comunidades rurales? El informe recomienda que los interesados participen de un profundo proceso de planificación sobre el uso de biocombustibles para el desarrollo sostenible (ONU-Energía 2007).

Los biocombustibles han sido utilizados desde que los seres humanos comenzaron a hacer uso del fuego. Durante las últimas décadas, el biocombustible, en forma de biogás producido localmente, ha revolucionado el consumo de energía en pequeñas comunidades de la

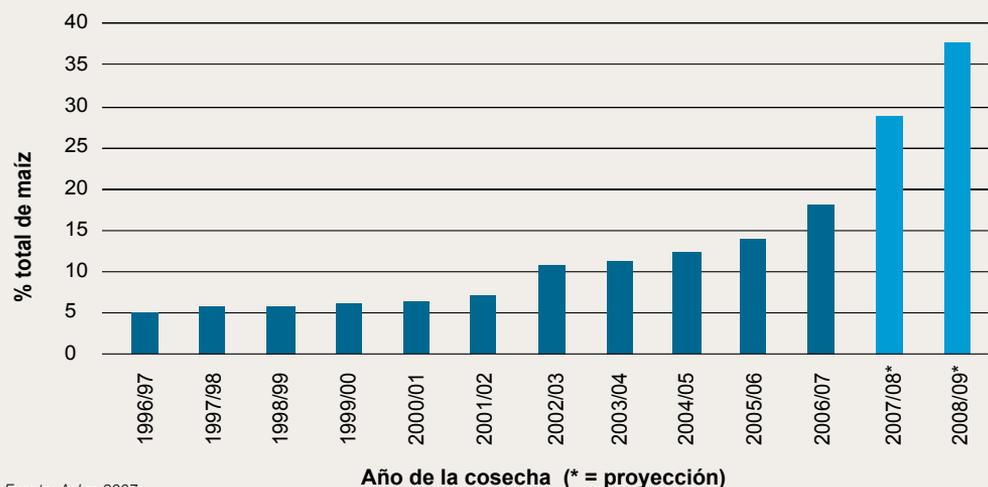
India, Nepal y China. En Nepal, el 72 por ciento de las plantas de biogás se conecta con letrinas, por lo que, al mismo tiempo se han mejorado significativamente las condiciones sanitarias y de salud.

La controversia actual se refiere a los biocombustibles agrícolas, llamados también agrocombustibles. Estos son combustibles derivados del maíz, aceite de palma, azúcar, canola, jatropha, miscanthus, sorgo, trigo y de otras plantas, y es mayormente utilizado para reemplazar los combustibles fósiles en el sector del transporte (USDA 2007).

Muchos países han incluido proporciones obligatorias de biocombustibles, particularmente el etanol, en sus mezclas de combustible: en Europa, el 10 por ciento de los combustibles para el transporte deberá provenir de biocombustibles para el año 2020. En Colombia, Venezuela y Tailandia es obligatorio que el 10 por ciento de la composición de los combustibles sea etanol. En China, es obligatoria una mezcla con el 10 por ciento de biocombustible en las cinco provincias con mayor consumo de combustible para el transporte.

Estos requisitos legales han ocasionado un rápido aumento en el área dedicada al cultivo de biocombustibles. El aumento desmesurado de la demanda de aceite de palma ha llevado a la deforestación en el sudeste asiático (ONU-Energía 2007). El aumento de los precios de los productos básicos alrededor del mundo, especialmente del maíz, se atribuyen en parte a las inversiones en cultivos para la producción de biocombustibles (Economist 2007, Pachauri y Hazell 2006) (Figura 5).

Figura 5: Maíz utilizado en la producción de etanol (1996-2009)



Fuente: Aakre 2007

El aumento de los precios de los cereales afecta el costo de muchos otros alimentos, incluyendo la carne y los productos lácteos.

El rápido crecimiento del consumo de carne y de productos lácteos en Asia ha tenido connotaciones importantes, ya que se necesitan 13 kilogramos de cereal de alto contenido proteico para producir 1 kilogramo de carne (Pimental y Pimental 2003).

Muchos organismos de desarrollo están preocupados por el efecto que tendrá la producción de biocombustibles en los modos de vida de las comunidades rurales y en los ecosistemas de los que dependen. Los cultivos para la producción de biocombustibles podrían crear fuentes de trabajo en áreas rurales habitadas por muchos de los pobres del mundo, donde la producción a menor escala sería un estímulo ideal para dichas comunidades. Pero la producción de biocombustibles favorece la agricultura industrial a gran escala que excluye, especialmente, el papel tradicional de la mujer en la producción agrícola y de la mayoría de los hombres en las comunidades rurales (UN-Energy 2007).

Otro problema con la producción agrícola de los biocombustibles es el probable aumento del consumo de agua por hectárea de tierra productiva, ya que



Los bosques tropicales primarios en Sarawak, Borneo, Malasia, uno de los ecosistemas más ricos y antiguos del mundo, está en peligro constante por el desarrollo y la tala ilegal de árboles con el objetivo de limpiar la tierra y destinarla a la producción de aceite de palma. Los habitantes del lugar han organizado protestas y bloqueos contra las operaciones de tala, con el consecuente arresto de muchos de ellos.

Fuente: N. Dickinson/ Still Pictures

también afectaría en gran medida a las comunidades locales y a aquellos que tienen que transportar el agua para consumo familiar, que por lo general son las mujeres. Además, la pérdida de productividad de la tierra y los resultados de la aplicación de fertilizantes y plaguicidas podrían presentar peligros reales para la salud de las comunidades locales. Es probable que estos problemas terminen expulsando a las poblaciones rurales de sus tierras (UN-Energy 2007).

La producción de biocombustible tiene todo el potencial para lograr la transición hacia una economía baja en carbono, pero también debe ayudar a lograr un desarrollo sostenible. El apoyo a los emprendimientos

agrícolas a través de cooperativas comunitarias, similares a aquellas que mantienen bosques y otros recursos certificados, contribuiría a hacer frente a algunos de los desafíos que se presentan a los pequeños productores agrícolas y las comunidades locales. El monocultivo a gran escala podría llevar a la erosión del suelo, lixiviación y pérdida de la diversidad biológica, amenazando a los ecosistemas y los recursos genéticos (**Recuadro 3**). Pero con un manejo cuidadoso y un enfoque participativo ascendente y de menor escala, la producción de biocombustible podrá contribuir a un futuro sostenible (UN-Energy 2007, UNEP 2007).

### Recuadro 3: La Bóveda Global de Semillas de Svalbard

En junio, el gobierno noruego comenzó a construir un depósito internacional de semillas cerca de la ciudad de Longyearbyen en la Isla de Spitsbergen, en el archipiélago de Svalbard. Las instalaciones permitirán el almacenamiento seguro, en frío, durante largo tiempo para así preservar los recursos vegetales. Una vez terminado, el depósito de Svalbard podrá mantener hasta 4,5 millones de variedades diferentes de semillas, idealmente una muestra de cada variedad de casi todos los cultivos importantes para la alimentación en el mundo. Los esfuerzos para construir las instalaciones y juntar las semillas cuentan con el apoyo de donaciones de la Fundación Gates, del Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos y de otras organizaciones sin fines de lucro.

Esta enorme colección será un seguro contra desastres y facilitará reiniciar la producción de alimentos en cualquier otro lugar en caso de que se viese amenazada por una catástrofe regional o mundial. Cuando se concibió la idea del depósito a comienzos de la década de los ochenta, las supuestas amenazas provenían de la guerra nuclear y de la incertidumbre geopolítica. Cuando la idea resurgió en 2002, luego de que se adoptara en las Naciones Unidas el Tratado Internacional sobre los Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, fueron las pérdidas importantes en la diversidad biológica y el cambio climático los asuntos que le dieron nueva motivación y urgencia a dicha idea.

Las instalaciones de Svalbard se regirán por protocolos estrictos para la adquisición de semillas en todo del mundo. Si se las seca y se las empaqueta con el contenido apropiado de humedad y se las almacena a la temperatura correcta, las semillas provenientes de la mayoría de los cultivos destinados a la alimentación se mantendrán viables de cientos a miles de años. Las semillas allí guardadas se mantendrán en condiciones óptimas durante su largo almacenamiento, a temperaturas de  $-18^{\circ}\text{C}$  mediante la utilización de la temperatura fría natural derivada del permafrost de Spitsbergen y de un sistema de refrigeración artificial. La bóveda se cavó en arenisca, a 120 metros dentro de una montaña y se la recubrió con un metro de cemento reforzado. Estas instalaciones están entre las estructuras más eficientes en el uso de la energía y más confiables del mundo, con bajos costos operativos y virtualmente sin ninguna necesidad de mantenimiento.

Mientras que no exista lugar que pueda ofrecer una garantía del 100 por ciento frente a los peligros naturales o los ocasionados por actividades humanas, Svalbard ofrece un nivel de protección difícil de igualar. A 78 grados de latitud -alrededor de 1 000 kilómetros al norte del extremo más septentrional de Noruega continental- el lugar goza del frío y aislamiento adecuados. La ausencia de actividad volcánica o sísmica en la región y la altura del lugar, por encima del posible nivel que alcanzaría el mar, contribuyen también a que las condiciones sean ideales para el almacenamiento a largo plazo. Adicionalmente, la zona ofrece excelente infraestructura, como el suministro de energía confiable y un aeropuerto cercano.

Los depositantes conservan la propiedad final del material almacenado. Sin embargo, las instalaciones pertenecen al Gobierno de Noruega y serán manejadas por el Banco Nórdico de Genética, que ha estado guardando semillas desde 1984 en un depósito ubicado en una mina de carbón abandonada en Suecia.

Fuente: Evjen 2006, Fowler 2007, NORAGRIC 2006, Skovmand 2007.



Trabajadores de la construcción parados bajo un andamio en la entrada de La Bóveda Global de Semillas de Svalbard.

Fuente: M. Tefre/ Global Crop Diversity Trust

# Gobernanza ambiental internacional: Progresos en 2007

El año 2007 fue testigo de una serie de encuentros internacionales relacionados con los acuerdos multinacionales sobre medio ambiente (AMMA), con negociaciones mundiales sobre comercio y con otros procesos intergubernamentales, en respuesta a los desafíos ambientales mundiales actuales y futuros (**Recuadro 1 y Recuadro 2**). Se han verificado progresos en cuestiones preponderantes como el cambio climático, el agotamiento de la capa de ozono en la estratosfera, los contaminantes orgánicos persistentes y la pérdida de la diversidad biológica (**Figura 1**).

El cambio climático estuvo en el centro de los debates sobre gobernanza ambiental en el año 2007. En abril, el Consejo de Seguridad de la ONU debatió, por primera vez, los efectos que el cambio climático tendrá en la paz y la seguridad, con una participación récord de 55 delegaciones. Algunos gobiernos sembraron dudas con respecto al rol del Consejo en el tema, mientras que otros, por ejemplo los pequeños estados insulares en desarrollo, recibieron con beneplácito la iniciativa (UN 2007a). En septiembre, el Secretario General de las Naciones Unidas organizó un encuentro de alto nivel sobre el cambio climático el día anterior a la apertura de la 62ª sesión de la Asamblea General que se realizó en Nueva York, anticipándose a la reunión de Bali, Indonesia, en diciembre de 2007 (UN

2007b). En Bali, en la 13ª Conferencia de las Partes en el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el 3º Encuentro de las Partes en el Protocolo de Kyoto, los representantes de gobiernos de 187 países acordaron lanzar negociaciones y un plan de acción internacional que conduzca a las negociaciones finales en 2009, que aseguren la puesta en vigencia de un nuevo acuerdo antes de 2013, cuando finalice la primera fase del Protocolo de Kyoto (UNFCCC 2007).

El Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, celebró en septiembre su vigésimo aniversario en su ciudad natal, adelantando la fase de eliminación de hidroclorofluorocarbono (HCFC), el cual contribuye al agotamiento de la capa de ozono y al efecto invernadero, para el año 2020 en los países industrializados y para 2030 para los países en desarrollo. Las Partes en el Protocolo han reducido en un 70 por ciento el uso de sustancias que agotan la capa de ozono durante los últimos 20 años (IISD2007b, UNEP 2007b).

En Dakar, Senegal, representantes de más de 180 gobiernos, organismos intergubernamentales y organizaciones no gubernamentales se reunieron en mayo para discutir cómo avanzar y financiar la aplicación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos

Persistentes (COP). Los planes de aplicación incluyen el monitoreo mundial, el establecimiento de centros regionales para asistencia técnica y las aplicaciones del plan a nivel nacional. Los participantes también dieron pasos prácticos en apoyo del programa de aplicación, como el de llevar adelante una evaluación de efectividad y formar grupos de coordinación regional (IPEN 2007, IISD 2007c).

Distintos gobiernos se reunieron en Bangkok, Tailandia, en noviembre de 2007 en un grupo de trabajo ad hoc de composición abierta sobre cuestiones de mercurio, establecido por el Consejo de Administración del PNUMA en febrero. Los delegados avanzaron en conversaciones sobre la pertinencia de usar medidas voluntarias más detalladas, instrumentos legales internacionales actuales o nuevos instrumentos. El Consejo de Administración del PNUMA recibirá un informe provisional en febrero de 2008 y uno final en febrero de 2009 del grupo de trabajo para decidir un curso de acción a nivel mundial (IISD 2007d).

El comercio ilegal de vida silvestre y la aplicación de la reglamentación constituyeron los temas de preocupación de los gobiernos reunidos en la 14ª Conferencia de las Partes de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), celebrada en La Haya, Países Bajos, en el mes de junio. Los

**Figura 1: Ratificación de los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente, por región**

	Viena/Montreal	UNFCCC	Kyoto	CDB	Cartagena	CITES	CMS	UNCCD	Patrimonio Mundial	UNCLOS	Ramsar	Basilea	Rotterdam	Estocolmo
África (53)	53	52	46	53	41	52	33	53	50	41	47	45	32	41
Asia y el Pacífico (46)	45	46	40	48	31	33	10	46	40	34	28	33	23	32
Europa (50)	47	48	46	46	40	46	37	46	49	42	47	47	30	30
América Latina y el Caribe (34)	33	33	32	32	24	32	11	33	32	27	27	30	16	23
América del Norte (2)	2	2	1	1	0	2	0	2	2	1	2	1	1	1
Asia Occidental (12)	10	10	10	10	6	7	3	10	11	9	5	10	7	7
Mundial (197)	190	191	175	190	142	172	94	190	184	154	156	166	109	134
Incremento del número de partes entre 2006 y 2007	2	9	19	3	4	0	12	1	3	7	11	0	3	3

Los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente (AMMA) son parte de los componentes principales de la gobernanza ambiental internacional (UNEP 2002 y UNEP 2007a). En 2007 se agregaron alrededor de 58 nuevas Partes a los 14 AMMA incluidos en este panorama, la mayoría de Asia y el Pacífico (19), y África (16). El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (9) y el Protocolo de Kyoto sobre la emisión de gases de efecto invernadero (19) recibieron un importante número de ratificaciones, como la ratificación de este último por parte de Australia, el 3 de diciembre. Los acuerdos del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (10) y el Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional (7) también continuaron recibiendo ratificaciones.

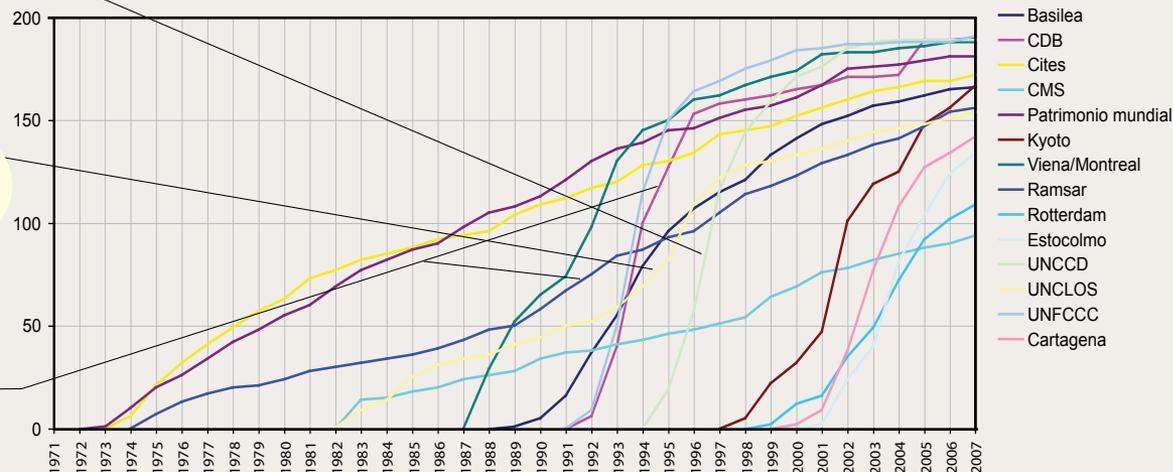
**Nota:** Las partes integrantes de los AMMA son aquellos países y organismos internacionales que han depositado sus instrumentos de ratificación, adhesión, aceptación o aprobación. Los datos llegan al 19 de diciembre de 2007. Montenegro (Europa) y Timor Oriental (Asia y el Pacífico) se agregaron a las listas regionales de países en 2007.

Fuente: UNEP GEO Data Portal, recopilado de varias Secretarías de AMMA.

Luc Gnacadja, de Benin, fue designado nuevo Secretario Ejecutivo de la UNCCD en septiembre. La desertificación, que ha empeorado a causa del cambio climático, afecta a 100 países, incluso a un tercio del territorio de los Estados Unidos, un quinto de España, un cuarto de América Latina y el Caribe, y dos tercios de África. En China, cientos de millones de personas se encuentran afectadas.

El año 2007 marcó el 25º aniversario de la apertura a la firma de la UNCLOS. Fue el primer tratado multilateral que estableció los mecanismos obligatorios para la resolución de controversias imponiendo decisiones vinculantes. El agotamiento de los recursos pesqueros mundiales y el deterioro del medio marino a causa de la contaminación derivada del aumento de poblaciones costeras, como así también del cambio climático, plantean serios desafíos al medio ambiente.

El CDB y el Ramsar emitieron un informe conjunto sobre el agua, los humedales, la diversidad biológica y el cambio climático en mayo de 2007, donde plantearon su preocupación por el deterioro continuo de los humedales. Los humedales están entre los ecosistemas mundiales más amenazados. Aunque cubren sólo el 6 por ciento de la superficie de la Tierra almacenan cerca del 35 por ciento del carbono terrestre mundial.



representantes acordaron la Visión Estratégica 2008-2013 de la CITES fijando objetivos de cumplimiento y aplicación, una guía para el cumplimiento de la Convención y el manejo de cuotas anuales.

Un logro mayor fue el consenso alcanzado por los estados africanos del área de distribución de elefantes sobre el futuro del comercio de marfil y la conservación de los elefantes. El aumento del crimen organizado en el comercio ilegal de marfil ha ido de la mano de la globalización de los mercados africanos y presenta un serio desafío para la aplicación exitosa de la reglamentación comercial de la CITES (IISD 2007e, TRAFFIC 2007, CITES 2007).

### Recuadro 1: Creación de módulos de trabajo para reforzar el sistema de gobernanza ambiental a nivel internacional

Los debates sobre la gobernanza ambiental internacional se concentran en dar una respuesta apropiada a los cambios en los ecosistemas, al deterioro ambiental y a la manera de aliviar la pesada carga de informar y cumplir con las obligaciones. En junio de 2007, un informe del Proceso Consultivo Oficioso acerca del Marco Institucional para las Actividades Ambientales de la ONU sugirió la creación de módulos de trabajo para mejorar el sistema de gobernanza ambiental. Entre las sugerencias presentadas se encuentran las siguientes:

- incluir al PNUMA en el grupo de enlace, creado en 2001 para mejorar la colaboración entre los tres convenios de Río sobre diversidad biológica, cambio climático y desertificación;
- establecer un proceso, bajo supervisión de la Asamblea General de las Naciones Unidas, que agrupe los aspectos administrativos, programáticos y temáticos de los AMMA;
- mejorar la coordinación, a nivel de los países, de las actividades de los AMMA con el gobierno del país anfitrión y dentro del sistema de la ONU, y
- convertir al PNUMA y a los AMMA en observadores formales de los comités importantes de la OMC (UNGA 2007). Las negociaciones sobre la gobernanza ambiental internacional relacionadas con el Proceso Consultivo Oficioso continuarán durante la 62ª AGNU en 2008 (IISD 2007g).

La Ronda Doha sobre las negociaciones en el comercio mundial organizada por la Organización Mundial del Comercio (OMC) volvió a reunirse en febrero. El Comité de Comercio y Medio Ambiente de la OMC retomó las sesiones especiales sobre la relación entre los AMMA y la OMC al mes siguiente.

El Comité espera clarificar la relación entre las normas de la OMC y las obligaciones especiales de comercio establecidas por los AMMA.

Los asuntos más importantes pasan por determinar si un grupo de resolución de controversias debería diferir y someter a consideración de especialistas en AMMA los asuntos apropiados y si se le debe conferir estatus de

observador permanente a algunas de las secretarías de los AMMA para el resto de la Ronda Doha (IISD 2007f).

### Recuadro 2: Aplicación conjunta de los convenios sobre productos químicos en los niveles mundial y nacional

Continúan los avances en la cooperación y coordinación entre los distintos convenios sobre productos químicos: el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, el Convenio de Róterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional, y el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación. Estos tres convenios estrechamente relacionados utilizan su aplicación conjunta como una manera de simplificar los informes y monitorear las obligaciones de las partes en los convenios. El grupo de trabajo ad hoc de composición abierta para mejorar la cooperación entre los tres convenios sesionó por primera vez en 2007. Los gobiernos discutieron aspectos prácticos de la cooperación y coordinación. También trazaron los lineamientos y prioridades para la tarea futura del grupo de trabajo e identificaron necesidades nacionales. El desarrollo de herramientas dinámicas de gestión ambiental, el uso de tecnologías ambientalmente racionales, la educación pública y la concientización, así como la movilización de recursos financieros, son algunos de los temas que deben abordarse a nivel nacional (Ad Hoc Joint Working Group 2007).

## REFERENCIAS

- Aakre, W. (2007). Biofuels Industry and Impacts on Agriculture. North Dakota State University, Extension Services, January 2007  
<http://www.ag.ndsu.nodak.edu/aginfo/farmmgmt/farmmgmt.htm> [Accessed 10 December 2007]
- Ad Hoc Joint Working Group (2007). Official Documents for the second meeting of AHJWG. [http://ahjwg.chem.unep.ch/index.php?option=com\\_content&task=section&id=11&Itemid=61](http://ahjwg.chem.unep.ch/index.php?option=com_content&task=section&id=11&Itemid=61) [Accessed 17 December 2007]
- Alaska Marine Conservation Council (2007). *Bering Sea Bottom Trawl Boundary*. <http://www.akmarine.org/our-work/conservation-marine-life/bering-sea-bottom-trawl-boundary> [Accessed 5 November 2007]
- BBC (2007). Biofuels 'crime against humanity'. BBC News, 27 October. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/7065061.stm> [Accessed 5 November 2007]
- BBC (2007). Canada to strengthen Arctic claim. BBC News, 10 August. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/6941426.stm> [Accessed 14 September 2007]
- Blain, S. et al (2007). Effect of natural iron fertilization on carbon sequestration in the Southern Ocean. *Nature*, 446:1070, doi:10.1038/nature05700
- Blanc, J.J., Barnes R.F.W., Craig, G.C., Dublin, H.T., Thouless, C.R., Douglas Hamilton, I. and Hart, J.A. (2007). *African Elephant Status Report 2007*. IUCN-The World Conservation Union, Gland
- Bonobo Conservation Initiative (2007). *Massive New Rainforest Reserve Established in the Democratic Republic of Congo*. [www.bonobo.org/newreserve.html](http://www.bonobo.org/newreserve.html)
- Boyd, P. W. et al (2007). Mesoscale Iron Enrichment Experiments 1993-2005. *Science*, 315:612. DOI: 10.1126/science.1131669
- Bruno, J.F. and Selig, E.R. (2007). Regional Decline of Coral Cover in the Indo-Pacific: Timing, Extent, and Subregional Comparisons. *PLoS ONE* 2(9), e7111. doi:10.1371/journal.pone.0000711
- Canadell, J.G., Le Quééré, C., Raupach, M.R., Field, C.B., Buitenhuis, E.T., Ciais, P., Conway, T.J., Gillett, N.P., Houghton, R.A. and Marland G. (2007). Contributions to accelerating atmospheric CO<sub>2</sub> growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2007 Oct 25
- CITES (2007). CITES conference to consider new trade rules for marine, timber and other wild life species. Press Release. [http://www.cites.org/eng/news/press/2007/0705\\_presskit.shtml](http://www.cites.org/eng/news/press/2007/0705_presskit.shtml) [Accessed 7 December 2007]
- Clark, M.R., Tittensor, D., Rogers, A.D., Brewin, P., Schlacher, T., Rowden, A., Stocks, K. and Connsalvey, M. (2006). *Seamounts, deep-sea corals and fisheries: vulnerability of deep-sea corals to fishing on seamounts beyond areas of national jurisdiction*. UNEP-WCMC, Cambridge UK
- Conservation International (2007). *Madagascar Creates 1 Million Hectares of New Protected Areas*. Press release, April 30, 2007  
[http://web.conservation.org/xp/news/press\\_releases/2007/043007a.xml](http://web.conservation.org/xp/news/press_releases/2007/043007a.xml) [Accessed 10 September 2007]
- Continental Shelf Project (2006) *LORITA-1 Lomonosov Ridge Test of Apportionance* [http://a76.dk/expeditions\\_uk/lorita-1\\_uk/](http://a76.dk/expeditions_uk/lorita-1_uk/) [Accessed 15 November 2007]
- Christian Aid (2007). *Human tide: the real migration crisis*. A Christian Aid Report, May 2007
- Economist (2007) Food Prices: Cheap no more. *The Sixth Extinction*  
<http://www.actionbioscience.org/newfrontiers/eldredge2.html> [Accessed 15 November 2007]
- ESA (2007). *Satellites witness lowest Arctic ice coverage in history*. European Space Agency, [http://www.esa.int/esaCP/SEMYYT13J6F\\_index\\_1.html](http://www.esa.int/esaCP/SEMYYT13J6F_index_1.html) [Accessed 20 November 2007]
- Eyjen, G.H. (2006). Seeds of the world to be conserved on Svalbard. Norwegian Government Press Centre. 30 May 2006
- Fowler, C. (2007). Norway to build 'fail-safe' conservation site on Arctic Archipelago: A publication about agricultural biodiversity, Global Crop Diversity Trust.
- Goldenberg, S.B., Landsea, C.W., Mestas-Núñez, A.M. and Gray, W.M. (2001) The Recent Increase in Atlantic Hurricane Activity: Causes and Implications *Science* 20 July 2001: 474-479.
- Haerberli, W., Hoelzle, M., Paul, F., Zemp, M. (2007). Integrated monitoring of mountain glaciers as key indicators of global climate change: the European Alps. *Annals of Glaciology*, 46, 2007
- Hansen, J. (2007). Scientific reticence and sea level rise. *Environ. Res. Lett.* 2,024002 doi:10.1088/1748-9326/2/2/024002
- IISD (2007a). *Briefing Note On The Negotiation Of The Paris Agreement*. *Earth Negotiations Bulletin*. International Institute for Sustainable Development. [http://www.iisd.ca/cms/brief/CMS\\_Gorilla\\_Agreement\\_Brief.html](http://www.iisd.ca/cms/brief/CMS_Gorilla_Agreement_Brief.html) [Accessed 15 November 2007]
- IISD (2007b). MEA Bulletin. 33. <http://www.iisd.ca/email/nea.htm> [Accessed 1 December 2007]
- IISD (2007c). *Earth Negotiations Bulletin*. 15 (149, 152). <http://www.mail-archive.com/enb@lists.iisd.ca/> [Accessed 7 December 2007]
- IISD (2007d). *Earth Negotiations Bulletin*. 16 (59). <http://www.iisd.ca/vol16/enb1659e.html> [Accessed 7 December 2007]
- IISD (2007e). *Earth Negotiations Bulletin*. 21 (61). <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb2161e.pdf> [Accessed 7 December 2007]
- IISD (2007f). MEA Linkages Bulletin. 23, 26, 36. <http://www.iisd.ca/nea-iv/> [Accessed 1 December 2007]
- IISD (2007g). MEA Linkages Bulletin. 28. <http://www.iisd.ca/nea-iv/> [Accessed 7 December 2007]
- IPCC (2007a). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp
- IPCC (2007b). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 851 pp
- IPCC (2007c). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp
- IPCC (2007d). *IPCC Fourth Assessment Report Summary for Policymakers of the AR4 Synthesis Report*. IPCC, Geneva
- IPEN (2007). International POPs Elimination Network Newsletter, June 2007. [http://www.ipen.org/ipenweb/news/cop3\\_report.pdf](http://www.ipen.org/ipenweb/news/cop3_report.pdf) [Accessed 7 December 2007]
- IUCN (2007a). *2007 Red List of Threatened Species*. IUCN - the World Conservation Union, Gland. Online at <http://www.iucn.org/themes/ssc/redlist.htm> [Accessed 20 November 2007]
- IUCN (2007b). *Galapagos Islands added to the World Heritage Danger List*. Press release. IUCN - the World Conservation Union, Gland JTWC (2007a) Current Northwest Pacific/North Indian Ocean\* Tropical Systems.
- International Alert (2007). *A climate of Conflict: The links between climate change, peace and war*. November 2007
- Joint Typhoon Warning Center <https://metocph.nmci.navy.mil/jtwc.php> [Accessed 7 June 2007]
- JTWC (2007b) *Current Northwest Pacific/North Indian Ocean\* Tropical Systems*. Joint Typhoon Warning Center <https://metocph.nmci.navy.mil/jtwc.php> [Accessed 16 November 2007]
- Kitchingman, A. and Lai, S. (2004). Inferences on potential seamount locations from mid-resolution bathymetric data. In *Seamounts: Biodiversity and Fisheries* (eds. Morato, T. and Pauly, D.). UBC Fisheries Centre, Vancouver
- Leakey, R. (2007). Conservation alone is not enough. BBC News , 10 September 2007. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/6983914.stm> [Accessed 20 November 2007]
- Lehman Brothers (2007). *The Business of Climate Change II: Policy is accelerating with major implications for companies and investors*. Lehman Brothers, September 2007
- Le Quééré, C., Rödenbeck, C., Buitenhuis, E.T., Conway, T.J., Langenfelds, R., Gomez, A., Labuschagne, C., Ramonet, M., Nakazawa, T., Metz, T., Gillett, N. and Heimann, M. (2007). Saturation of the Southern Ocean CO<sub>2</sub> Sink Due to Recent Climate Change. *Science*, 316, 1735 Mayhew, P., Jenkins, B.J. and Benton, T.G. (2007). A long-term association between global temperature and biodiversity, origination and extinction in the fossil record. *Proc. R. Soc. B*
- Meier, M.F., Dyurgerov, M.B., Rick, U.K., O'Neil, S., Pfeffer, W. T., Anderson, R. S., Anderson, S.P., Glazovsky, A.F. (2007). Glaciers Dominate Eustatic Sea-Level Rise in the 21st Century. *Science*, online. doi: 10.1126/science.1143906
- Morton, O. (2007). Is This What It Takes To Save The World? *Nature*, 447, 132
- NASA (2001). *Scientists: Future Atlantic Hurricane Picture is Highly Complex*. <http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/MediaAlerts/2001/200109205219.html> [Accessed 24 November 2007]
- NASA (2007c) *Tropical Cyclone Gonu*. [http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural\\_hazards\\_v2.php?img\\_id=14293](http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural_hazards_v2.php?img_id=14293) [Accessed 20 August 2007]
- NCDC (2007). *The Monthly Global (land and ocean combined into an anomaly) Index (degrees C)*. [ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/analomies/monthly/land\\_and\\_ocean.90S.90N.df\\_1901-2000mean.dat](ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/analomies/monthly/land_and_ocean.90S.90N.df_1901-2000mean.dat) [Accessed 19 November 2007]
- NORAGRIC (2006). Study to Assess the Feasibility of Establishing a Svalbard Arctic Seed Depository for the International Community. Centre for International Environment and Development Studies (NORAGRIC). 19 June 2006.
- NSIDC (2007) *Arctic Sea Ice News Fall 2007*  
[http://nsidc.org/news/press/2007\\_seaiceminimum/20070810\\_index.html](http://nsidc.org/news/press/2007_seaiceminimum/20070810_index.html) [Accessed 15 November 2007]
- Oxfam (2007). Climate Alarm: Disasters Increase Climate Change Bites. In: From Weather Alert to Climate Alarm, Oxfam International Briefing Paper, November 2007
- Pachauri, R.K. and Hazell, P. (2006). *Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges*. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Rahmstorf, S. (2007). A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. *Science*, 315, 368-70
- Rahmstorf, S., Cazenave, A., Church, J.A., Hansen, J.E., Keeling, R.F., Parker, D.E. and Somerville R.C.J. (2007). Recent Climate Observations Compared to Projections. *Science*, 316, 709
- Raupach, M.R., Marland, G., Ciais, P., Le Quééré, C., Canadell, J.G., Klepper, G. and Field, C.B. (2007). Global and regional drivers of accelerating CO<sub>2</sub> emissions. *Proc Natl Acad Sci* 104(24), 10288-93
- ReliefWeb (2007) Oman/Iran Cyclone Gonu, OCHA Situation Map No.1, 07 June, 2007. <http://www.reliefweb.int/rw/RWB.NSF/db900SID/JOPA-73YHLA?OpenDocument&rc=3&amid=TC-2007-000075-OMN> [Accessed 16 June 2007]
- ReliefWeb (2007b). Bangladesh: Disaster Management Information Centre situation report 08 Dec 2007 18:00 [http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900SID/THOU-79R2WL/\\$File/Ful\\_Report.pdf](http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900SID/THOU-79R2WL/$File/Ful_Report.pdf) [Accessed 1 December 2007]
- Sabine, C.L., Feely, R.A., Gruber, N., Key, R.M., Lee, K., Bullister, J.L., Wanninkhof, R. Wong, C.S., Wallace, D.W.R., Tilbrook, B., Millero, F.J., Peng, T.H., Kozyr, A., Ono, T., Rios, A.F. (2004). The oceanic sink for anthropogenic CO<sub>2</sub>. *Science* 305, 367
- Schuster, U. and Watson, A. (2007). A variable and decreasing sink for atmospheric CO<sub>2</sub> in the North Atlantic. *Journal of Geophysical Research*, 112, C11006
- Shepherd, A. and Wingham, D. (2007). Recent Sea-Level Contributions of the Antarctic and Greenland Ice Sheets. *Science* 315, 5818
- Shukman, D. (2007). Ice melt raises pressure tension. BBC News, 8 October 2007. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7033498.stm> [Accessed 1 November 2007]
- Skovmand, B. (2007). The Svalbard International Seed Depository. The Nordic Genebank, Norway. [www.ecpgr.cgiar.org/SteeringCommittee/SC10/InfNewDev/SISD.doc](http://www.ecpgr.cgiar.org/SteeringCommittee/SC10/InfNewDev/SISD.doc) [Accessed 30 November 2007]
- SPRFMO (2007a). *Draft Benthic Assessment Framework*. SPRFMO-IV-SWG-06. <http://www.southpacificfmo.org/event/fourth-meeting/?operation=documents> [Accessed 10 November 2007]
- SPRFMO (2007b). *Report of the Science Working Group*. <http://www.southpacificfmo.org/event/fourth-meeting/?operation=documents> [Accessed 15 November 2007]
- Tedesco, M. (2007). *NASA Finds Greenland Snow Melting Hit Record High in High Places*. [http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2007/greenland\\_recordhigh.html](http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2007/greenland_recordhigh.html) [Accessed 15 November 2007]
- TRAFFIC (2007). Fourteenth meeting of the Conference of the Parties: Interpretation and implementation of the Convention. Species trade and conservation issues: Elephants. <http://www.cites.org/eng/cop/14/doc/E14-53-2.pdf> [Accessed 7 December 2007]
- UN (2007a). UN Security Council 5663rd Meeting. Press Release. <http://www.un.org/News/Press/docs/2007/sc9000.doc.htm> [Accessed 7 December 2007]
- UN (2007b). The Future in our Hands: Addressing the Leadership Challenge of Climate Change. Press Release. <http://www.un.org/climatechange/2007highlevel/> [Accessed 13 December 2007]
- UNDP (2007). *Human Development Report 2007/2008, Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World*. United Nations Development Programme, New York
- UNEP (2007a). *Global Environmental Outlook 4: Environment for Development*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP (2007). Speech by Achim Steiner at the Opening of the 19th Meeting of the Parties to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=518&ArticleID=5667&en> [Accessed 3 December 2007]
- UN-Energy (2007). *Sustainable Bioenergy: A framework for Decision Makers*. United Nations Energy. <http://esa.un.org/un-energy/pdf/susdev/Biofuels.FAO.pdf> [Accessed 25 November 2007]
- UNFCCC (2007). UN Breakthrough on climate change reached in Bali. [http://unfccc.int/files/press/news\\_room/press\\_releases\\_and\\_advisories/application/pdf/20071215\\_bali\\_final\\_press\\_release.pdf](http://unfccc.int/files/press/news_room/press_releases_and_advisories/application/pdf/20071215_bali_final_press_release.pdf) [Accessed 17 December 2007]
- USCCSP (2007). *The First State of the Carbon Cycle Report (SOCCR): The North American Carbon Budget and Implications for the Global Carbon Cycle*. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research.
- UNGA (2007). Informal Consultative Process on the Institutional Framework for the United Nations' Environmental Activities: Co-Chair's Options Paper. <http://www.un.org/ga/president/61/follow-up/environment/EG-OptionsPaper.PDF> [Accessed 26 November 2007]
- USDA (2007). *USDA Global Conference on Agricultural Biofuels: Research and Economics*. Minneapolis, Minnesota August 20-22, 2007
- Willett, K.M., Gillett, N.P., Jones, P.D. and Thorne, P.W., Attribution of observed surface humidity changes to human influence. *Nature* 449, 710
- Williams, J.W., Jackson, S.T., and Kutzbach, J. E. (2007). Projected distributions of novel and disappearing climates by 2100 AD. *Proc Natl Acad Sci*, 104(14):5738-42
- WMO (2007) *WMO Greenhouse Gas Bulletin, No.3, November 23 2007*  
[http://www.wmo.ch/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/ghg\\_bulletin-3.pdf](http://www.wmo.ch/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/ghg_bulletin-3.pdf)
- WWF (2007). *A third of Borneo to be conserved under new rainforest declaration*. Press release, 12 Feb 2007. [http://www.panda.org/news\\_facts/newsroom/index.cfm?NewsID=93980](http://www.panda.org/news_facts/newsroom/index.cfm?NewsID=93980)
- Zhang, X., Zwiers, F.W., Heger, G.C., Lambert, F.H., Gillett, N.P., Solomon, S. Stott, P.A. and Nozawa, T. (2007). Detection of human influence on twentieth-century precipitation trends. *Nature*, online. doi:10.1038/nature06025



# SECCIÓN ESPECIAL

## **Unir las piezas:**

Utilización de los mercados y las finanzas  
para combatir el cambio climático

Introducción  
Asumir la responsabilidad  
Mercados de carbono: límites máximos y comercio  
El futuro de la comercialización de derechos de emisión  
El papel de los gobiernos

# Unir las piezas: Utilización de los mercados y las finanzas para combatir el cambio climático

Nuevos avances convergen como nunca antes se había visto para ofrecer una respuesta a la crisis climática. El sector privado se encuentra abordando con más frecuencia cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza, alentado por las presiones de la sociedad civil. Los gobiernos nacionales tienen la necesidad de facilitar estas respuestas mediante el establecimiento de normas, el apoyo a la investigación y el suministro de incentivos para la transición hacia una economía ambientalmente racional y baja en carbono, preservando, a la vez, la equidad y ayudando a los más pobres.

## INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas están agotando los recursos y produciendo desechos a un ritmo mucho más acelerado que el que poseen los sistemas naturales de la Tierra para regenerarlos y procesarlos. La preocupación con respecto a este problema es cada vez mayor, especialmente en el caso de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la crisis climática que éstas están causando. Los pensadores innovadores son conscientes de que los mecanismos comerciales, de mercado y financieros deben desempeñar un papel primordial, junto a los esfuerzos de la sociedad civil y el ímpetu que ha cobrado el tema en niveles subnacionales de gobierno. A medida que muchos gobiernos

nacionales se encuentran cada vez más preocupados por los efectos de los cambios climáticos, necesitan avanzar con políticas coordinadas y de apoyo para facilitar y acelerar las diferentes iniciativas ya en curso.

Según el Secretario General de la ONU Ban Ki-moon, "El cambio climático es una de las amenazas más complejas, multifacéticas y serias que enfrenta el mundo. La respuesta a esta amenaza se encuentra fundamentalmente ligada a las acuciantes preocupaciones por el desarrollo sostenible y la equidad mundial; por la vulnerabilidad y la capacidad de recuperación; por la economía, la reducción de la pobreza y la sociedad, y por el mundo que queremos dejar a nuestros hijos. . . No podemos seguir de

este modo por mucho tiempo más... No podemos continuar como hasta ahora. Ha llegado la hora de llevar a cabo una acción decisiva a escala mundial." (Ban 2007).

De acuerdo con el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, existe un 95 por ciento de probabilidad de que "...las actividades humanas hayan ejercido una influencia substancial neta de calentamiento sobre el clima desde 1750" (IPCC 2007). Estas actividades incluyen los procesos industriales, centrales eléctricas, transporte, producción agrícola -el desarrollo de un mercado mundial para bienes y servicios- que han incrementado el componente de gases de efecto invernadero en la atmósfera del planeta al extremo de causar un cambio climático. Al aumentar la población humana, 10 veces desde 1750, las aspiraciones de las personas han llevado a perseguir niveles de vida más altos que requieren mayor cantidad de productos de ese mercado mundial (IPCC 2007).

En octubre de 2007, el Cuarto Informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial concluyó que "Ha habido una asombrosa falta de sentido de la urgencia en abordar las emisiones de GEI... El cambio climático es un gran desafío mundial. Los impactos ya son evidentes y se proyecta que los cambios en la disponibilidad de agua dulce, la seguridad alimentaria y el aumento del nivel del mar afectarán de forma radical a varios millones de personas... Para prevenir futuros impactos provocados por el cambio climático se deben tomar medidas drásticas para reducir las emisiones provenientes de los sectores energético, de transporte, forestal y agrícola" (UNEP 2007).

El Informe sobre Desarrollo Humano para 2007/2008 del PNUD resalta los desafíos de equidad



Contaminación de la planta eléctrica a carbón Eggborough en Yorkshire, Reino Unido. El implacable crecimiento de la producción energética que depende del carbón -China espera construir 544 nuevas plantas eléctricas a carbón en la próxima década- presenta un alto desafío para evitar el cambio climático.

Fuente: C. James/ Still Pictures.

que se ven amplificados por el cambio climático: “El cambio climático es el tema determinante sobre desarrollo humano de nuestra generación... El cambio climático amenaza con erosionar las libertades humanas y limitar nuestras opciones. Pone en duda el principio de la Ilustración que dicta que el progreso humano hará que el futuro sea mejor que el pasado... En los países en desarrollo, millones de las personas más pobres del mundo ya se ven forzadas a sobrellevar los impactos del cambio climático... El mundo no carece de los recursos financieros ni de las capacidades técnicas para actuar. Si no logramos prevenir el cambio climático, será porque no fuimos capaces de fomentar la voluntad política para cooperar. Tal resultado representaría no sólo un fracaso en términos de creatividad y liderazgo político, sino también un fracaso moral sin precedentes en la historia” (UNDP 2007).

Lo que se encuentra en juego no tiene precedentes, el desafío es enorme. Sin embargo, el ingenio ya está creando nuevas herramientas y renovados enfoques para responder a la crisis que presenta el cambio climático. Gran parte de esta creatividad impulsada por el objetivo es el resultado de los avances logrados durante las últimas décadas en cuanto al concepto de relación entre progreso económico y estabilidad social.

Este artículo examinará algunos de los avances que han producido las presiones de la sociedad civil sobre el sector privado para abordar cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza. Estos avances convergen como nunca antes se había visto para ofrecer una respuesta a la crisis climática. Un argumento a favor de esto es que los gobiernos nacionales cumplen un importante papel en facilitar estas respuestas mediante el establecimiento de normas, el apoyo a la investigación, y el suministro de incentivos para la transición hacia una economía ambientalmente racional y baja en carbono.

### ASUMIR LA RESPONSABILIDAD

Los componentes de una sociedad saludable y sostenible se encuentran entrelazados. El uso eficiente de la tierra, el agua, la energía y otros recursos naturales respalda medios de subsistencia sostenible, hace que las empresas sean más productivas, y reduce los desechos y los costos de recolección. Los productos y condiciones laborales seguros atraen a clientes con conciencia y minimizan accidentes trágicos y costosos. La educación, la atención médica y la igualdad de oportunidades cultivan comunidades estables y una fuerza laboral

productiva. Una buena gobernanza, el imperio de la ley y derechos de propiedad definidos son esenciales para la seguridad, la eficiencia y la innovación (Porter y Kramer 2006).

Históricamente, la productividad económica se ha visto íntimamente relacionada al crecimiento del consumo energético, en particular la energía derivada de combustibles fósiles. Desde 1750, el desarrollo económico se ha visto literalmente alimentado por el desmonte forestal y la quema de madera, luego el carbón, el petróleo y el gas (IEA 2007). Sin embargo, es posible dissociar el crecimiento del uso del carbón. Un uso más eficiente puede estimular el crecimiento económico mientras se reduce el consumo total de energía, ya que la eficiencia energética posee un enorme potencial para abordar otros problemas de contaminación. Entre 1990 y 2005, algunas regiones industrializadas han logrado aparentemente esta disociación del consumo de carbono y la productividad nacional para reducir la intensidad de carbono, aunque la posible “tendencia” no se encuentra arraigada, ni está creciendo actualmente, según indican datos recientes (Lovins 2006, Raupach y otros 2007) (Véase Panorama general).

Con una creciente proporción de fuentes de energía sostenible, el vínculo entre el uso de la energía y las emisiones de gases de efecto invernadero puede cortarse. Las innovaciones en



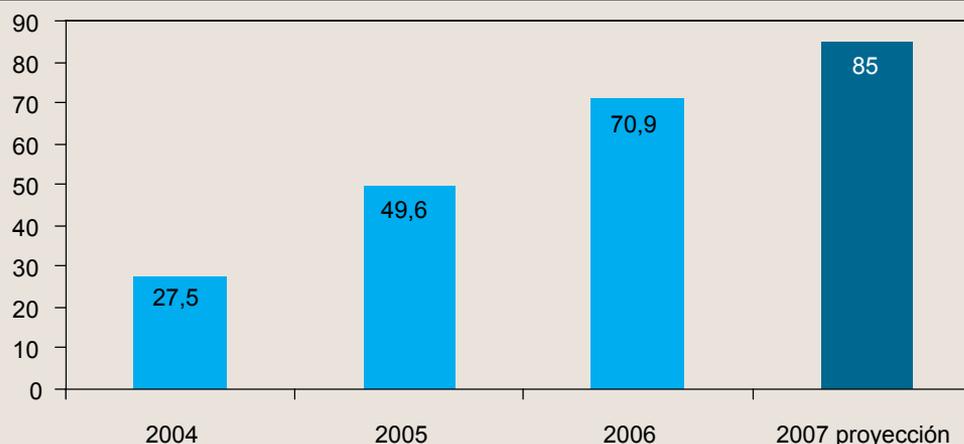
Turbina eólica en la región de Baja Sajonia en Alemania.

Fuente: H. Pieper/ Still Pictures.

tecnologías fotovoltaicas, sistemas geotermiales, micro hidrogenación, turbinas eólicas y otras fuentes de energía renovable desarrolladas en las últimas décadas muestran claramente que la contaminación no es un efecto secundario inevitable del desarrollo (**Figura 1**).

Existen respuestas a la amenaza del cambio climático en todo el mundo y a gran escala, que van

**Figura 1: Inversión mundial en energía sostenible, 2004-2007 (miles de millones de USD)**



La inversión mundial en energía sostenible tuvo un incremento de más del doble en un período de dos años, de 2004 a 2006, y continúa atrayendo importantes inversiones de capital en todas las etapas del ciclo de vida financiero, con una proyección de USD 85 mil millones para 2007.

Nota: Esta cifra representa únicamente nuevas inversiones, no incluye capital de riesgo ni compras y adquisiciones de capital privado.

Fuente: adaptado de Greenwood y otros 2007, *New Energy Finance* 2006.

## Recuadro 1: El Global 100 – Las empresas más sostenibles en el mundo

En 2004 Corporate Knights Incorporated e Innvest Strategic Value Advisors iniciaron 'Global 100', un proyecto de sociedad privada dirigido a llamar la atención de las empresas más sostenibles del mundo. Más específicamente, Global 100 investiga el papel de las empresas en la sociedad a fin de fortalecer las iniciativas de sostenibilidad empresarial existentes promoviendo compañías con mejor administración y desempeño, y también ayuda al público a entender a las corporaciones en un sentido más amplio.

Global 100 es básicamente una lista, publicada anualmente en el Foro Económico Mundial de Davos, que incluye un selecto grupo de empresas que cotizan en bolsa y que demuestran una excepcional capacidad para abordar los retos específicos de cada sector para lograr sostenibilidad. De acuerdo a la investigación y análisis realizado por Innvest, una consultora de inversión internacional radicada en los Estados Unidos, se evalúan las empresas conforme al nivel de efectividad con el cual gestionan sus riesgos y oportunidades ambientales, sociales y de gobernanza. De un grupo de alrededor de 1 800 empresas internacionales, cada compañía es analizada de acuerdo con 71 categorías específicas de evaluación y calificadas en relación a sus pares en la industria. Sin embargo, el proceso no evalúa compañías según su desempeño absoluto, ni asigna calificaciones de sostenibilidad absolutas, sino que la lista final de "los mejores de la clase" es simplemente publicada alfabéticamente. La razón de esto, de acuerdo a la metodología de Global 100, se debe a que diferentes industrias se enfrentan a un vasto número de distintas dinámicas sociales, ambientales y operativas y, por lo tanto, comparar una compañía con otra de sectores diferentes (es decir, petróleo y gas vs. telecomunicaciones) no daría una información fehaciente.

Las corporaciones utilizan cada vez más la sostenibilidad como un concepto de unificación para ayudar a entender asuntos complejos como el cambio climático, la diversidad biológica, los precios y la escasez de energía, la distribución de ingresos, la justicia social y la gobernanza. Mathew Kierman, Director Ejecutivo de Innvest, afirmó recientemente que las compañías de Global 100 son "...proactivas en su respuesta a las demandas de una mejor gestión de riesgos, como el cambio climático, por parte de inversores y accionistas." Ahora que comienza su cuarto año, los defensores de la iniciativa Global 100 consideran que las compañías líderes en sostenibilidad se encuentran bien posicionadas para capitalizar la emergente ola de inversión de capital, de billones de dólares, que resulta de un aumento del escrutinio y la acción reguladora del medio ambiente.

Fuente: Global100 2007

## Recuadro 2: Principios para la responsabilidad corporativa: Pacto Mundial

En el año 2000, con motivo del nuevo milenio, cerca de 30 empresas se suscribieron al Pacto Mundial, promovido por Naciones Unidas, sobre ciudadanía corporativa y que ejemplifica los esfuerzos ambientales, sociales y de gobernanza. Para comienzos de 2007, la cantidad de miembros había llegado a 3 800 entre gobiernos, empresas y organizaciones laborales y de la sociedad civil. Según los miembros del Pacto Mundial, las prácticas comerciales responsables pueden ayudar a desarrollar tanto el capital social como las ganancias, contribuyendo a un amplio desarrollo y a mercados sostenibles.

Para lograr sus objetivos, el Pacto Mundial pretende instalar diez principios para desarrollar actividades empresariales responsables en todo el mundo en las áreas de derechos humanos, empleo, medio ambiente y lucha contra la corrupción.

Las empresas deberían:

1. apoyar y respetar la protección de los derechos humanos proclamados internacionalmente
2. asegurar que no son cómplices de abusos a los derechos humanos
3. ratificar la libertad de asociación y el efectivo reconocimiento del derecho de negociación colectiva
4. ratificar la eliminación de toda forma de trabajo forzoso y obligatorio
5. ratificar la abolición efectiva del trabajo infantil
6. ratificar la eliminación de la discriminación en términos de empleo y ocupación
7. apoyar un enfoque preventivo para los desafíos medioambientales
8. llevar a cabo iniciativas que promuevan una mayor responsabilidad ambiental
9. fomentar el desarrollo y difusión de tecnologías aptas para el medio ambiente
10. luchar contra la corrupción en todas sus formas, entre las cuales se incluye la extorsión y el soborno

Fuente: Global Compact 2007

desde el seguimiento por parte de los gobiernos nacionales de los compromisos asumidos bajo el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), pasando por compromisos y asociaciones realizados por gobiernos subnacionales y municipales, hasta las iniciativas ascendentes motivadas por la sociedad civil y el sector corporativo (Walker 2007).

## Normas corporativas sobre cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza

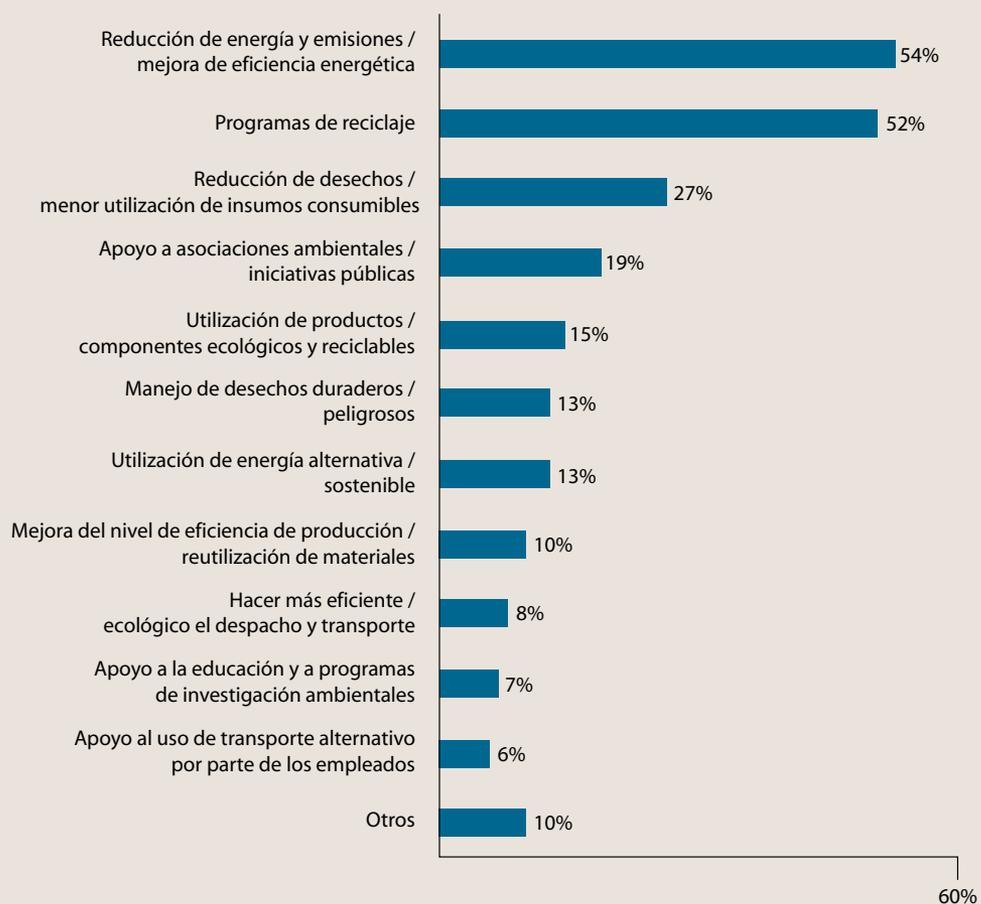
Algunas de las actividades más prometedoras se han dado en el sector privado, a través del establecimiento de normas corporativas que abordan cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza. Estos temas de preocupación son esenciales para el desarrollo sostenible. Durante la última década, el reconocimiento de la interdependencia existente entre ellos ha generado nuevos enfoques hacia problemas permanentes (**Recuadros 1 y 2**).

Hace una década, se recibieron con desconfianza los anuncios de muchas compañías sobre su apoyo a la sostenibilidad: acusaciones de 'engaño ecológico' criticaron la cantidad de dinero y tiempo que las compañías gastaban en publicitar sus credenciales ecológicas en lugar de hacerlo en prácticas ambientalmente racionales. A las críticas le siguieron acciones de asociaciones civiles de consumidores en contra de muchas compañías, entre las que se encontraron las involucradas en el suministro de petróleo, químicos, explotación forestal, minería, cosméticos y productos alimenticios.

Hoy en día, esa situación ha cambiado de manera radical. Cada vez más administradores consideran los beneficios reales a largo plazo de abordar temas ambientales, sociales y de gobernanza, beneficios que van más allá de simples consideraciones en cuanto a relaciones públicas. Con un pensamiento creativo, en general previa consulta con asesores de la sociedad civil, muchas empresas han descubierto que pueden proporcionar 'bienes' sociales que van más allá de sus productos y servicios. El principal ejemplo de ello han sido los esfuerzos corporativos por incrementar el nivel de eficiencia, reduciendo los costos energéticos y minimizando los desechos en todas sus operaciones (Lovins 2006) (**Figura 2**).

La mayor parte del compromiso del sector privado con respecto a los temas ambientales, sociales y de gobernanza es hoy en día sólida y se encuentra

**Figura 2: Iniciativas ambientales**



Resultados de una encuesta realizada entre 150 empresas que evidencia la importancia de las iniciativas ambientales dentro de los programas de Responsabilidad Social Corporativa. Los encuestados debieron describir las iniciativas ambientales en las que se encontraba involucrada su empresa o que habían sido planificadas para los 12 meses siguientes. La encuesta concluyó que el 70 por ciento de las empresas se encontraba activamente involucrado en diferentes iniciativas, siendo que el mayor número de compañías intentaba reducir su consumo total de energía.

Fuente: Montgomery y Prior 2007, AMR Research inc. 2007

apoyada en la acción. La última década fue testigo de la creación de diversas asociaciones industriales, empresas consultoras y cursos especializados de Maestría en Administración de Empresas diseñados para ayudar a las compañías a integrar la sostenibilidad a la estrategia y las operaciones. Entre tales emprendimientos se encuentra la Iniciativa de los Líderes Empresariales para los Derechos Humanos, que aborda las barreras que impiden que las empresas desempeñen un papel de apoyo a los derechos humanos universales. Otro ejemplo es la Iniciativa para la Transparencia de las Industrias de Extracción,

que apoya una mejor gobernanza en países ricos en recursos a través de la verificación y publicación completa de los pagos de las empresas y los ingresos gubernamentales surgidos de la explotación petrolera, gasífera y minera (BLIHR 2007, EITI 2007).

Esta nueva actitud de responsabilidad social corporativa (RSC) crea oportunidades en las cuales las empresas pueden utilizar "...valor compartido..." no sólo para fomentar el desarrollo económico y social, sino también para cambiar la forma en que las compañías consideran a la sociedad y viceversa", según afirma Michael Porter del Instituto para la

Estrategia y la Competitividad de la Escuela de Negocios de Harvard. Al analizarla estratégicamente, la RSC se desarrolla en una fuente de enorme progreso social, a medida que las empresas aplican su considerable cantidad de recursos, experiencia y conocimiento a actividades que benefician a la sociedad en su conjunto (Porter y Kramer 2006).

### **La responsabilidad social corporativa y los inversores**

La responsabilidad social corporativa se ha transformado en una importante credencial de negocios para atraer clientes y usuarios, aunque también puede generar ganancias a largo plazo y la atención de potenciales inversores. Los propietarios de activos institucionales, como los fondos de pensión, controlan hoy en día alrededor del 86 por ciento de las inversiones en todo el mundo (Ambachtsheer 2006). Muchos de los propietarios de estos activos institucionales son participantes importantes en sus respectivos mercados de capital y poseen un potencial significativo como para moldear el carácter del crecimiento económico.

Generalmente estos propietarios de activos institucionales son reacios al riesgo ya que su prioridad básica es la responsabilidad fiduciaria –los fideicomisarios están obligados a actuar y tomar decisiones de inversión para el beneficio a largo plazo de accionistas o beneficiarios. En pocas palabras, todo lo que pueda tener un impacto material sobre el valor de inversión del beneficiario debe ser tomado en cuenta a la hora de tomar una decisión de inversión (Ambachtsheer 2006, Hawley 2006, Walker 2007).

Hoy en día, es de amplio conocimiento que el cambio climático tiene un enorme efecto sobre los valores de inversión. Este conocimiento está comprendido dentro de los Principios para la Inversión Responsable de las Naciones Unidas, que reflejan la integración de objetivos ambientales, sociales y de gobernanza dentro del proceso de inversión, resultantes del desarrollo de un grupo de inversores en un proceso facilitado por la Iniciativa Financiera del PNUMA y el Pacto Mundial de la ONU. Entre los Miembros que han suscripto a los Principios se encuentran cerca de 240 propietarios de activos, administradores de activos y proveedores de servicios de inversión con activos combinados que suman más de 10 billones de dólares estadounidenses (PRI 2007).

Resulta significativo que estos propietarios de activos solicitan a sus administradores y analistas

que evalúen a las empresas de acuerdo con su gestión en materia de cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza. A través de estrategias de 'propiedad activa', los inversores se involucran con las empresas directamente solicitando mejoras en los objetivos ambientales, sociales y de gobernanza en algunas decisiones que los inversores consideran un

riesgo para el valor. Estas estrategias de inversión recompensan a las compañías que siguen las mejores prácticas ambientales, sociales y de gobernanza al elevar su perfil entre colegas inversores. Por el contrario, al aplazar recomendaciones, alientan a las empresas que no siguen dichas prácticas a mejorar su desempeño (**Recuadro 3**).

### Recuadro 3: Redes de inversores para abordar cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza

Existen muchas plataformas de colaboración a través de las cuales los inversores pueden ejercer presión sobre las empresas en cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza, como la crisis climática:

La Red Internacional de Gobernanza Corporativa (ICGN, según sus siglas en inglés) es una asociación sin fines de lucro que ofrece una red dirigida por inversores que intercambia puntos de vista e información sobre temas de gobernanza empresarial a nivel internacional, así como también desarrolla y alienta la adhesión a normas y lineamientos de gobernanza empresarial. La suscripción a la ICGN se encuentra abierta a aquellas personas comprometidas con el desarrollo de una buena gobernanza empresarial. Se estima que desde 2007, los miembros de la ICGN poseen valores por encima de los 10 billones de dólares estadounidenses (ICGN 2007).

El Consejo de Inversores Institucionales es la principal organización de derechos de accionistas de los Estados Unidos. Es una organización sin fines de lucro que incluye 130 fondos de pensión públicos, laborales y empresariales con activos que exceden los 3 billones de dólares estadounidenses. El Consejo trabaja en la educación de sus miembros y el público en general sobre gobernanza empresarial y para defender sólidas normas de gobernanza en asuntos que van de la compensación ejecutiva a la elección de directores corporativos (CII 2007).

El Grupo de Inversores Institucionales sobre Cambio Climático (IIGCC, según sus siglas en inglés) es un foro destinado a la colaboración entre fondos de pensión y otros inversores institucionales sobre temas relacionados con el cambio climático. El IIGCC tiene como objeto alentar a que las empresas y los mercados en los que invierten los miembros aborden todo riesgo material y las oportunidades que tienen sus negocios relacionados con el cambio climático y la transición hacia una economía baja en carbono (IIGCC 2007).

La Red de Inversores sobre Riesgos Climáticos (INCR, según sus siglas en inglés) es una red de inversores institucionales e instituciones financieras dedicadas a la promoción de un mejor entendimiento de los riesgos financieros y las oportunidades de inversión que plantea el cambio climático. La INCR tuvo su lanzamiento durante la primera Cumbre de Inversores Institucionales sobre Riesgo Climático en las Naciones Unidas en noviembre de 2003, y hoy en día reúne a más de 50 inversores institucionales que administran de manera colectiva más de 3 billones de dólares estadounidenses en activos. Los miembros comprometen a compañías y encargados de la adopción de políticas a través de foros educativos, resoluciones de accionistas, y otras acciones que aseguran la salud de sus inversiones a largo plazo (INCR 2007).

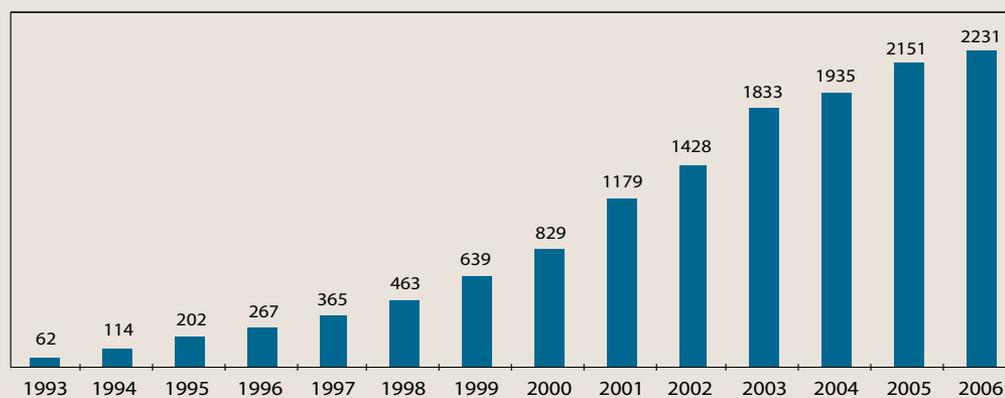
Sin embargo, aquí también, el concepto de responsabilidad está evolucionando. Mientras que continúa el debate acerca de 'ante quién' es responsable la empresa –los accionistas o todas las partes interesadas– la mayor comprensión de las interdependencias de la economía mundial agrega una nueva dimensión a la idea de responsabilidad. Aquellos que poseen responsabilidad fiduciaria deben ser conscientes de nuevas pero persistentes condiciones que pueden afectar el valor de inversión. En nuestro mundo globalizado y limitado en recursos, estas condiciones incluyen: el agua como producto básico, los bosques para la captación de carbono, la diversidad biológica como recurso para innovaciones futuras, buenas relaciones comunitarias como un activo, y un valor agregado por la legislación sobre medio ambiente y normas laborales. Además, en nuestro mundo globalizado e intercomunicado, los ciudadanos actúan como testigos de las actividades corporativas y transmiten sus descubrimientos a



Ecuador está intentando buscar una compensación por el costo de preservar una porción de la selva amazónica y abandonar el desarrollo de un gigantesco yacimiento petrolífero que podría generar ingresos por USD 350 millones. El Presidente ecuatoriano Rafael Correa sostiene que la comunidad internacional tiene el deber de compartir el sacrificio en reconocimiento de los beneficios ambientales mundiales que se generarían al dejar intacta la selva y el subsuelo petrolífero.

Fuente: P.C. Vega/ Majority Wor

Figura 3: Crecimiento de informes de responsabilidad social corporativa 1993-2006



Nota: Los datos indican el número de empresas con informes de RSC, de un total estimado de 3644 empresas en 91 países.

Fuente: Greenwood y otros 2007, CorporateRegister.com 2007

una comunidad mundial cada vez más consciente. Debido a la falta de dedicada atención a los riesgos y oportunidades vinculadas a cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza, las empresas corren el riesgo de tomar decisiones equivocadas con consecuencias negativas a largo plazo sobre carteras de las que dependen muchos miles de personas. Una de las maneras en que los ciudadanos pueden monitorear las actividades empresariales es siguiendo sus informes de RSC (Walker 2007) (Figura 3).

La inversión responsable se está trasladando hacia un concepto de 'propiedad universal', el cual reconoce que grandes instituciones como los fondos de pensión poseen intereses en una importante porción representativa de la economía mundial a través de diversificadas carteras de acciones, bonos y otro tipo de activos.

Este nivel de diversificación implica que los inversores en estos fondos poseen pequeñas fracciones de casi toda la economía de mercado, de manera que si una empresa en la que poseen acciones contamina, se podrían ver afectadas las ganancias de otra compañía en la que también poseen acciones. En un lenguaje más formal, los retornos sobre la inversión total de un fondo se

verán afectados por las externalidades positivas y negativas generadas por sus carteras de acciones: algunas carteras de acciones cargarán los costos de las externalidades de otras. Si ninguna de las empresas en las que poseen acciones contamina, habrá menos contaminación que dañará los intereses de otras empresas en las que poseen acciones (Ambachtscheer 2006).

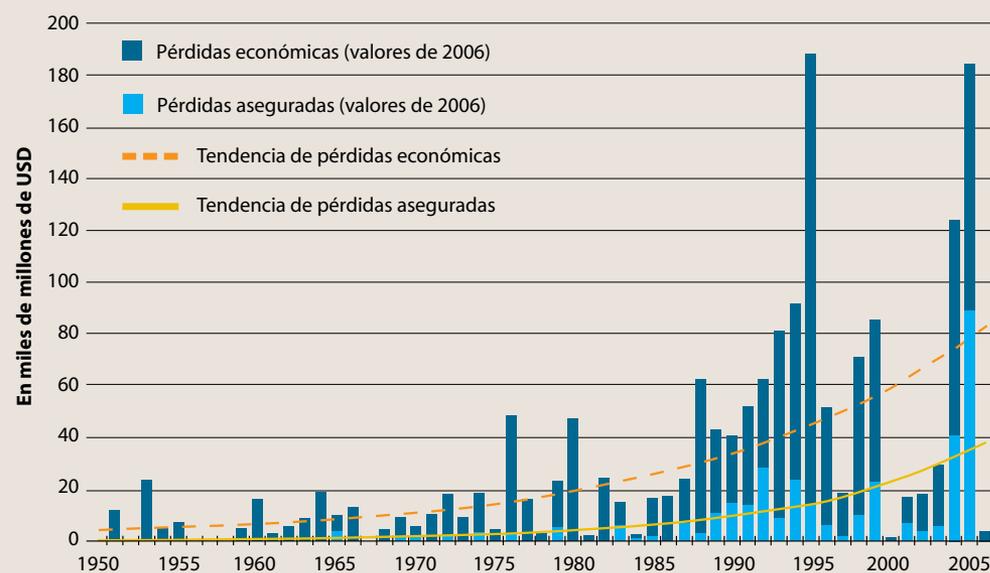
Lo más interesante es que los propietarios universales tienen un incentivo para minimizar los efectos externos negativos (como la contaminación o el trabajo esclavo) y para maximizar los efectos externos positivos (como la responsabilidad social corporativa) que influyen en cada una de sus carteras de acciones. Tal enfoque minimiza los riesgos y optimiza los retornos a largo plazo de todos los inversores.

### La responsabilidad corporativa y la economía de carbono

Los sectores del seguro y reaseguro son particularmente conscientes de las amenazas del cambio climático y responden a ellas, pues cuanto más inclementes son las inundaciones o las sequías, más deben pagar en seguros. Si asumen un alto riesgo, y deben pagar grandes cantidades, las compañías de seguro, y los

reaseguradores que las asisten, pueden quebrar. La participación de estos sectores creció a través de la suscripción a comités nacionales e internacionales del Decenio Internacional para la Reducción de Desastres durante los años noventa, cuando se tornó evidente la relación entre el aumento de los costos vinculados con desastres climáticos y el cambio climático. Desde sus orígenes, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático ha recibido la contribución y participación de representantes del área de seguros. Munich Re, una de las reaseguradoras más importantes del mundo, ha lanzado la Iniciativa de Seguros de Clima de Munich, con el objeto de desarrollar soluciones de seguro diseñadas para afrontar las crecientes pérdidas provocadas por acontecimientos climáticos extremos, especialmente en países en desarrollo (Munich Re 2007) (Figura 4) (Recuadro 4).

**Figura 4: Costos mundiales provocados por acontecimientos climáticos extremos desde 1950 a 2006 (ajustado por inflación)**



Fuente: IPCC 2001, Rauch 2007

#### Recuadro 4: Microseguro: Apoyo al emprendimiento en países en desarrollo

La Alianza de Pequeños Estados Insulares (APEI) propuso por primera vez la idea de soluciones relacionadas con los seguros para enfrentar los efectos del cambio climático en 1991, mediante un fondo financiado por países industrializados. Tanto el Artículo 4.8 de la UNFCCC como el Artículo 3.14 del Protocolo de Kyoto convocan a los países industrializados a facilitar que los países en desarrollo puedan reaccionar frente al cambio climático, y el seguro se menciona como una opción.

Los datos de coberturas de seguros internacionales demuestran que el acceso al seguro varía de manera significativa. Las coberturas contra catástrofes rara vez se encuentran siquiera disponibles en África, Asia y América Latina, y se adquieren aún menos. Se ha estimado que de los 2 500 millones de habitantes en todo el mundo que disponen de menos de dos dólares por día, sólo 10 millones pueden afrontar el costo de un seguro.

Los analistas sugieren tres razones para explicarlo. En primer lugar, existen muchas personas que no pueden costear un seguro. En segundo lugar, no existe, por lo general, la infraestructura necesaria, especialmente en zonas rurales. Y por último, el concepto de seguro comercial prácticamente se desconoce en algunas culturas.

El microseguro puede desempeñar un papel importante para afrontar estos obstáculos. Un comienzo exitoso se está produciendo en los sectores agrícolas de países en desarrollo: se están desarrollando esquemas de seguro de clima basados en índices de precipitaciones. La cobertura se paga si las precipitaciones caen por debajo de un cierto nivel dentro de un período determinado. De esta manera, los productores pueden estar protegidos contra los efectos de las sequías, las cuales, según se pronostica, aumentarán debido al cambio climático (Munich Re 2007, UNEP FI 2006).

Para la mayor parte de los encargados de la toma de decisiones dentro de las empresas, lo más importante es saber si sus decisiones optimizan las ganancias de los accionistas. La evidencia sugiere que los niveles más altos de responsabilidad social corporativa están vinculados a altos niveles de ganancias. Un informe publicado en julio de 2007 por Goldman Sachs, uno de los bancos de inversión líderes en el mundo, demostró que entre seis sectores cubiertos –energía, minería, siderurgia, alimentos, bebidas y medios de comunicación– las compañías consideradas líderes en la implementación de políticas ambientales, sociales y de gobernanza desarrollaron una ventaja competitiva sostenida y superaron en un 25 por ciento al mercado accionario general desde agosto del 2005. Además, el 72 por ciento de estas compañías superó a sus pares dentro de la misma industria durante el mismo período (Goldman Sachs 2007).

Las compañías con mejor desempeño abordan con mayor frecuencia la contribución que realizan al cambio climático como parte integral de su RSC. El FT500, recopilado anualmente por el periódico Financial Times, es el ranking de las 500 principales empresas en el mundo según sus ganancias. El Proyecto de Divulgación sobre el Carbono (CDP, según sus siglas en inglés), proyecto sin fines de lucro, ha realizado un seguimiento del compromiso

del FT500 en asuntos relativos al cambio climático desde el año 2000. En su informe 2007, el CDP revela que el 77 por ciento de las empresas integrantes del FT500 divulga su desempeño en cuanto al carbono. El 76 por ciento de estas 383 empresas está implementando iniciativas para la reducción de emisiones de GEI, lo que representa un aumento radical comparado con el 48 por ciento registrado en 2006. Las tasas más altas de divulgación de carbono la lograron las empresas que más carbono producen –industrias petrolífera y gasífera, empresas internacionales de electricidad, compañías eléctricas de los Estados Unidos, y los sectores metalúrgico, minero y siderúrgico. La participación en el Proyecto de Divulgación sobre el Carbono representa 41 billones de dólares estadounidenses en inversiones institucionales (CDP 2007 Report) (Figura 5).

¿Cómo implementan estas gigantescas corporaciones la reducción de emisiones de GEI? Lo hacen de la misma manera que lo realizan los individuos. En primer lugar, reducen sus emisiones tanto como pueden mediante un incremento de la eficiencia y el seguimiento del análisis de la relación costo/beneficio. Cuando llegan al punto en el que el costo por reducir las emisiones se torna demasiado alto, buscan mercados de carbono para compensar su carga de carbono remanente. Una compensación es una compra de

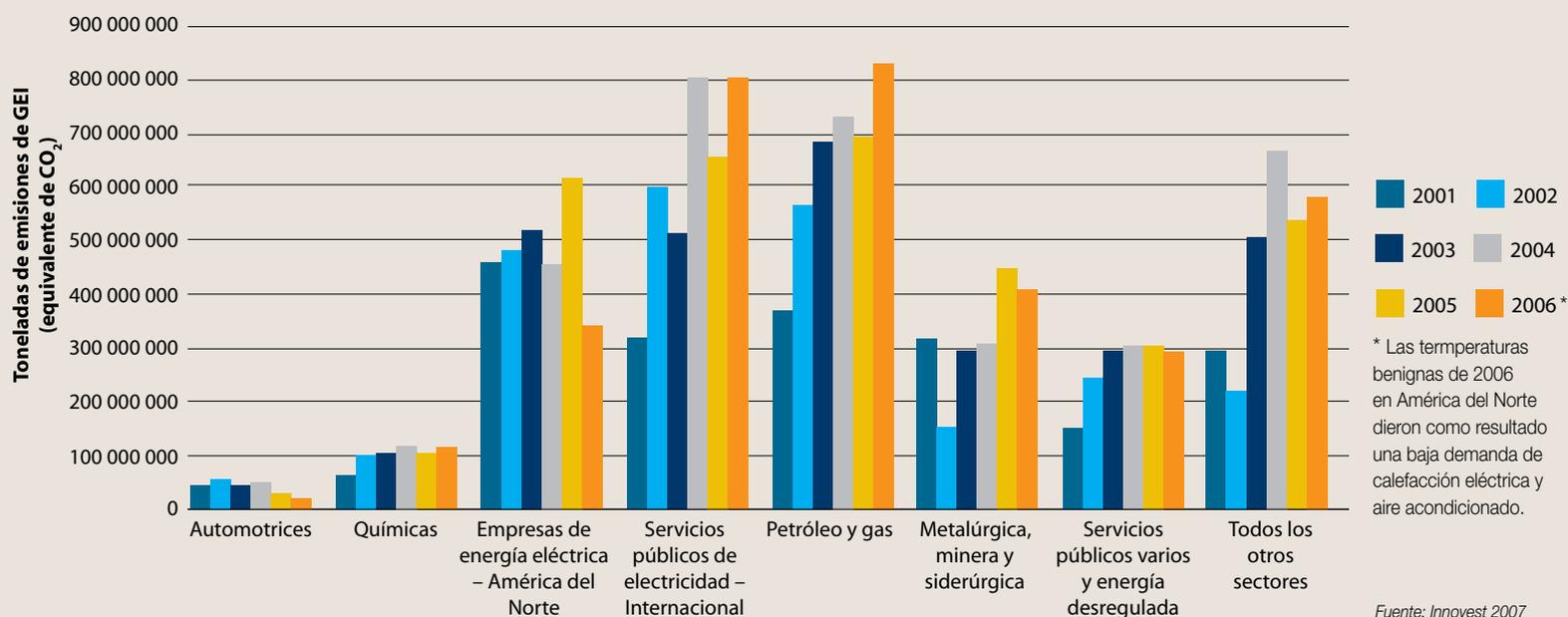
un producto básico que contrarresta la emisión de carbono. Cuanto más cara es la compensación, mayor es la probabilidad que tiene la empresa de reducir sus emisiones dentro de su operativa. Si la empresa opera en un país comprometido con el Protocolo de Kyoto, entonces se ve sujeta a verificaciones específicas a nivel nacional sobre sus propias reducciones y a reglas de compensación especiales establecidas por el gobierno.

En teoría, la compra de compensaciones se tornará más costosa con el paso de los años por el diseño del mercado de emisiones, mientras el costo por reducir emisiones disminuirá por el uso de nuevas tecnologías y la introducción de niveles de eficiencia más altos.

### MERCADOS DE CARBONO: LÍMITES MÁXIMOS Y COMERCIO

El precio del carbono lo establece el creciente mercado mundial de compensaciones de carbono. El modelo utilizado para establecer mercados de carbono fue el mercado de azufre en los Estados Unidos. En 1990 los legisladores estadounidenses establecieron un límite a nivel nacional para las emisiones de dióxido de azufre, con un requerimiento de reducción final del 50 por ciento. Bajo un régimen de dirección y control convencional, las empresas eléctricas a carbón no hubieran tenido prácticamente opción sino comprar

Figura 5: Emisiones industriales altas en carbono, 2001– 2006



costosas tecnologías de control de la contaminación para alcanzar las metas más bajas. En cambio, se adoptó el sistema de mercado de 'límite máximo y comercio'. Las empresas de servicios públicos podían optar entre reducir las emisiones directamente o comprar derechos de emisión a otras empresas que ya habían reducido sus emisiones incluso por debajo de sus metas. Las compañías se vieron motivadas a reducir las emisiones dado que podían vender los derechos de emisión que no utilizaban, mientras que las que no efectuaban recortes debían comprar más derechos de emisión o hacer frente a elevadas multas (IETA 2007).

### Creación de un producto básico a partir de las emisiones de carbono

En 1997 el Protocolo de Kyoto estableció compromisos para la reducción de emisiones equivalentes de dióxido de carbono para países industrializados. Una vez que el país ratificara el Protocolo, estaría obligado a cumplir con esos compromisos durante el período que se extiende desde 2008 a 2012. Para ayudar a que las partes cumplieran con sus compromisos, el Protocolo estableció tres mecanismos –el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), la Aplicación Conjunta (AC), y el Comercio de Derecho de Emisión. Estos elementos

fueron diseñados para reducir las emisiones y, con igual nivel de importancia, para apoyar el desarrollo sostenible (UNFCCC 2007).

Existen muchos mercados de carbono hoy en día y, en su mayoría, estos mercados comercializan de manera independiente unos de otros y a diferentes niveles de precio. A medida que ingresan en el esquema de transacción de derechos de emisión de la Unión Europea mayor cantidad de créditos MDL y AC, los precios en estos mercados pueden, eventualmente, llegar a converger. Los precios y los volúmenes de transacciones reflejan muchos factores, entre los que se incluyen diferencias en las exigencias de límites máximos de emisiones, normas de cumplimiento, costos de transacción, monitoreo de proyectos y auditoría. Así como ocurre con los billetes, el papel en sí no tiene valor: los créditos de carbono sólo tienen valor en relación a la credibilidad de la organización que los respalda (Victor y Cullenward 2007).

### Mecanismo de desarrollo limpio

El mecanismo de desarrollo limpio ha sido diseñado para estimular reducciones de emisiones de carbono y para apoyar el desarrollo sostenible, así como para permitir cierto nivel de flexibilidad a los países industrializados en el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones. Los productos básicos

comercializados en el mercado de MDL son Certificados de Reducción de Emisiones (CER), medidos en un equivalente a toneladas métricas de CO<sub>2</sub>.

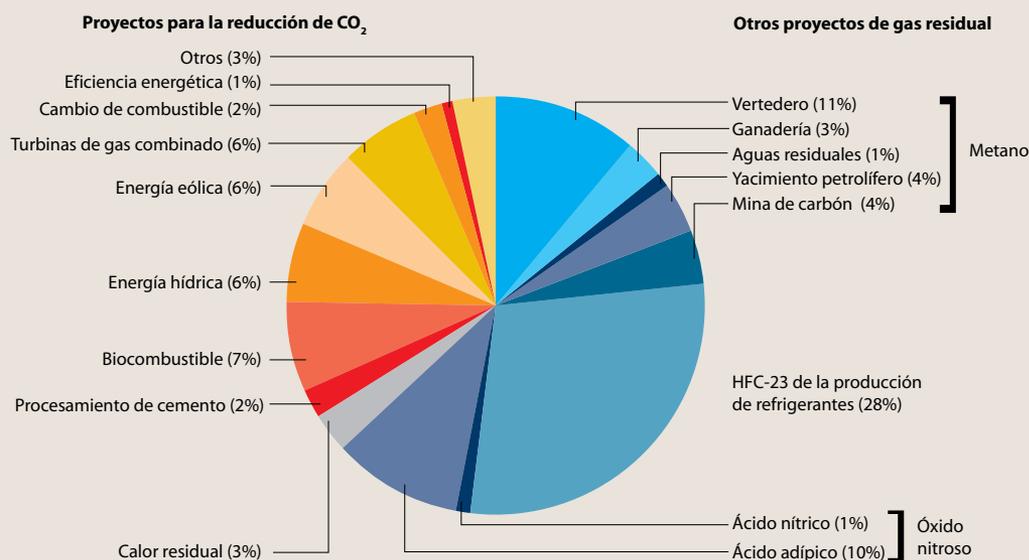
El esquema MDL se lanzó en noviembre de 2001. El primer proyecto se registró alrededor de tres años más tarde y el primer CER se lanzó en octubre de 2005. El mecanismo permite que los proyectos de reducción de emisiones en países en desarrollo puedan ganar una cantidad de CER que luego los participantes del proyecto pueden vender en países industrializados. Los proyectos van de granjas eólicas a instalaciones hidroeléctricas e incluyen proyectos para mejorar el nivel de eficiencia energética o para reducir los gases de efecto invernadero industriales distintos de CO<sub>2</sub>. Más tarde se adoptaron reglas para tipos de proyectos adicionales: proyectos de forestación y reforestación a gran escala en diciembre de 2003, de forestación y reforestación a pequeña escala en diciembre de 2004, y programas (o paquetes) de actividades de reducción de emisiones en diciembre de 2005 (**Figura 6**). Para ser aprobados, los proyectos deben atravesar un estricto proceso de registro establecido con el objeto de asegurar reducciones de emisiones reales y mensurables, adicionales a las que hubiera habido sin la existencia del proyecto.

El mecanismo es supervisado por un comité ejecutivo, que responde en última instancia a los países que han ratificado el Protocolo de Kyoto. Desde el 28 de noviembre de 2007, se han registrado 852 proyectos de 49 países. Se espera que estos proyectos generen una ganancia de 1 080 millones de dólares estadounidenses en CER para el final del primer período de compromiso de Kyoto en 2012.

Se estima un equivalente en CER de más de 2 500 millones de dólares estadounidenses si se incluyen los proyectos en trámite de aprobación (UNFCCC 2007). El Comité Ejecutivo del MDL ha emitido 85,9 millones de dólares estadounidenses en CER desde octubre de 2007 (CDM EB 2007). A pesar de que el MDL ha experimentado un comienzo lento, el mecanismo ha logrado un buen ímpetu con más de 2 600 proyectos en trámite a nivel mundial (UNFCCC 2007).

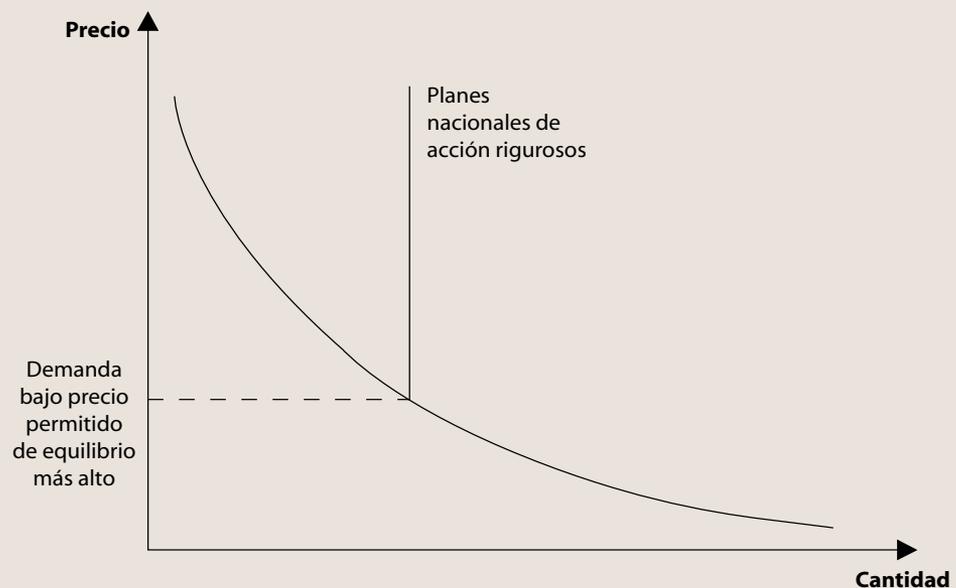
Algunas ONG ambientalistas y observadores del mercado han expresado sus dudas acerca de la integridad ambiental de algunos de estos CER y, por lo tanto, de su importancia para un verdadero desarrollo sostenible. Casi el 40 por ciento de los actuales proyectos de MDL está concentrado en la reducción de gases industriales, como el HFC-23 y el N<sub>2</sub>O. El 25 por ciento del total de CER pagados para destruir HFC-23

**Figura 6: Proyectos existentes en el mercado mundial de carbono**



Fuente: Wara 2007

**Figura 7: Curva de costo marginal de la reducción de la oferta y demanda de derechos de emisión de carbono**



La curva ilustra las relaciones entre el volumen total de derechos de emisión de carbono disponibles según el RCDE UE, el costo marginal de reducción de carbono y la cotización estimada de los derechos de emisión en el mercado libre.

La curva del costo marginal de reducción determina la demanda de derechos de emisión, y proyecta la manera en que el costo marginal de reducciones adicionales se incrementa a medida que disminuye la cantidad disponible de derechos de emisión. La curvatura indica cuánto más difícil resulta cada unidad adicional de reducción a medida que la misma se incrementa. El precio de un derecho de emisión se establecerá en el punto de intersección de esta curva con la existencia fija de derechos de emisión.

Fuente: Frontier Economics 2006

es un ejemplo comúnmente utilizado para discutir los objetivos de desarrollo sostenible en proyectos de MDL. En los países en desarrollo, las industrias producen un refrigerante, el HCFC, presentado a principios de la década de los años noventa como un elemento mágico para reemplazar al refrigerante CFC que reduce la capa de ozono. Sin embargo, la producción de HCFC crea como efecto secundario un gas llamado HFC-23, con un potencial de producción de calentamiento global de 11 700. Esto implica que la reducción de emisiones de una tonelada métrica de HFC-23 es equivalente a la reducción de 11 700 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>. Para las compañías productoras de refrigerante es relativamente barato instalar un incinerador para quemar el HFC-23 y, una vez convertido en CER, cada tonelada métrica de HFC-23 destruida puede venderse como 11 700 créditos de carbono. Según afirman los analistas, el total de HFC-23 podría ser eliminado por 30 centavos de dólar por tonelada métrica proporcionando

los incineradores y pagando a los productores para que capten y destruyan el HFC-23 en lugar de comprarlos créditos de MDL a alrededor de 15 dólares la tonelada métrica (Wara 2007).

Los defensores del MDL argumentan que hasta la fecha los CER, especialmente los utilizados para la destrucción de HFC-23, han sido la oportunidad más asequible y que se emprenderán actividades más rigurosas. El concepto de oportunidad más asequible o proyecto más redituable ha sido siempre entendido como un incentivo para involucrar a los participantes escépticos en los comienzos del desarrollo del mercado de MDL. En un mercado nuevo, las distorsiones son inevitables y se reducirán al permitir que el mercado logre un equilibrio.

#### Aplicación conjunta

A través de la Aplicación Conjunta, un país con un compromiso de reducción de emisiones bajo el

Protocolo de Kyoto puede involucrarse en un proyecto de reducción de emisiones en cualquier otro país que también haya asumido un compromiso, contabilizando, para el cumplimiento de su propia meta de Kyoto, su participación en la reducción de emisiones resultante. Los proyectos de Aplicación Conjunta generan Unidades de Reducción de Emisión (URE), cada una equivalente a una tonelada métrica de CO<sub>2</sub>.

El mecanismo es similar al MDL en cuanto a la verificación y supervisión, pero apunta a proyectos en países industrializados, especialmente con economías en transición. De la misma forma que con el MDL, las reducciones deben ser reales, mensurables y adicionales a las que hubieran ocurrido sin el proyecto. El mecanismo de Aplicación Conjunta tiene un comité supervisor, bajo control de las Partes en el Protocolo. El proceso de verificación de Aplicación Conjunta solo ha estado en funcionamiento desde principios de 2007, de manera que la evaluación del proyecto es limitada y las primeras URE serán emitidas en 2008 (JI 2007).

#### Emisiones de carbono como producto básico en el mercado de cumplimiento

El Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (RCDE UE) es el sistema multinacional de comercio de derechos de emisiones de gases de efecto invernadero mayor del mundo. El régimen, del que participan los 25 miembros de la Unión Europea, comenzó su funcionamiento el 1 de enero de 2005. Se requiere la participación de fuentes de emisión de GEI especiales a través de reglamentaciones establecidas por los países que adoptaron los compromisos como Partes en el Protocolo de Kyoto.

Bajo este sistema, los grandes emisores de dióxido de carbono dentro de la UE deben monitorear e informar anualmente sus niveles de emisión de CO<sub>2</sub>, y se encuentran obligados a dar cuenta a sus gobiernos anualmente de una cantidad de derechos de emisión equivalente a sus emisiones de CO<sub>2</sub> en dicho año. Los emisores pueden recibir gratuitamente sus derechos de emisión de parte del gobierno o pueden comprarlos a otros. Si un emisor recibe más derechos de emisión de los que necesita, puede venderlos a cualquiera.

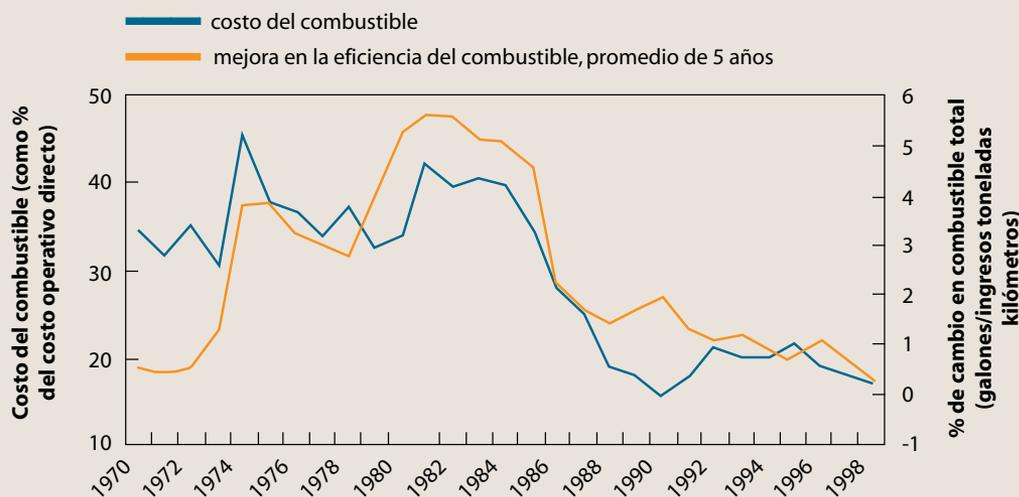
Para asegurar que surja un comercio real (y que las emisiones de CO<sub>2</sub> se reduzcan), los gobiernos de la UE deben asegurarse que la cantidad total de derechos de emisión entregada a los emisores sea menor que la cantidad que se hubiera emitido en un



Estela de escape de un avión comercial. El dióxido de carbono es el principal GEI emitido por un avión, aunque estos también eliminan vapores de agua y óxido nítrico. Se estima que los 16 000 aviones a chorro comerciales existentes en el mundo producen 600 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono por año, casi la misma cantidad producida por la totalidad de actividades humanas al año en África.

Fuente: J. Khandani/ Still Pictures

**Figura 8:** Evolución del costo del combustible y eficiencia total de combustible de las empresas de transporte aéreo de la UE



Este gráfico ilustra el efecto histórico que han tenido los precios del combustible en los cambios totales de eficiencia en el uso de combustible en el sector de la aviación. Debido a la relación directa entre la quema de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>, la cifra también demuestra la relación entre los aumentos en el combustible y las mediciones de eficiencia en el uso de combustible que trae aparejado menores emisiones de CO<sub>2</sub>. La incorporación de la industria de la aviación al RCDE UE debería estimular la creación de una mayor cantidad de medidas permanentes destinadas a la eficiencia en el uso de combustible.

Fuente: Frontier Economics 2006

escenario corriente. La cantidad total a asignarse por parte de cada Estado Miembro se define en el Plan Nacional de Asignación (PNA) de Estado Miembro. No obstante, en la etapa piloto de 2005 a 2007, los países asignaron demasiados derechos de emisión, con lo que muchas compañías sacaron provecho vendiéndolos a empresas en países más restrictivos en la asignación, por lo que, de hecho, las emisiones no se redujeron (Figura 7).

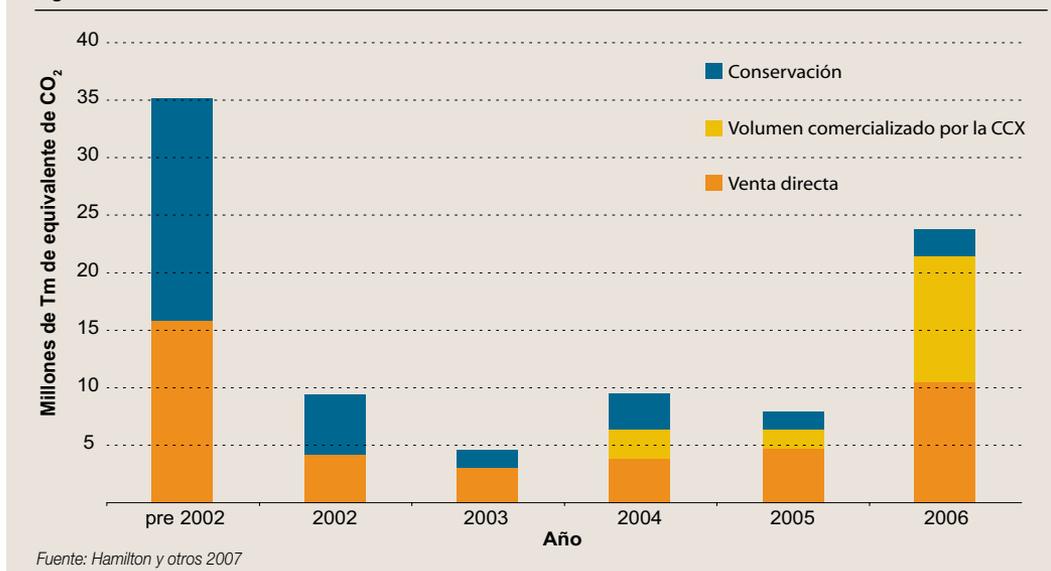
En esta etapa 2005-2007, el RCDE UE incluyó 12 000 grandes emisores, que representaban aproximadamente el 40 por ciento de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la UE, dedicadas a actividades energéticas (instalaciones de combustión, refinerías de petróleo mineral, hornos de coque); producción y procesamiento de metales ferrosos; industria mineral (clinker de cemento, ladrillos de vidrio y cerámica), y actividades de producción de celulosa, papel y cartón.

La segunda fase, que va de 2008 a 2012, extenderá el alcance de manera significativa. Se incluirán todos los gases de efecto invernadero, no solamente el CO<sub>2</sub>; se espera incluir también las emisiones producidas por la aviación. Además, se espera que cuatro estados que no forman parte de la UE, Noruega, Islandia, Liechtenstein, y Suiza, se incorporen al sistema. La incorporación de la aviación representa un importante paso debido al enorme y rápido crecimiento de las emisiones del sector. Se espera que dicha incorporación traiga aparejado un incremento en la demanda de derechos de emisión de aproximadamente 10 a 12 millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> por año (ETS 2007, Point Carbon 2007) (Figura 8).

Los esfuerzos realizados para establecer vínculos directos entre el RCDE UE y los sistemas MDL y AC (mediante la aplicación frecuente de CER producidos mediante MDL, y de URE producidas mediante AC para compensar los déficits de derechos de emisiones de países de la UE) se ven sujetos a cuestiones de integridad ambiental.

Cuando se sugirió una vía rápida para acceder a los créditos de MDL y AC para poder cumplir con los compromisos de los miembros de la UE, representantes de asociaciones civiles cuestionaron si eso no disminuía el incentivo para lograr la reducción local de emisiones dentro de la UE. El argumento sostiene que si esas reducciones se logran localmente, producirán beneficios adicionales para los europeos, tales como un aire más limpio, más empleos, nuevas

**Figura 9: Volúmenes históricos comercializados en el mercado de carbono voluntario**



tecnologías y una transición hacia una economía ambientalmente racional. Según sostienen algunos críticos, la vía rápida entre el RCDE y el MDL y AC es una 'indulgencia plenaria' moderna. Aquellos que cuentan con dinero pueden evitar el desafío, lo único que deben hacer es comprar suficientes CER o URE y así darse el gusto, mientras el dinero alcance (CAN-E 2007).

Luego de largas negociaciones, la sociedad civil, representada por la Red de Acción por el Clima de Europa, acordó la vía rápida con la advertencia de que todos los CER y URE comprados para cumplir con los compromisos de la UE debían ser ambientalmente racionales y compatibles con la sostenibilidad. Desafortunadamente, esta condición no fue incluida en el texto final sobre vínculos directos (CAN-E 2007).

### La reducción de carbono en sistemas voluntarios

Los mercados voluntarios de reducción de emisiones incluyen el intercambio de productos básicos que se realiza dentro de transacciones legalmente obligatorias y compañías u organizaciones que venden compensaciones directamente. Los intercambios están regidos por rigurosas normas y ofrecen a las empresas compensaciones verificables. Las organizaciones que realizan la venta directa varían en fiabilidad, pero se están realizando esfuerzos para imponer normas al respecto (**Figuras 9 y 10**).

### Mercado de compensación obligatoria

La Bolsa del Clima de Chicago (CCX, según sus siglas en inglés) se ha transformado en el modelo para otros mercados voluntarios de carbono establecidos en el Reino Unido, Australia, la India, y Canadá. Los fundadores de la CCX habían participado del establecimiento del sistema de transacción de azufre de los Estados Unidos y en la negociación de los mecanismos financieros del Protocolo de Kyoto. A pesar de que los Estados Unidos no ratificaron el Protocolo, ellos lanzaron la Bolsa en 2003. En 2007, la CCX cuenta con más de 330 miembros entre empresas, ciudades, estados y otras entidades de países desarrollados y en desarrollo. Los miembros de la Bolsa firman contratos obligatorios para participar en el programa de límites máximos y comercio administrado por la Bolsa.

Una de las principales motivaciones de los participantes de la CCX es la experiencia de aprendizaje sobre mercados de carbono que ésta ofrece, anticipando las reglas de límite máximo y comercio que se esperan para el futuro (Fahey 2007). Estos participantes también gozan del beneficio de demostrar su papel de vanguardia en temas de responsabilidad social corporativa. Entre estos miembros encontramos municipalidades, productores de energía eléctrica, empresas automotrices, minas de carbón, empresas forestales y siderúrgicas, en los Estados Unidos, Brasil, Alemania, Canadá y otros países (CCX 2007).

Los miembros de la CCX firman un compromiso voluntario pero legalmente obligatorio de cumplir con las metas anuales de reducción de emisiones de GEI que han asumido de acuerdo a un programa acordado. Aquellos que logran reducciones mayores a las metas acordadas cuentan con un superávit de derechos de emisión que pueden vender o preservar, mientras que aquellos que produzcan emisiones por encima de las metas pueden cumplir adquiriendo contratos de instrumentos financieros de carbono (CFI, según sus siglas en inglés), unidad de cambio de la CCX.

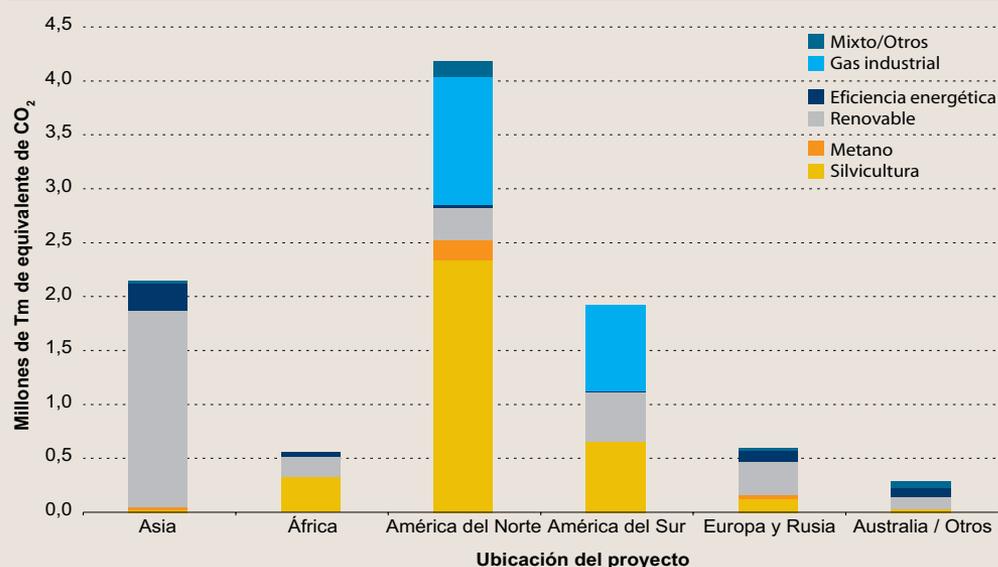
Cada contrato de CFI representa el equivalente a 100 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>. Los contratos de CFI constan de derechos de emisión y compensaciones. Los derechos de emisión se emiten para miembros emisores de acuerdo a su referencia de emisiones y su programa. Las compensaciones se emiten a los propietarios o a los que concentran proyectos aptos que captan, destruyen o desvían GEI. Las compensaciones se emiten luego de que ocurre el proceso de mitigación y de la presentación de la documentación de verificación ante la CCX.

Las categorías de proyectos de compensación aptos incluyen: captación de carbono de pastizales, metano de vertederos, eficiencia energética y cambio de combustible, proyectos de energía renovable como la eólica, solar, hidroeléctrica y biocombustibles, recolección y combustión de metano agrícola en la ganadería como los digestores y lagunas cubiertas, captación de carbono en suelos agrícolas mediante, por ejemplo, sistemas de cultivo de conservación y siembra de hierba; carbono de forestación como la forestación y el enriquecimiento de bosques, la plantación de árboles en zonas urbanas y, en regiones específicas, proyectos combinados de forestación y conservación de bosques (CCX 2007, Fahey 2007) (**Recuadro 5**).

### Mercado de compensación directa

Algunas críticas recientes al mercado de compensación directa han sido despiadadas debido a que muchos de los proyectos no se encuentran regulados de ninguna manera (Davies 2007b). Los usuarios no saben si el proyecto existe y, en caso afirmativo, desconocen si las emisiones ya han sido contabilizadas o si el precio es el correcto. Muchos proyectos populares incluyen la plantación de árboles, pero incluso tan loable tarea puede verse

**Figura 10:** Distribución regional de proyectos de mercado voluntario de carbono por tipo



Fuente: Hamilton y otros 2007

**Cuadro 1:** Mercados de comercio de emisiones de GEI: alcance y escala

	volumen 2006 (de millones de toneladas métricas de equivalente de CO <sub>2</sub> )	valor 2006 (millones de USD)
<b>Mercado de compensación de GEI</b>		
Mercado voluntario total	23,7	91
OTC* voluntario	13,4	54,9
Bolsa del Clima de Chicago†	10,3	36,1
<b>Otros sistemas de comercio de GEI</b>		
Sistema europeo de comercio de emisiones‡	1.101	24.357
Mecanismo de desarrollo limpio primario	450	4.813
Mecanismo de desarrollo limpio secundario	25	444
Aplicación conjunta	16	141
New South Wales	20	225

\*\*Over-the-counter (venta directa)

†El único mercado en los Estados Unidos para la integración de reducciones voluntarias de emisiones legalmente obligatorias con comercio de emisiones y compensación para gases de efecto invernadero.

‡Lanzado en enero de 2005, es el sistema más importante de regulación de emisiones de GEI que reúne a múltiples países y sectores a nivel mundial.

Fuente: Gillenwater y otros 2007

pagada de problemas. Los árboles captan carbono durante décadas, pero ¿cómo se pueden contabilizar las variaciones en las tasas de captación durante sequías e inundaciones? Importantes proyectos de plantación de árboles han recibido críticas por afectar el abastecimiento de agua, desplazar a habitantes de aldeas, eliminar los derechos de pastoreo de rebaños y

sembrar en suelos que despiden más carbono del que captan (Davies 2007b).

Se están desarrollando sistemas para garantizar a los compradores que las compensaciones de carbono representan una reducción de emisiones genuina, sin efectos secundarios perjudiciales para el medio ambiente. El Voluntary Carbon Standard (VCS), norma

**Recuadro 5:** Pago por proyectos con biogás

En 2003, la organización india sin fines de lucro Anthyodaya desarrolló un programa en la región de Kerala mediante el cual se utilizaban desechos animales para producir biogás para la comunidad local. Previo al comienzo del programa, la comunidad utilizaba madera para satisfacer sus necesidades de combustible, perdiendo muchas horas del día en su búsqueda, tarea desempeñada diariamente por las niñas, quienes se veían impedidas de asistir a la escuela. El sistema de biogás les permitió a esas niñas asistir a clase por primera vez en sus vidas. Luego de dos años sin mantenimiento, el sistema de biogás presentó un desperfecto y hubo muy poco incentivo para repararlo ya que se podía retirar a las niñas fácilmente de la escuela y enviarlas nuevamente a continuar con sus recorridos.

Sin embargo, un administrador de proyecto de Anthyodaya había escuchado hablar acerca de las ideas de proyectos de compensación, por lo que se reunió con representantes de la CCX para conversar sobre el concepto del programa de biogás. Juntos evaluaron el potencial de compensación de emisiones de carbono del sistema, repararon las fallas técnicas, capacitaron a representantes locales en técnicas de mantenimiento básicas, establecieron programas de monitoreo y auditoría, y reestablecieron el suministro de biogás residencial.

Los pagos recibidos por la compensación de emisiones de carbono se dirigieron directamente a las comunidades mismas, de manera que existe un ingreso estable derivado del mantenimiento del sistema de biogás. Las niñas están nuevamente en la escuela, el programa está en plena expansión, y la comunidad cuenta con un flujo de ingreso independiente que puede proporcionar seguridad adicional a sus precarias vidas (Kurian 2004, CCX 2007).

para la compensación voluntaria de emisiones de carbono, se lanzó en noviembre de 2007 para infundir confianza en el mercado de venta directa para las compensaciones de carbono, tras haber sido objeto de un escrutinio muy agudo e intransigente durante este año. Las normas se desarrollaron mediante el trabajo del Proyecto Carbono, la Asociación Internacional de Comercio de Emisiones, y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible en consulta con especialistas de mercado, ONG y la industria (VCS 2007). El VCS está ratificado por la Organización Internacional de Normalización (ISO), que reconoce el cumplimiento de las normas ISO 14064 y 14065 sobre contabilización y verificación de emisiones de GEI y sobre aseguramiento en los procesos de verificación y validación a nivel organizacional y de proyecto, respectivamente (VCS 2007, ISO 2007).

El Gold Standard es un sistema de opciones para compensar emisiones de carbono, acreditado por casi 50 organizaciones de la sociedad civil. El Gold Standard sólo aprueba proyectos de energía renovable y



Extensas áreas deforestadas de antiguo bosque lluvioso templado costero en Columbia Británica, Canadá. Según datos del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, la deforestación mundial representa el 20 por ciento del total de emisiones de GEI.

Fuente: D. Garcia / Still Pictures

eficiencia energética si éstos se concentran en un cambio fundamental en el consumo de energía y representan un verdadero desplazamiento de la economía basada en combustibles fósiles. El Gold Standard aprueba créditos MDL y AC de acuerdo a las características de los niveles de eficiencia energética y el reemplazo del desarrollo basado en combustibles fósiles por otro basado en energías renovables (CDM GS 2007).

Existe un potencial de convergencia dentro del mercado voluntario. Aunque el Gold Standard rechaza firmemente la captación de cualquier tipo, reconoce la validez de otros esquemas. Las Bolsas de Intercambio promueven reducciones de GEI mediante proyectos de captación tanto de suelo como forestales. El Voluntary Carbon Standard está trabajando para que el desafío de nivel ISO llegue a todos los créditos de carbono comercializados en mercados internacionales, entre los que se encuentran los adquiridos mediante la captación en todas sus formas (VCS 2007).

## EL FUTURO DE LA COMERCIALIZACIÓN DE DERECHOS DE EMISIÓN

La comunicación y la colaboración a diferentes niveles asegura una eventual convergencia de intereses dentro de un mercado de carbono mundial -la única

pregunta es cuándo se dará (CCX 2007, GS 2007) (**Cuadro 1**). Actualmente, existen muchas operaciones entre los diferentes programas de comercialización de emisiones. Por ejemplo, el 24 de septiembre de 2007, la Chicago Climate Futures Exchange (bolsa de futuros de clima de Chicago) -filial enteramente controlada por CCX para el comercio de derivados- subastó derechos de emisión CER representando 163 784 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> que habían sido emitidos por la UNFCCC a una granja eólica en la India. En esta oportunidad, la demanda superó en trece veces la oferta, siendo la primera vez que se realizó una subasta de CER en una bolsa regulada. Además, tanto los MDL como los AC ofrecieron créditos aprobados por el Gold Standard -limitados, por supuesto, a proyectos de eficiencia energética y energía renovable.

En cuanto a otros tipos de proyecto adicionales en consideración, la captación sigue a la eficiencia y al cambio de combustible en cuanto a su facilidad de implementación y posibles beneficios financieros. La captación de carbono puede ser biológica o geológica. La captación biológica es el resultado de la absorción de CO<sub>2</sub> a través de la fotosíntesis y el almacenamiento de carbono en moléculas de celulosa y lignina en forma de madera u otro elemento vegetal. En términos

de mercados de carbono, la captación biológica se refiere a forestación y reforestación -proyectos que siembran y cultivan bosques. La captación geológica es la interacción química ente el CO<sub>2</sub> atmosférico y los minerales para formar rocas carbonatadas, generalmente calcitas y dolomitas. Esto lleva el nombre de intemperización, pero en los mercados de carbono, la captación geológica se denomina comúnmente captura y almacenamiento de carbono (CAC).

## Captación biológica

La captación a través de la forestación y reforestación sirve como modelo para el campo en desarrollo del sistema de pago por servicios ambientales (PSA). Un concepto que actualmente se está considerando para la captación de MDL/AC son las emisiones de carbono evitadas -hoy en día promovido como reducción de emisiones provocadas por la deforestación y degradación o como deforestación evitada (REDD, según sus siglas en inglés). En lugar de capturar CO<sub>2</sub> de la atmósfera y captarla en los árboles, este tipo de 'reducción de carbono' paga por no agregar carbono a la atmósfera a través de la deforestación y mantenerlo captado. Se puede comparar con los créditos por reducción de carbono al optar por utilizar fuentes de energía renovable o de eficiencia energética, pues se contabiliza el carbono que no entra en la atmósfera. La CCX ya promueve este tipo de actividad a través de proyectos de compensación en 'enriquecimiento forestal' y 'conservación forestal'. La deforestación contribuye con un 20 por ciento del total de emisiones de gases de efecto invernadero, más que el total de las emisiones del sector de transporte del mundo. De acuerdo a todos los métodos de contabilización del ciclo del carbono, la conservación de bosques existentes es un elemento esencial para cualquier respuesta a la crisis climática (UNEP 2007).

Según algunas opiniones, aceptar la REDD como un mecanismo de MDL/AC viable podría ser el catalizador para el desarrollo de PSA más allá de la captación de carbono. La protección de ecosistemas a través de la REDD brinda la oportunidad para definir un 'paquete' de servicios ambientales mucho más amplio en un área específica. En el mercado de carbono, los paquetes de créditos tendrían valor como compensación de carbono pero al mismo tiempo ofrecerían un valor agregado al comprador por sus aspectos de conservación de la diversidad biológica o de sus elementos de preservación de modos de

## Recuadro 6: Sistema de pagos por servicios ambientales que se desarrollan en los mercados de carbono

El sistema internacional de pagos por servicios ambientales (PSA) es una herramienta inteligente para avanzar en temas de igualdad de género y equidad socioeconómica en la transición hacia una economía ambientalmente racional. Los servicios ambientales, como la regulación climática y de inundaciones, mantenimiento de la calidad del agua mediante filtración y la formación de suelos son provistos por la naturaleza, y a menudo son mantenidos por las comunidades indígenas. Los sistemas de PSA ofrecen un pago a aquellos que se comprometen en actividades relevantes y mensurables para asegurar el suministro de servicios ambientales (UNEP 2007). Se están desarrollando programas y proyectos PSA en muchos países y entre los ejemplos se encuentran los esfuerzos realizados tanto de manera ascendente como descendente.

Tanzania: Uno de los principales obstáculos en la inclusión de comunidades rurales en los mercados para servicios ambientales es el alto costo y la complejidad tecnológica necesaria para monitorear y medir los servicios producidos. El programa Kyoto: Think Global, Act Local (K:TGAL) –Kyoto: piense global, actúe local- es un programa de investigación y creación de capacidades promovido por el Gobierno de los Países Bajos conducente a que la gestión comunitaria de bosques existentes sea incluida como actividad apta de mitigación de carbono bajo futuros acuerdos internacionales sobre cambio climático. El K:TGAL incluye un número de proyectos piloto con el fin de desarrollar tecnologías y protocolos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que sean simples y de bajo costo, además de capacitar a los miembros de las comunidades rurales en la utilización de los mismos para medir el carbono captado por los bosques de la comunidad.



Miembros del Consejo Forestal Comunitario practican el uso de herramientas GPS/SIG en Tanzania.

Fuente: J.J. Verplanke/ International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC)

Dentro del marco del K:TGAL, un grupo de investigadores y coordinadores de proyecto capacitó a un total de cuatro a siete pobladores de cada uno de los cuatro Consejos Forestales Comunitarios de Tanzania en técnicas de inventario y mapeo para evaluar los cambios en las existencias de carbono. Los pobladores aprendieron a graficar la superficie del bosque, estratificar el bosque por ecotipo, localizar lotes de muestra permanente con exactitud utilizando Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) portátiles, medir parámetros relacionados con la biomasa forestal en el campo, registrar datos confiables en pequeñas computadoras portátiles, analizar los datos recogidos, desarrollar conclusiones, y recuperar los lotes de muestra permanente para evaluación futura.

Se detectó que cada uno de estos bosques captaba un promedio de 1 300 toneladas métricas de carbono por año. El equipo estimó que, de seguir con los niveles actuales, el carbono podría comercializarse a un promedio de 6 500 dólares estadounidenses por año por aldea. Los resultados del equipo de investigación sugieren que este nivel de generación de ingreso sería probablemente un incentivo suficiente para que los pobladores de estas aldeas conserven sus bosques. Sin embargo, también sugieren que la venta de los paquetes de servicios ambientales producidos por estos bosques, entre los cuales también se encuentra la conservación del agua y la diversidad biológica, puede brindar un incentivo aún más atractivo y un mayor alivio a la pobreza que sufre la mayor parte de estas aldeas (K: TGAL 2007, EMCF 2007).

México: Luego de años de intentar desarrollar y comercializar un proyecto de captación de carbono para el mercado de MDL/AC, el Grupo Ecológico Sierra Gorda de México y su socio la organización Bosque Sustentable cambiaron el curso y decidieron ir en búsqueda de mercados voluntarios que reconocieran el valor agregado que representa el alivio de la pobreza y la conservación de la diversidad biológica. En 2006, Bosque Sustentable completó su primera venta en el mercado voluntario a la Fundación de las Naciones Unidas, cuya intención era compensar su huella de carbono así como apoyar un proyecto patrocinado por la ONU que también apuntaba al alivio de la pobreza.

Bosque Sustentable se encuentra hoy en día en la etapa final de la culminación de una segunda venta a la Fundación de las Naciones Unidas y otra venta al World Land Trust, con sede en el Reino Unido. El World Land Trust venderá carbono de Sierra Gorda y Compensaciones Ambientales a un número de compradores voluntarios europeos. Estas ventas resaltan una ventaja fundamental de los mercados voluntarios en comparación con los mercados regulados, al permitir que Bosque Sustentable tenga acceso a compradores interesados en algo más que la captación de carbono (EMCF 2007, UN Foundation 2007).

vida tradicionales (BioEcon 2007, UNEPFI 2007)

### (Recuadro 6).

Un ejemplo de REDD en acción se dio en octubre de 2007, cuando el Banco Mundial anunció la creación de un Fondo de la Alianza sobre Bosques y Carbono (FCPF, según sus siglas en inglés) diseñado para alentar a los países a conservar sus bosques. Mediante la asignación de un valor económico a los bosques tropicales conservados, el FCPF trabajará inicialmente con Liberia, la República Democrática del Congo, Guyana, Surinam y otros países en desarrollo a fin de generar nuevos ingresos para el alivio de la pobreza, sin que estos países deban vender derechos de explotación forestal. Al mismo tiempo, el programa ayudará a mantener los beneficios naturales que ofrecen los bosques a las poblaciones locales, como agua dulce, alimentos y medicinas.

Para ser aceptados en el programa FCPF, los países deberán demostrar que han reducido físicamente las tasas de deforestación. Deberán determinar el estado actual de sus bosques como referencia para evaluar futuras tasas de conservación. Además, deberán establecer el contenido de carbono de sus bosques para probar que están, de hecho, manteniendo el nivel de captación de carbono y cubierta forestal en todo el territorio. El sistema no funcionará si se conservan los bosques en un sector del país mientras exista una deforestación acelerada en otro (World Bank 2007).

### Captación geológica

La captación y almacenamiento de carbono (CAC) ha sido un tema debatido por años como posible solución a la crisis climática. En la actualidad, se trata de la captación de CO<sub>2</sub> proveniente de la producción de combustibles fósiles y su almacenamiento en formaciones geológicas que originalmente albergaban combustibles fósiles. Hasta ahora, la CAC sólo reduce la cantidad de emisiones de la producción y procesamiento de combustibles fósiles. Con las tecnologías actuales, no elimina todas las emisiones a la atmósfera ni suprime el carbono existente en la misma.

La industria petrolífera normalmente inyecta CO<sub>2</sub> en depósitos de petróleo agotados para incrementar la presión que facilita la migración del petróleo remanente al pozo y mejora las tasas totales de recuperación. Esta práctica conlleva beneficios económicos. En la mayor parte de las instalaciones de producción de combustibles fósiles, especialmente en países donde no hay beneficios económicos asociados a

## Recuadro 7: Geoingeniería: ¿Soluciones técnicas a escala mundial?

La crisis climática ha motivado una serie de propuestas para intervenciones a gran escala, a las que se conoce como de geoingeniería, para combatir los impactos del calentamiento de la Tierra. Estas intervenciones incluyen el lanzamiento de reflectores al espacio y la liberación de azufre en la atmósfera superior, en ambos casos con la intención de incrementar la reflectividad de la Tierra (Véase Nuevos desafíos). Estos dos planes especiales han sido detenidamente estudiados por científicos mediante análisis de modelos de costos del sistema. Estos análisis sugieren que estas intervenciones serían costosas, demandarían la cooperación internacional y, en caso de ser aplicadas, podrían infligir daños significativos en regiones enteras.

Un tipo diferente de intervención es el que responde a la idea de explotar el potencial de captación de CO<sub>2</sub> en algunos sectores del océano ricos en nutrientes pero en donde no crece el plancton debido a la falta de hierro. El suministro de grandes cantidades de hierro en estas áreas estimularía una proliferación de plancton que fijaría las moléculas de carbono y eventualmente las captaría en el lecho marino profundo. Se han realizado numerosos experimentos a pequeña escala durante las últimas dos décadas, que han demostrado cierto nivel de éxito en la proliferación de plancton. Estos experimentos también han producido fuertes reacciones a favor y en contra del concepto de 'fertilización férrica'. La preocupación más seria, expresada por científicos, sugiere que esta práctica podría intervenir en ciclos de nutrientes que alimentan la vida oceánica. La interrupción de estos ciclos constituiría un grave desafío al ecosistema marino, que ya está siendo sobreexplotado y se encuentra en peligro debido a las actividades humanas (Véase Panorama general). En noviembre de 2007, el Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar publicó un comunicado estableciendo que "... las operaciones planificadas para las actividades de fertilización a gran escala que utilizan micronutrientes, como por ejemplo el hierro, para captar dióxido de carbono no se justifican en la actualidad."

Otro enfoque incluye un recolector totalmente artificial de CO<sub>2</sub> que simula la capacidad de captación de la fotosíntesis de los árboles. Basado en tecnología utilizada en filtros de tanques para peces y desarrollada por científicos del Earth Institute de la Universidad de Columbia, este método, llamado 'captura de aire', eliminaría el CO<sub>2</sub> directamente de la atmósfera. Su ventaja sobre las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono actualmente en desarrollo radica en que puede recoger el CO<sub>2</sub> en el sitio ideal de almacenamiento de depósitos geológicos. El Gobierno de Islandia y el Earth Institute tienen grandes esperanzas de combinar la captura de aire y la captación geológica en basaltos. La posibilidad de que este plan se convierta en una contribución viable para resolver la crisis climática dependerá del éxito de los experimentos actuales y el apoyo financiero que reciban, así como de las barreras regulatorias involucradas.

Fuentes: Lackner 2003, Lackner y Sachs 2005, IMO 2007, Morton 2007



Concepto artístico de dispositivo de captura de aire capaz de extraer dióxido de carbono del aire.

Fuente: ©Stonehaven CCS

la captura y almacenamiento de carbono, como la reducción de impuestos al carbono, la CAC no es una práctica económicamente viable. Sólo podrá tornarse viable cuando aumente el costo de emisión de GEI. La captura y almacenamiento de carbono no es de aplicación exclusiva en la industria de los combustibles fósiles. La producción de cal, cemento y hormigón es una industria que dependerá en gran medida del desarrollo de técnicas de CAC bajo esquemas de límites máximos y comercio. En la actualidad, la industria argumenta que el pago por compensaciones de carbono es básicamente un 'subsidio'. Pero una vez que el sistema de límite máximo y comercio se encuentre en pleno funcionamiento, las emisiones de carbono se volverán tan costosas que la CAC resultará económicamente viable para las industrias del cemento y de combustibles fósiles (IPCC 2005).

El futuro nos depara posibilidades más creativas. Se está realizando un experimento en Islandia para probar teorías de captación de carbono patrocinado por los gobiernos nacionales e instituciones de investigación científica de Islandia, Francia y los Estados Unidos. Para minimizar los costos relacionados con el transporte, que generalmente representan una fuente importante de gastos, se recoge el CO<sub>2</sub> en un proceso industrial local, luego se inyecta en formaciones de basalto ricas en calcio y magnesio subyacentes en Islandia, con el propósito de reproducir los procesos naturales que forman los depósitos de calcita y dolomita, fijando las moléculas de carbono por millones de años. Estos tipos de depósitos son muy comunes en casi todos los continentes (Gislason y otros 2007).

La CAC y sistemas similares pueden brindar sólidas opciones adicionales para responder a nuestra crisis climática (**Recuadro 7**). Sin embargo, no pueden reemplazar la eficiencia energética, el desarrollo de fuentes de energía renovable, y la captación biológica. La CAC puede complementar estas otras opciones.

### EL PAPEL DE LOS GOBIERNOS

La creación del mercado mundial de carbono ha cambiado las actitudes hacia la respuesta a la crisis climática. Luego de una década de práctica, la fase piloto del comercio de carbono puede darse por finalizada. Este cambio de proyecto de demostración a operación a gran escala se ha dado justo a tiempo. El futuro del comercio de emisiones y el mercado de carbono, así como de cualquier otra respuesta efectiva

al cambio climático, está en su intensificación, ajuste y aceleramiento.

Las innovaciones resultantes de una década de experimentación con la formación de un producto básico ambiental y el diseño de mercado han generado una genuina avidez por las posibilidades de una nueva economía, la cual ya se encuentra en sus primeras etapas de formación. Muchas de las tecnologías que se requieren ya se conocen. Una importante porción de los agentes del mercado y responsables de toma de decisiones financieras más exitosos están demostrando su compromiso en la construcción de una nueva economía, alimentada eficientemente por fuentes de energía sostenibles. Cada vez más se respetan los principios ambientales, sociales y de gobernanza en actividades corporativas, mientras que los fondos de inversión invierten más y más en base al concepto de propiedad universal, que considera la economía mundial y el medio ambiente como entes interdependientes.

### Incentivos y medidas disuasivas

La economía mundial está creciendo rápidamente y las poblaciones siguen expandiéndose, pero los avances en la intensidad energética que se ha visto en años anteriores ya no pueden sostenerse. Las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> y otros GEI están aumentando, mientras decae la capacidad oceánica de absorber carbono (Point Carbon 2007, GEO Portal 2007, Raupach y otros 2007, Canadell 2007) (Véase Panorama general).

Para que los nuevos avances logren la escala y alcance necesarios, los gobiernos deben desempeñar un papel de estímulo y facilitación más activo. Todavía existen obstáculos, viejos hábitos impositivos y subsidios que alientan a continuar con las modalidades de siempre, y que sólo los gobiernos pueden eliminar. Existen también incentivos y estímulos para desarrollar buenos hábitos, y medidas disuasivas para evitar los malos, los cuales sólo pueden ser proporcionados por los gobiernos. Lo que no ha habido hasta ahora es la voluntad política y la coordinación de políticas necesaria para desatar toda la capacidad creativa del sector privado y la sociedad civil.

Las opciones políticas para promocionar la transición hacia un futuro con energía sostenible son muchas. Necesitamos alejarnos de los gravámenes impositivos a lo 'bueno', como la renta, para gravar

lo 'malo', como la ineficiencia en el uso de recursos, la contaminación, y las emisiones de gases de efecto invernadero. Debemos eliminar la gran cantidad de incentivos perversos y subsidios que todavía subsisten por el uso de combustibles fósiles y tecnologías ineficientes. Necesitamos incentivos positivos para alentar fuentes de energía eficientes y bajas en carbono. Entre los incentivos positivos podemos mencionar elementos financieros como créditos impositivos, subsidios, financiamiento directo, garantías de crédito, políticas de adquisiciones, y tarifas especiales para electricidad de fuentes renovables. Estas intervenciones directas en la economía deben complementarse con programas de investigación, desarrollo e implementación sostenidos con fondos públicos, con inversiones en infraestructura, servicios de asistencia técnica y de extensión, medidas de concientización a través de la educación, la difusión de la información y las iniciativas de ecoetiquetado, así como con programas de premios y reconocimiento. Estos incentivos pueden equilibrarse con medidas disuasivas y opciones de políticas restrictivas, entre las que se encuentran los impuestos a las emisiones, programas de límites máximos y comercio, normas mínimas de eficiencia, emisiones y carteras. (Goldemberg y Chu 2006).

### Establecimiento de normas

Muchos gobiernos y autoridades locales y regionales ya están dando el paso inicial. En octubre de 2007, un grupo de países, estados de los Estados Unidos, provincias de Canadá y la Unión Europea, que ya se encuentran involucrados de manera activa en el desarrollo de mercados de carbono mediante sistemas obligatorios de límites máximos y comercio, lanzaron la Asociación Internacional para la Acción contra el Carbono (ICAP, según sus siglas en inglés). La asociación se basa en la idea de que el mercado mundial de carbono brindará una parte rentable de la solución al cambio climático. La ICAP es consciente de que se requiere un gran vuelco de la inversión privada hacia tecnologías limpias y enfoques de bajo carbono para atacar el cambio climático y aspira a coordinar y apoyar la participación de sus miembros en los mercados de carbono (ICAP 2007).

Las empresas privadas más progresistas reconocen la necesidad de un liderazgo activo del gobierno en estos temas. En 2007, muchas de las mayores compañías de producción de carbono en los Estados Unidos se unieron a grupos de presión en apoyo



Campeños recolectando agua de un manantial con cubos y bombas en Wangcheng, China.

Fuentes: Sinopictures/ Still Pictures

de la legislación federal obligatoria sobre emisiones de GEI. Una de esas coaliciones, la Asociación de Acción por el Clima de los Estados Unidos (USCAP, según sus siglas en inglés), incluye entre sus miembros fundadores a Dow Chemical, Caterpillar, ConocoPhillips, BP America, DuPont, General Electric, John Deere, PepsiCo, General Motors y Ford. La USCAP ha solicitado un programa obligatorio de límite máximo y comercio que abarque toda la economía que dé seguridad jurídica y cree oportunidades económicas (CDP 2007, USCAP 2007).

### Equidad e igualdad

Los mercados pueden ser efectivos en determinar la distribución eficiente de recursos escasos, pero no tienen la habilidad inherente de responder por la equidad y la igualdad. Son los gobiernos los que ostentan el papel fundamental y la responsabilidad moral de considerar cuestiones de equidad e igualdad. Los gobiernos deben abordar dichas cuestiones en todos sus esfuerzos para acelerar la transición a una nueva economía más eficiente y baja en carbono.

Una de las tareas más desafiantes de la transición hacia fuentes de energía más eficientes y bajas en carbono es la de apoyar simultáneamente diferentes objetivos de desarrollo. Mientras los gobiernos trabajan para hacer frente a la necesidad esencial de desarrollo de miles de millones de pobres, ese desarrollo debe incorporar estrategias para la adaptación a una crisis climática acelerada. El cambio climático ya está

golpeando con fuerza a las regiones y los habitantes más pobres, de manera que sus necesidades de adaptación deben reflejarse en planes de desarrollo en curso, así como en los planificados para el futuro.

En los países en desarrollo, los pobres dependen en gran medida de los servicios de los ecosistemas para su bienestar, mientras que el intercambio de estos recursos se realiza generalmente a través de canales que se encuentran fuera del mercado. Incorporar estos servicios ambientales al mercado formal puede empujar a algunos grupos de personas, especialmente mujeres, ancianos y huérfanos, a situaciones de indigencia. De igual forma, establecer un precio por servicios habitualmente considerados gratis -como el agua no contaminada para uso personal, el aire puro para respirar, o humedales para la regulación de inundaciones- plantea temas éticos y de derechos. Por lo tanto, se debe incluir alguna forma de mecanismo de compensación o redistribución, preferentemente construido sobre programas comunitarios

ascendentes, al tiempo que se implementan los mercados y se fijan los precios. (Goldemberg y Chu 2007).

### Promoción de la eficiencia

Los gobiernos tienen muchos caminos posibles para promover la transición a la nueva economía, con la cooperación del sector privado y las organizaciones de la comunidad. Una iniciativa que ejemplifica este potencial es el programa de readaptación de edificios para una mejor eficiencia energética –un proyecto mundial de la Iniciativa Climática de la Fundación Clinton (CCI, según sus siglas en inglés), pensado para zonas urbanas. Estas zonas son responsables de cerca del 75 por ciento de toda la energía utilizada y de las emisiones de gases de efecto invernadero del mundo. Los edificios son responsables de alrededor del 40 por ciento de las emisiones de dichos gases, siendo que en ciudades como Nueva York y Londres esta cifra llega al 70 por ciento.

La CCI reúne a cuatro de las compañías eléctricas más importantes del mundo, cinco de los mayores bancos del mundo y dieciséis de las ciudades más grandes del mundo con el objeto de reducir el consumo de energía en los edificios existentes. Las ciudades participantes han acordado hacer que sus edificios públicos sean más eficientes en el uso de la energía, así como proporcionar incentivos para que propietarios de edificios privados readapten sus edificios con tecnologías de ahorro energético. La CCI y sus socios brindarán asistencia a las ciudades participantes para iniciar y desarrollar programas que capaciten a trabajadores locales en la instalación y mantenimiento de productos de ahorro energético y de energía limpia. Con la readaptación de edificios existentes, el programa tiene como meta un ahorro energético de entre el 20 y 50 por ciento (CCI 2007).

La difusión de la eficiencia energética y sus mecanismos financieros deben apuntar a las comunidades más pequeñas y pobres. El programa de readaptación de edificios para una mejor eficiencia energética de la CCI y otros importantes programas que promueven el uso eficiente de la energía y las fuentes de energía renovable pueden servir como modelos para iniciativas más humildes. Estos modelos pueden personalizarse para satisfacer también las necesidades de desarrollo de los habitantes pobres de zonas urbanas. Por ejemplo, el servicio de agua y saneamiento para asentamientos pobres puede desarrollarse junto con el suministro eficiente de energía. Las instalaciones de saneamiento con recuperación de biogás, a nivel de comunidad o barrio, producirían ingresos de compensaciones de carbono, brindando al mismo tiempo un mejor nivel de sanidad y seguridad para sus habitantes. Estos planes pueden ser gestionados por mujeres y ancianos, miembros de la comunidad que en general utilizan esas instalaciones durante el día (Asian Power Magazine 2007, GAIN 2007, Ho 2005) (Véase Panorama general).



**Edificio ecológico y de alto rendimiento energético sino-italiano – Universidad de Tsinghua, Pekín.**

Un nuevo edificio de última generación en el campus de la Universidad de Tsinghua en Pekín lleva la eficiencia energética a nuevas alturas. El edificio será utilizado como centro de educación, capacitación e investigación sobre protección ambiental y conservación energética de la universidad. Las instalaciones fueron concebidas para maximizar las capacidades solares mediante el uso de estrategias pasivas y activas, entre las que se encuentran 1 000 metros cuadrados de paneles fotovoltaicos. Los paneles están integrados al diseño estructural del edificio de manera de capturar eficazmente la energía y proporcionar, a la vez, sombra a las terrazas de la estructura. La universidad y los arquitectos que concibieron la estructura esperan que el edificio también pueda servir para la educación y la promoción de las posibilidades innovadoras de los edificios de alto rendimiento energético, especialmente en cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Fuente: © D. Domenicali/ dphoto.it cortesía de MCA

### Investigación, desarrollo e implementación

Los gobiernos tienen una función y una responsabilidad importantes en el apoyo a la investigación básica y al desarrollo que requiere cualquier respuesta inteligente a la crisis climática. Tal esquema de investigación y desarrollo va más allá del enfoque de tecnología dura de proyectos de mega-ingeniería y soluciones industriales, si bien éstas representan una importante contribución al

esfuerzo mundial. El análisis de sistemas aplicados y principios de diseño ecológicos deben incorporarse en diferentes escalas a las opciones de adaptación de la comunidad, basadas en la complementariedad y la integración.

Será necesario contar con apoyo para percibir cómo las personas y comunidades se adaptan al cambio, y cómo asegurar que no escojan caminos con problemas de adaptación que puedan llevar a la destrucción del ecosistema y a conflictos futuros. Otro campo de investigación se debe enfocar en determinar e implementar mecanismos para situaciones específicas, que tengan por finalidad monitorear y evaluar el éxito o fracaso de los diversos instrumentos que se están introduciendo en la actualidad

**(Recuadros 7 y 8).**

A continuación se describen algunas áreas en donde el apoyo inmediato a la investigación y el desarrollo puede acelerar nuestra respuesta a la crisis climática:

- 1) La valuación del ecosistema facilitará la asignación del precio adecuado para el carbono en plantas, suelos y humedales, así como en las emisiones. Realizada correctamente, la valuación puede brindar la comprensión de las consecuencias que tienen

diferentes sistemas de captación biológica en la equidad de género y la integridad de la comunidad.

- 2) Se necesita desarrollar y aplicar técnicas y tecnologías apropiadas para lograr eficiencia energética para todos los habitantes pobres y ricos en países desarrollados y en desarrollo, teniendo en cuenta, a la vez, cuestiones de género y equidad en su distribución e implementación.
- 3) Una inversión masiva en fuentes de energía renovables y sistemas adecuados de tecnología y distribución acelerarán el progreso de una transición estable hacia una economía ambientalmente racional.
- 4) Los procesos y materiales que pueden acelerar las técnicas eficientes de captura y almacenamiento de carbono biológicas y geológicas requieren de apoyo para solventar la experimentación científica y las consecuencias socioeconómicas en los niveles básicos.
- 5) Se debe monitorear la producción de biocombustibles para verificar la eficiencia real del ciclo de carbono, el daño a

los ecosistemas, la fertilidad del suelo, el efecto en la disponibilidad de alimentos básicos y las consecuencias que acarrea en términos de equidad e igualdad.



Fuente: David Klein. Reproducido con autorización del autor.

**Recuadro 7: Resumen de las ideas clave**

- Una década de manifestación y aprendizaje ha conducido a un mercado de carbono que comercializa mil millones de dólares estadounidenses al año, aunque ha llegado el momento de intensificarlo y ajustarlo.
- La sociedad civil, el sector privado y los gobiernos subnacionales están demandando que los gobiernos nacionales hagan progresos para establecer normas mundiales para mercados de carbono de límites máximos y comercio.
- El apoyo al incremento de la eficiencia energética a todo nivel en el ciclo de producción y consumo puede brindar un enorme progreso en la transición hacia una economía ambientalmente racional.
- Las inversiones en investigación y desarrollo en temas climáticos y energéticos constituyen una parte esencial de la transición, pero la aplicación del conocimiento, la tecnología y las técnicas obtenidas a través de las asociaciones y experiencias base, requiere de un apoyo masivo de todos los sectores.
- La transición hacia una economía ambientalmente racional y baja en carbono ofrece increíbles oportunidades a los innovadores, así como importantes posibilidades para proporcionar un verdadero desarrollo limpio a los pobres y desfavorecidos, por medio del uso de fuentes de energía renovables y del suministro de servicios ambientales al nivel de las comunidades.

**Recuadro 8: Opciones para la consideración política**

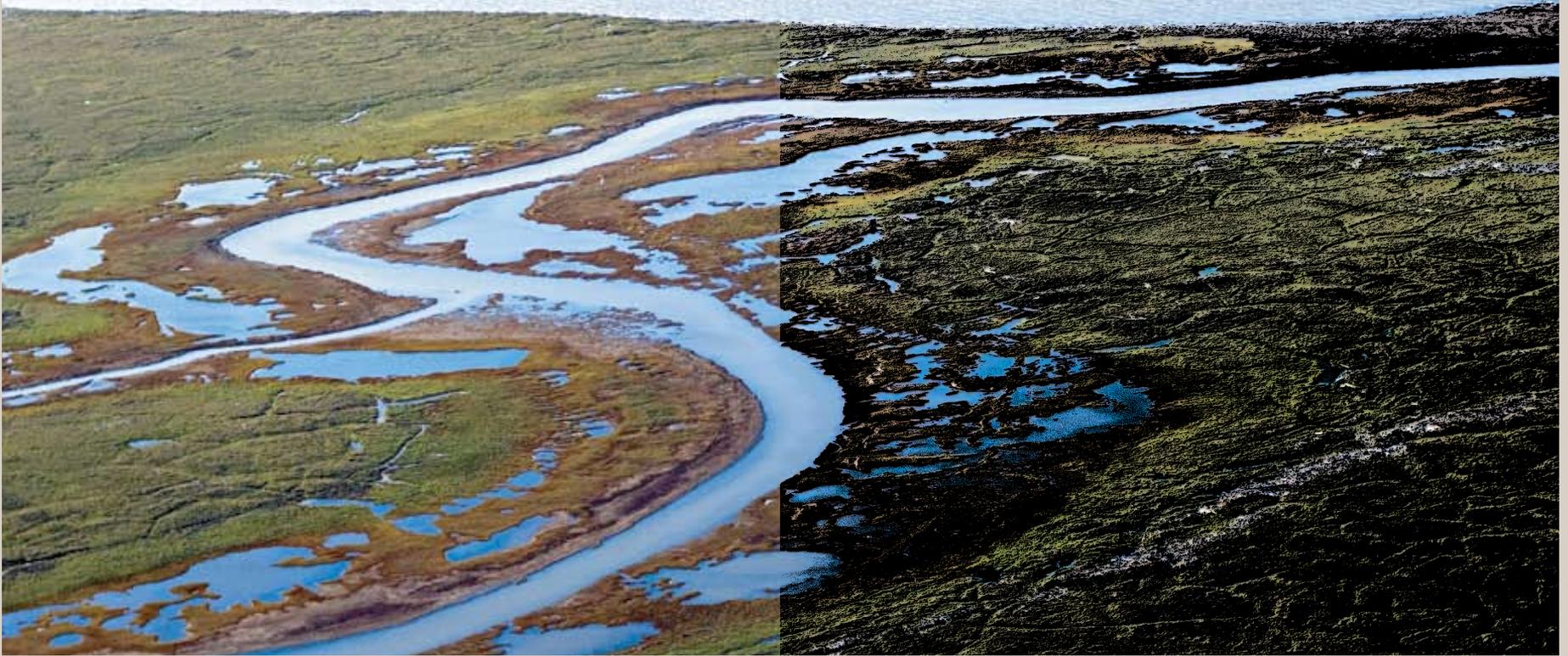
Los países desarrollados deben tomar el liderazgo en la transición hacia una economía ambientalmente racional. Cargan con el peso de la responsabilidad histórica por el problema del cambio climático. Tienen a su disposición los recursos financieros y las capacidades técnicas para comenzar a realizar recortes profundos y tempranos a las emisiones y prestar asistencia a los países en desarrollo para que sigan sus pasos. Tanto en los países desarrollados como aquellos en desarrollo, las políticas que apoyen los objetivos descriptos a continuación agilizarán la transición hacia una economía ambientalmente racional:

- 1) Fijar un precio para el carbono estableciendo sistemas de límite máximo y comercio y/o regímenes neutrales de impuesto a las ganancias sobre el carbono, a niveles local, nacional e internacional.
- 2) Implementar programas de eficiencia energética en todas las escalas y sectores.
- 3) Apoyar la investigación, desarrollo y aplicación masiva de tecnologías y técnicas de energía renovable.
- 4) Satisfacer las necesidades energéticas básicas de los más pobres de manera sostenible, mientras se le da prioridad a la adaptación a los impactos provocados por el cambio climático en el financiamiento de avances y su implementación.
- 5) Garantizar que se encaren los principios de equidad e igualdad desde el comienzo del proceso de diseño de la nueva política de energía y adaptación, y no como consecuencia de la misma.
- 6) Acelerar el desarrollo de tecnologías para capturar y captar carbono de los procesos industriales.
- 7) Gestionar la producción de biocombustibles para cumplir con objetivos de sostenibilidad y para la protección de los servicios ambientales.

## REFERENCIAS

- Ambachtsheer, J. (2006). *Responsible Investment: What Is It All About?* Mercer Investment Consulting. <http://www.pensionsatwork.ca/english/pdfs/lectures/AmbachtsheerSlides.pdf> [Accessed 12 October 2007]
- Ban, K.M. (2007). *Address to High-level Event On Climate Change*. <http://www.un.org/webcast/climatechange/highlevel/2007/pdfs/sg.pdf> [Accessed 31 October 2007]
- Baue, B. (2007). Emissions Trading Commodifies Carbon, But Does It Really Help Solve Climate Change? *Social Funds*, October 15, 2007. <http://www.socialfunds.com/news/article.cgi/2393.html> [Accessed 25 October 2007]
- BHLRI (2007). *The Business Leaders Initiative on Human Rights*. <http://www.blhr.org/> [Accessed 2 November 2007]
- BioEcon (2007). *Economics and Institutions for Biodiversity Conservation*, Ninth Annual BioEcon Conference, Kings College Cambridge, UK; September 20-21, 2007
- Canadell, J.G., Le Quére, C., Raupach, M.R., Field, C.B., Buitenhuis, E.T., Ciais, P., Conway, T.J., Gillett, N.P., Houghton, R.A. and Marland G. (2007). Contributions to accelerating atmospheric CO<sub>2</sub> growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proc Natl Acad Sci, U S A*. 2007 Oct 25 [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0702737104](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0702737104) [Accessed 3 November 2007]
- CCI (2007). *Clinton Climate Initiative*. <http://www.clintonfoundation.org/cf-pgm-cci-home.htm> [Accessed 22 October 2007]
- CCX (2007). *Chicago Climate Exchange*. <http://www.chicagoclimatex.com/> [Accessed 14 September 2007]
- CII (2007). *The Council of Institutional Investors*. <http://www.cii.org/about/index.html> [Accessed 2 November 2007]
- Davies, N. (2007). Truth about Kyoto: huge profits, little carbon saved. *The Guardian*, Saturday June 2 <http://www.guardian.co.uk/environment/2007/jun/02/india.greenpolitics> [Accessed 20 August 2007]
- Davies, N. (2007b). The inconvenient truth about the carbon offset industry. *The Guardian*, Saturday June 16 2007. <http://www.guardian.co.uk/environment/2007/jun/16/climatechange.climatechange> [Accessed 20 August 2007]
- ETI (2007). *Extractive Industries Transparency Initiative*. <http://www.eitransparency.org/> [Accessed 2 November 2007]
- EU ETS (2007). *European Union Emission Trading Scheme*. <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission.htm> [Accessed 30 September 2007]
- Fahey, M., (2007). The Chicago Climate Exchange: A Precursor of What's to Come, *Urban Land* September
- Frontier Economics (2006). Economic consideration of extending the EU ETS to include aviation. A REPORT PREPARED FOR THE EUROPEAN LOW FARES AIRLINE ASSOCIATION (ELFAA). March 2006. Frontier Economics Ltd, London.
- Gillenwater, M., Broekhoff, D., Trexler, M., Hyman, J. and Fowler, R. (2007). Policing the voluntary carbon market. *Nature Reports Climate Change* 11 October 2007 doi:10.1038/climate.2007.58 <http://www.nature.com/climate/2007/0711/full/climate.2007.58.html> [Accessed 30 November 2007]
- Gislason, S.R., Gunnlaugsson, E., Broecker, W.S., Oelkers, E.H., Matter, J.M., Stefansson, A., Arnorsson, S., Bjornsson, G., Fridriksson, T., and Lackner, K. (2007). Permanent CO<sub>2</sub> Sequestration Into Basalt: the Hellisheidi, Iceland Project. *Geophysical Research Abstracts*, 9, 07153
- Global100 (2007). *Global 100 Most Sustainable Corporations in the World*. [www.global100.org](http://www.global100.org) [Accessed 1 December 2007]
- Goldman Sachs (2007). *Introducing GS SUSTAIN*. Goldman Sachs Global Investment Research. [http://www.unglobalcompact.org/docs/summit2007/gi\\_esg\\_embargoed\\_until030707pdf.pdf](http://www.unglobalcompact.org/docs/summit2007/gi_esg_embargoed_until030707pdf.pdf) [Accessed 2 November 2007]
- Greenwood, C., Hohler, A., Liebreich, M., Sonntag-O'Brien, V. and Usher, E. (2007). *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2007: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency in OECD and Developing Countries*. United Nations Environment Programme and New Energy Finance Ltd.
- Hamilton, K., Bayon, R., Turner, G and Higgins, D. (2007). *State of the Voluntary Carbon Market 2007: Picking Up Steam*
- Hawley, J.P. and Williams, A.T. (2000). *The Rise of Fiduciary Capitalism: How Institutional Investors Can Make Corporate America More Democratic*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia
- IAC (2007). *Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future*. InterAcademy Council, Amsterdam. <http://www.interacademycouncil.net> [Accessed 2 November 2007]
- ICGN (2007). *International Corporate Governance Network*. <http://www.icgn.org/organisation/index.php> [Accessed 2 November 2007]
- IEA (2006). *World Energy Outlook 2006*. International Energy Agency, Paris
- IIGCC (2007). *The Institutional Investors Group on Climate Change*. <http://www.iigcc.org/> [Accessed 2 November 2007]
- IMO (2007). Large-scale ocean fertilization operations not currently justified. Press briefing, International Marine Organization. [www.imo.org/includes/blastData.asp?doc\\_id=8708/Press%20briefing%2016-11-07.doc](http://www.imo.org/includes/blastData.asp?doc_id=8708/Press%20briefing%2016-11-07.doc) [Accessed 21 November 2007]
- INCR (2007). *The Investor Network on Climate Risk*. <http://www.incr.com/NETCOMMUNITY/Page.aspx?pid=198&scrid=2> [Accessed 2 November 2007]
- Innovest (2007). *Carbon Disclosure Project Report 2007: Global FT500*. Innovest Strategic Value Advisors. <http://www.cdproject.net/> [Accessed 25 October 2007]
- IPCC (2001). *Climate Change 2001: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC (2005). *Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC (2007b). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- ISO (2007). *International Organization for Standardization*. <http://www.iso.org/iso/home.htm> [Accessed 20 November 2007]
- ITEA (2007). *International Trading Emissions Association*. <http://www.ietat.org/ietat/www/pages/index.php> [Accessed 2 November 2007]
- Lackner, K.S. (2003). A Guide to CO<sub>2</sub> Sequestration. *Science*, 300, 1677
- Lackner, K.S. and Sachs, J.D. (2005). A Robust Strategy for Sustainable Energy. Project Muse: Brookings Paper on Economic Activity, Columbia University
- Lowins, L.H. (2006). *The Business Case for Climate Protection*. Natural Capital Solutions, Eldorado Springs, CO. [http://summits.necat.org/docs/BusinessCase\\_forClimateProtection.pdf](http://summits.necat.org/docs/BusinessCase_forClimateProtection.pdf) [Assessed 2 October 2007]
- Kurian, P.K., (2004) *Socio-economic and environmental impact of Bio Gas Programme with special reference to the Karunapuram and Kanchiyar Panchayaths of Idukki District*. Kerala Research Programme on Local Level Development
- MA (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. Millennium Ecosystem Assessment. <http://www.meaeb.org/en/products.aspx> [Assessed 10 November 2007]
- MCII (2007). *Munich Re Group: Munich Climate Insurance Initiative*. [http://www.climate-insurance.org/front\\_content.php](http://www.climate-insurance.org/front_content.php) [Accessed 20 November 2007]
- Morton, O. (2007). Is This What it Takes to Save the World? *Nature*, 447, 132
- Nature (2007). Carbon copies. *Nature* 445, 584-585. doi:10.1038/445595a. <http://www.nature.com/nature/journal/v445/n7128/full/445584a.html> [Accessed 25 November 2007]
- Porter, M.E. and Kramer, M.R. (2006). Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility. *Harvard Business Review*, 84(12), 78-92
- Rauch, E. (2007). Climate Change: A Relevant Risk of Change. In: *Risk Prevention Congress, 3 February 2007 Bruxelles*. Prepared by Geo Risks Research Munich Re
- Raupach, M.R., Marland, G., Ciais, P., Le Quére, C., Canadell, J.G., Klepper, G., and Field, C.B. (2007). Global and regional drivers of accelerating CO<sub>2</sub> emissions. *Proc Natl Acad Sci*, 104(24) 10288-10293. <http://www.pnas.org/cgi/content/short/104/24/10288>
- Shah, A. (2007). *Flexibility Mechanisms*. Global Issues. <http://www.globalissues.org/EnvIssues/GlobalWarning/Mechanisms.asp> [Accessed 25 November 2007]
- UNDP (2007). *Human Development Report 2007/2008, Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World*. United Nations Development Programme, New York. <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2007-8/>
- UNEP (2007). *Global Environmental Outlook 4: Environment for Development*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP FI (2006). *Adaptation and Vulnerability to Climate Change: The Role of the Finance Sector*. United Nations Environment Programme Finance Initiative. [http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEO\\_briefing\\_adaptation\\_vulnerability\\_2006.pdf](http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEO_briefing_adaptation_vulnerability_2006.pdf) [Accessed 20 August 2007]
- UNEP FI (2007) *Bloom or Bust: Biodiversity and Ecosystem Services-A Financial Sector Briefing*. UNEP FI Biodiversity and Ecosystems Services Work Stream [http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEOBriefing\\_biodiversity\\_01.pdf](http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEOBriefing_biodiversity_01.pdf) [Accessed 20 August 2007]
- UN Global Compact (2007). *The Global Compact: Ten Principles*. United Nations Global Compact. <http://www.unglobalcompact.org/AboutTheGC/TheTenPrinciples/index.html> [Accessed 10 October 2007]
- United Nations (2007). *Mechanisms to Help Reduce Emissions*. Gateway to the UN System's Work on Climate Change. <http://www.un.org/climatechange/background/mechanisms.shtml> [Accessed 20 October 2007]
- UNFCCC (2007). *Joint Implementation*. United Nations Framework Convention on Climate Change. [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/mechanisms/joint\\_implementation/items/1674.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/joint_implementation/items/1674.php) [Accessed 10 August 2007]
- UNFCCC CDM (2007). *Clean Development Mechanism*. United Nations Framework Convention on Climate Change. <http://cdm.unfccc.int/index.html> [Accessed 10 August 2007]
- UNPRI (2007). *Principles for Responsible Investment*. UNEP Finance Initiative and the UN Global Compact, New York. <http://www.unpri.org/files/pri.pdf> [Accessed 2 November 2007]
- USCAP (2007). *A Call for Action. Consensus Principles and Recommendations from the U.S. Climate Action Partnership*. United States Climate Action Partnership, Washington DC. [www.us-cap.org/USCAPCallForAction.pdf](http://www.us-cap.org/USCAPCallForAction.pdf) [Accessed 20 November 2007]
- VCS (2007). *The Voluntary Carbon Standard*. <http://www.v-c-s.org/> [Accessed 27 November 2007]
- Victor, D.G. and Cullenward, D. (2007). Making Carbon Markets Work: Limiting climate change without damaging the world economy depends on stronger and smarter market signals to regulate carbon dioxide. *Scientific American*, September 24, 2007 <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=29896DAF-E7F2-99DF-3CB3CA01486CA951> [Accessed 24 September 2007]
- Walker, P. (2007). Sustainable Profits. *Africa Investor* Nov-Dec 2007 [http://www.africa-investor.com/article\\_mag.asp?id=2177&magazineid=21](http://www.africa-investor.com/article_mag.asp?id=2177&magazineid=21) [Accessed 27 November 2007]
- Wara, M. (2007). Is the global carbon market working? *Nature* 445, 595-596. <http://www.nature.com/nature/journal/v445/n7128/full/445595a.html> [Accessed 10 October 2007]
- World Bank CF (2007). *Forest Carbon Partnership Facility*. The World Bank Carbon Finance Unit. <http://carbonfinance.org/Router.cfm?ItemID=3&Page=Funds> [Accessed 20 November 2007]
- World Bank Group (2007). *Environmental Valuation*. The World Bank Group. <http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/envext.nsf/PrintFriendly/2452A2007BF697D685256D21006E77F0?OpenDocument> [Accessed 20 November 2007]

# NUEVOS DESAFÍOS



## El metano del Ártico:

Factor imprevisible del calentamiento de la Tierra

Respuestas del clima en el Ártico  
Metano proveniente del deshielo del permafrost  
Metano proveniente de hidratos  
Cambios en la naturaleza  
Mirada al futuro

# El metano del Ártico: Factor imprevisible del calentamiento de la Tierra

El aumento de las temperaturas en el Ártico podría provocar la liberación de una cantidad significativa de emisiones de metano provenientes del deshielo del permafrost y de los depósitos marinos. La disminución en la reflectividad a nivel subregional es resultante de la pérdida de cubierta de nieve y del avance de la vegetación arbustiva y arbórea, lo cual provoca mayor calentamiento, deshielo del permafrost y emisión de metano. Las respuestas de los procesos subregionales producen una mayor cantidad de emisiones de metano que, a su vez, contribuyen a las tendencias de calentamiento a nivel mundial. Estos nuevos descubrimientos demuestran la necesidad de una mayor urgencia en avanzar en la toma de decisiones relativas a políticas climáticas y energéticas.

## RESPUESTAS DEL CLIMA EN EL ÁRTICO

El Ártico, elemento clave del régimen climático mundial, tiene un ritmo de calentamiento que casi duplica al del resto del mundo. Esta tendencia, que ya está afectando a los ecosistemas árticos y a las personas que dependen de ellos, ha sido observada muy de cerca durante las últimas décadas, y continuará siéndolo durante el siglo XXI (ACIA 2004, ACIA 2005). El calentamiento acelerado del Ártico es el resultado de los efectos acumulados de los mecanismos de “respuesta positiva” que operan allí.

Una respuesta positiva es la reacción a un estímulo inicial que amplifica los efectos de dicho estímulo. Una respuesta negativa es la que amortigua los efectos del estímulo inicial. En el Ártico operan tanto las respuestas positivas como las negativas, aunque las positivas dominan las condiciones actuales. Algunas respuestas son ampliamente conocidas y comprendidas, mientras que otras sólo han sido reconocidas recientemente. La rápida reducción del hielo marino es una de las tantas respuestas significativas del cambio climático en el Ártico que ha recibido amplia atención. Otra de las respuestas está relacionada con los cambios en la circulación oceánica debido al mayor volumen de agua dulce que llega al océano como consecuencia del derretimiento de los hielos continentales y marinos, y a la mayor cantidad de precipitaciones y escorrentías.

Este capítulo analizará brevemente las principales respuestas, concentrándose en una respuesta potencial que podría tener consecuencias mundiales muy graves: la emisión de metano proveniente del

deshielo de suelos de permafrost y de los depósitos de hidratos de metano.

Aunque el metano posee un período de vida relativamente corto en la atmósfera de alrededor de 10 años, es un gas de efecto invernadero muy poderoso con un potencial de calentamiento 25 veces superior al del dióxido de carbono (IPCC 2007). Descubrimientos recientes sobre la potencial liberación de metano proveniente del deshielo del permafrost y

de los depósitos de hidratos sugieren un serio motivo de preocupación. Se calcula que las emisiones de metano a nivel mundial provenientes de todo tipo de fuentes, tanto naturales como causadas por actividades humanas, son alrededor de 500 a 600 millones de toneladas métricas anuales. Según estimaciones recientes, las actuales emisiones de metano de los suelos en el mundo se encuentran entre 150 y 250 millones de toneladas métricas anuales. Entre un cuarto



Las tendencias de calentamiento afectan a comunidades como la de Cape Dorset, Nunavit, Canadá. Las formaciones de hielo se producen alrededor de un mes más tarde, en tanto que su quiebre se anticipa en un mes, en comparación con los registros de la década de los años sesenta. Esta reducción de la temporada del hielo marino limita la accesibilidad de la comunidad a sus vecinos y a destinos de caza deseables.

Fuente: Goujon / Still Pictures.

y un tercio del total es emitido por los suelos húmedos del Ártico, que constituyen una de las fuentes mayores de emisiones de metano de la Tierra (IPCC 2007).

Las consecuencias de los incrementos significativos en las emisiones de metano, en especial el mayor calentamiento, se sentirán en todo el mundo. Cualquier calentamiento adicional traerá aparejado un aumento en el derretimiento del hielo -de glaciares, casquetes polares y mantos de hielo- que elevará el nivel del mar en todo el mundo.

### **METANO PROVENIENTE DEL DESHIELO DEL PERMAFROST**

Los microbios del suelo producen y consumen metano. El deshielo del permafrost en el Ártico crea condiciones de suelo bajas en oxígeno (anaeróbicas) y anegadas, donde predominan microorganismos que producen metano (**Figura 1**). La mayor parte de la actividad microbiana que consume metano se da en suelos ricos en oxígeno (aeróbicos) y con buen drenaje fuera de las altas latitudes nórdicas (IPCC 2007).

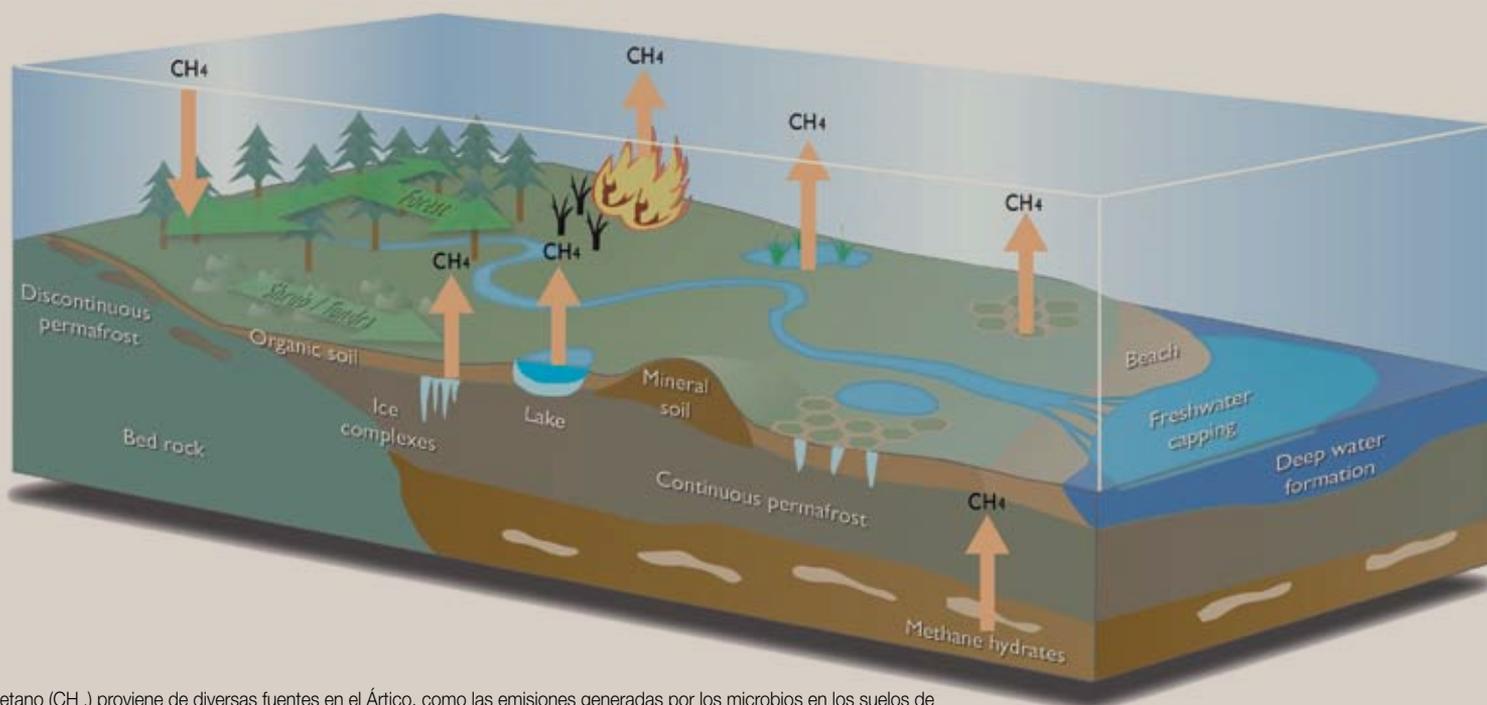
### **Actuales emisiones de metano de suelos y lagos árticos**

Según modelos y mediciones, se calcula que las emisiones de metano provenientes de ecosistemas terrestres de altas latitudes nórdicas a fines del siglo XX oscilan de 31 a 106 millones de toneladas métricas anuales. Este nivel de discrepancia ha aumentado en los últimos años al reconocerse nuevas respuestas. Las estimaciones de absorción de metano son mucho más bajas, de 0 a 15 millones de toneladas métricas (Zhuang y otros 2004). Un estudio reciente de modelo de proceso ha estimado que el promedio anual de emisiones netas de metano a fines del siglo XX en la región fue de 51 millones de toneladas métricas. Las emisiones netas de metano originadas en regiones de permafrost al norte de la latitud 45° N incluyen 64 por ciento provenientes de Rusia, 11 por ciento de Canadá y 7 por ciento de Alaska (Zhuang y otros 2004).

Investigaciones recientes destacan la importancia potencial de los lagos árticos como fuente de metano

(Walter y otros 2006). El permafrost es tierra que ha permanecido congelada por dos o más años consecutivos, la cual subyace en la mayor parte de los paisajes árticos y varía de algunos pocos a cientos de metros de espesor. El permafrost promueve la formación y permanencia de los lagos, siendo que en algunas regiones del Ártico, entre el 20 y el 30 por ciento de la superficie de las tierras llega a estar cubierta por lagos (Smith y otros 2007, Riordan y otros 2006). Cuando el permafrost se descongela crea termocarst, paisaje de terreno colapsado y hundido con lagos, humedales y cráteres nuevos o mayores en la superficie. Amplios espacios de regiones boreales y subárticas modernas son remanentes de antiguo termocarst. Un extenso relevamiento registró importantes emisiones de metano provenientes de lagos boreales, subárticos y árticos (Bastviken y otros 2004). Pocos estudios han intentado estimar los flujos de metano de los lagos para la totalidad de las altas latitudes nórdicas; sin embargo, un estudio reciente, que utilizó datos de Siberia y Alaska, concluyó que los

**Figura 1:** Principales fuentes de metano ártico.



El metano ( $\text{CH}_4$ ) proviene de diversas fuentes en el Ártico, como las emisiones generadas por los microbios en los suelos de permafrost descongelado, las provenientes de lagos y lagunas, incendios e hidratos de metano.

Fuentes: ACIA 2004 y ACIA 2005.



Zonas críticas que se pueden percibir en la superficie en forma de círculos derretidos creados por el metano que brota desde el lecho de un lago en el norte de Siberia.

Fuente: Katey Walter

lagos árticos emiten de 15 a 35 millones de toneladas métricas de metano por año (Walter y otros 2007a).

### Cambios en futuras emisiones de metano provenientes de suelos y lagos árticos

Según las hipótesis climáticas actuales para el siglo XXI, se estima que las emisiones de metano provenientes de la región Ártica, como consecuencia del deshielo del permafrost y el aumento de las temperaturas del suelo, oscilarán entre 54 y 105 millones de toneladas métricas anuales -la cifra más alta duplica el nivel actual (Zhuang y otros 2006). Un modelo combinado que vincula a humedales con la dinámica climática también proyecta que las emisiones de esta región se duplicarán (Gedney y otros 2004).

Estos escenarios hipotéticos no consideran las complejas interacciones entre la dinámica del termocarst, los incendios y los cambios hidrológicos en humedales y turberas (Jorgenson y otros 2007, Zimov y otros 2006). Tales interacciones en el termocarst podrían provocar emisiones de metano más altas que las simuladas. Estas estimaciones tampoco incluyen el considerable efecto potencial del deshielo de materia orgánica descompuesta en los lagos de termocarst (**Recuadro 1**).

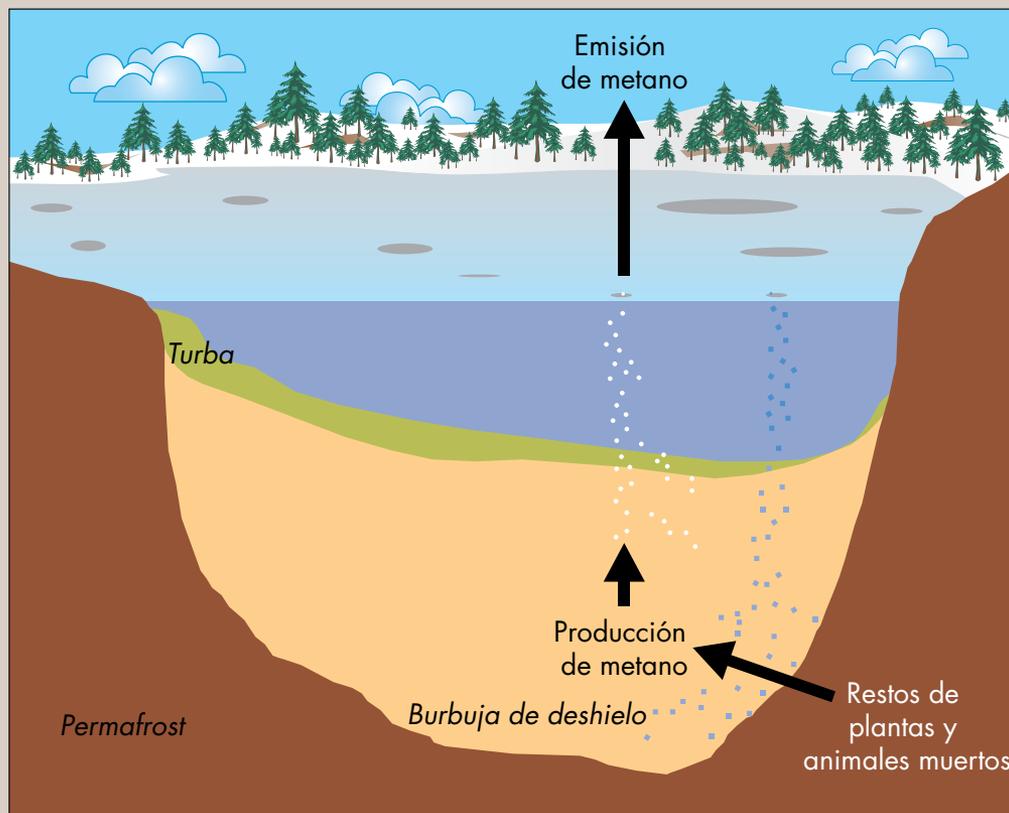
Existe la posibilidad de incrementos bruscos de estas emisiones si el permafrost se descongela a un ritmo más acelerado y si sectores superficiales del medio ambiente terrestre y lacustre se tornan

### Recuadro 1: Emisiones de metano de lagos árticos asociadas a la degradación del permafrost

Una potencial y muy importante fuente de liberación de metano a la atmósfera es la descomposición de materia orgánica en forma de restos vegetales, animales y microbianos congelados en el permafrost poco profundo (de 1 a 25 metros por debajo de la superficie) durante decenas de miles de años. En la actualidad, esta importante fuente de metano atmosférico no es tenida en cuenta en modelos de proyecciones sobre calentamiento futuro.

La cantidad de carbono almacenada en la materia orgánica del permafrost ártico es asombrosa. Se estima una cifra entre 750 y 950 mil millones de toneladas métricas -equivalente o superior a las casi 800 mil millones de toneladas métricas que se encuentran actualmente en la atmósfera en forma de dióxido de carbono (Zimov y otros 2006, ACIA 2005, Smith y otros 2004). Esta cifra no incluye el carbono que se encuentra en el permafrost más profundo, en hidratos dentro o por debajo del permafrost u otros reservorios de carbono de suelo no permafrost.

Cerca de 500 mil millones de toneladas métricas de carbono se encuentran preservadas en la actualidad en el permafrost con alto contenido de hielo en el noreste de Siberia (Zimov y otros 2006). Si este territorio se calienta tan rápidamente como se ha proyectado en escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero bajo las condiciones actuales, los compuestos de carbono que broten de nuevas burbujas descongeladas en lagos de termocarst podrían convertirse en un poderoso elemento de respuesta amplificadora al calentamiento. Una de las estimaciones indica que se podrían liberar sólo de los lagos de termocarst siberianos 50 mil millones de toneladas métricas adicionales de metano a la atmósfera, cifra diez veces mayor que la actual carga de metano atmosférico (Walter y otros 2007a). La expansión y formación de lagos de deshielo en el noreste de Siberia observadas en las últimas décadas sugiere que esta respuesta ya puede estar sucediendo (Walter y otros 2006).



La figura muestra el corte transversal de un lago de termocarst y la dinámica de las burbujas de metano. Una importante producción y emisión de metano se encuentra asociada al deshielo inicial del permafrost, a medida que surge materia orgánica del permafrost en los sedimentos del lecho del lago para alimentar microbios productores de metano. El metano producido en sedimentos más jóvenes en la parte superior de la burbuja de deshielo escapa a través de la superficie lacustre a un ritmo bajo de eferescencia. El metano que se produce a mayor profundidad en sedimentos lacustres más antiguos o en suelos previamente congelados que se descongelaron por debajo de los lagos, se emite a través de burbujas de deshielo al lecho del lago por medio de columnas que brotan a la superficie. Estas fuentes puntuales o zonas críticas de eferescencia poseen tasas de emisión excepcionalmente altas. Los lagos de termocarst se forman en períodos que van de décadas a siglos y perduran de varios siglos a 10 000 años.

Fuente: Walter y otros 2007a, Walter y otros 2007c.

más cálidos y húmedos. Hay por lo menos tres mecanismos diferentes detrás del incremento de emisiones de metano:

1. La capa descongelada o activa llega a mayores profundidades y los suelos permanecen húmedos, lo que produce condiciones anaeróbicas que favorecen a los microbios productores de metano en su tarea de descomposición de materia orgánica y turba almacenada.
2. La expansión y calentamiento de lagos de termocarst provocan una mayor descomposición de materia orgánica antigua a medida que se descongela y se torna más accesible para los microbios que producen metano.
3. Cuando el deshielo alcanza capas en donde el metano se encuentra atrapado en agua congelada, formando depósitos de hidratos, la desestabilización de los regímenes de presión y temperatura puede llegar a liberar grandes cantidades de metano desde áreas de permafrost terrestre y submarino.

Descubrimientos recientes sugieren que estos cambios ya están teniendo lugar. Estudios realizados en Alaska, Canadá y en el norte de la península escandinava han descubierto condiciones más húmedas en la superficie del suelo en áreas donde los márgenes de permafrost se hallan en retroceso (Walter y otros 2006, Walter y otros 2007a). Esto incrementa las emisiones de metano sobre el paisaje en su totalidad (Christensen y otros 2004, Johansson y otros 2006). Existe también una clara evidencia de que el número y la superficie de los lagos de termocarst en el norte de Siberia están aumentando -así como las zonas críticas de emisiones de metano asociadas. Estos cambios en el paisaje tienen profundas repercusiones en la acumulación mundial de metano atmosférico. (Walter y otros 2006, Walter y otros 2007a).

## METANO PROVENIENTE DE HIDRATOS

Una enorme cantidad de metano en la Tierra, que almacena más carbono que todas las reservas comprobadas de carbón, petróleo y gas, se encuentra congelada en un material helado conocido como caltratos o hidratos de metano.

Caltrato es un término general que se aplica a un compuesto químico en el cual las moléculas de una sustancia están físicamente encerradas en una

estructura similar a una celda formada por moléculas de otro tipo. Hidrato es el término específico que se utiliza cuando la celda está conformada por moléculas de agua congelada. La mayoría de los hidratos que existen en la Tierra están llenos de metano y se encuentran dispersos, en concentraciones bajas y bajo presión, entre los sedimentos de las profundidades de todo el planeta. Los hidratos de metano se tornan inestables a medida que aumenta la temperatura o disminuye la presión, y el metano escapa hacia la atmósfera donde funciona como un poderoso gas de efecto invernadero. Gradualmente, el metano reacciona con el oxígeno atmosférico y se convierte en dióxido de carbono y agua. El carbono derivado de los hidratos de metano con el tiempo se acumula en la atmósfera como dióxido de carbono, de igual manera que el carbono derivado de los combustibles fósiles. Los cálculos de estabilidad demuestran que los hidratos de metano se desestabilizarán en respuesta al calentamiento producto de un aumento de sólo unos pocos grados Celsius. Dada la inmensa reserva de carbono en los depósitos de hidratos de metano, cualquier desestabilización a gran escala de los hidratos de metano podría tener consecuencias enormes a nivel mundial.



El gusano de hielo *Hesiocaeca methanicola* fue descubierto por primera vez en este cristal de hidrato de metano que emergió del lecho marítimo del Golfo de México (Fisher y otros 2000).

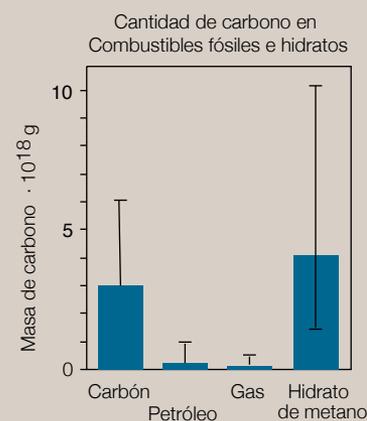
Fuente: Ian R. MacDonald, Texas A&M University

## Hidratos oceánicos

La mayoría de los hidratos de metano se encuentra en los sedimentos de los océanos del mundo, incluso en los del Océano Ártico. Estos sedimentos portadores de hidratos están enterrados en profundidades de hasta varios cientos de metros por debajo del lecho marino, en depósitos estratificados. Estos depósitos se forman cuando el carbono orgánico, producido por el fitoplancton en la capa de la superficie oceánica iluminada por el sol, se hunde hasta el lecho marino, donde puede quedar enterrado junto con conchas de plancton y arcilla terrestre. Los sedimentos se van acumulando durante siglos y milenios. Con el tiempo, los microbios producen metano a partir de los restos de plancton a cientos de metros por debajo del lecho marino. Si se produce suficiente metano, parte del mismo quedará atrapado a alta presión en los hidratos de metano. En lugares donde la generación de metano es muy activa, el hidrato de metano puede migrar hacia el fondo marino y formar cristales sólidos de hidrato de gas congelado en forma masiva.

Se calcula que los depósitos oceánicos de hidrato de gas almacenan entre 2 y 5 billones de toneladas métricas de carbono como metano, aunque según algunos cálculos, esa cifra se elevaría a 10 billones de

**Figura 2:** Comparación de cantidades de carbono en hidratos de metano y en combustibles fósiles



Reservas comprobadas de combustibles fósiles (barras) y recursos potenciales no convencionales (líneas finas), tales como arenas asfálticas y lutitas petrolíferas. Las estimaciones de la cantidad de metano en los depósitos de hidratos se presentan como rango (líneas finas) y como mejor valor estimado (barra).

Fuentes: Archer 2007, Rogner 1997.

toneladas métricas (Buffett y Archer 2004, Milkov 2004). A modo de comparación, se calcula que el carbón, el combustible fósil más abundante, contiene alrededor de 5 billones de toneladas métricas de carbono (Rogner 1997) (**Figura 2**). El metano originado en los depósitos de hidratos submarinos puede abandonar los sedimentos en tres formas posibles: disuelto, en burbujas o en fragmentos de hidrato. El metano disuelto es químicamente inestable en la columna de agua oceánica que contiene oxígeno y donde se convierte en dióxido de carbono. Las burbujas de metano en general sólo se pueden elevar unos pocos cientos de metros en una columna oceánica antes de disolverse. Los fragmentos de hidrato flotan en el agua de la misma manera que lo hace el hielo común, y transportan metano a la atmósfera de manera mucho más eficiente que el metano disuelto o en burbujas. (Brewer y otros 2002).

En la actualidad, se estima que las emisiones de metano provenientes de hidratos (tanto de fuentes oceánicas como de permafrost) rondan los 5 millones de toneladas métricas por año, con una variación posible de entre 0,4 y 12,2 millones de toneladas métricas (Wuebbles y Hayhoe 2002).

### Hidratos de gas asociados con suelos permafrost

Los hidratos pueden encontrarse en depósitos asociados con el permafrost en el Ártico. Sin embargo, dado que la estabilidad de los hidratos depende de condiciones de alta presión relativa, es poco probable que persistan en el permafrost superficial. La permeabilidad de los sedimentos y del suelo es otro factor que puede influir en la permanencia de los hidratos. Algunas veces el agua subterránea congelada crea una capa de hielo sellada en el suelo, que puede aumentar la presión en los espacios porosos de la roca o del suelo debajo de la misma (Dallimore y Collett 1995).

No se tiene certeza de la cantidad total de hidratos de metano existente en los suelos permafrost; su estimación oscila entre 7,5 y 400 mil millones de toneladas métricas de carbono (Gornitz y Fung 1994). Tampoco existe certeza acerca de la probabilidad de una repentina desestabilización de estos hidratos de metano en respuesta al cambio climático.

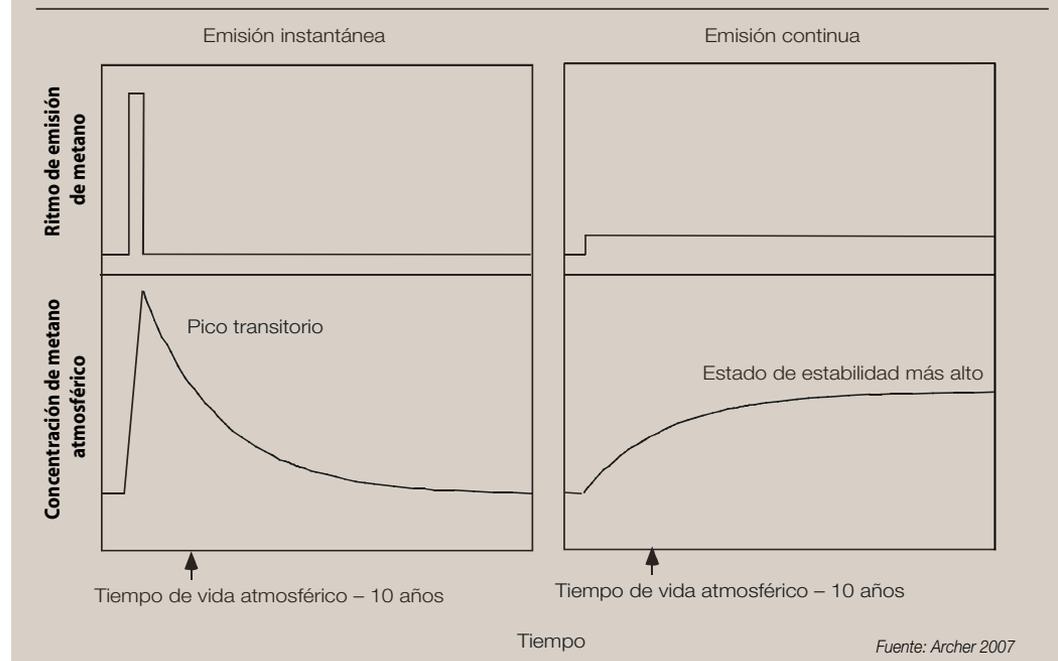
Los hidratos de metano encerrados en sedimentos y suelos pueden llegar a quedar expuestos a las aguas del océano en las costas árticas afectadas por el deshielo. A medida que el hielo se derrite y el



El material helado de los hidratos de metano parece hielo, pero arde si se lo enciende.

Fuente: National Research Council Canada

**Figura 3:** Manera en que el ritmo de emisión de metano afecta las concentraciones atmosféricas de metano



suelo se descongela, la superficie terrestre colapsa y más hielo, suelos y sedimentos quedan expuestos a la erosión oceánica. La costa norte de Siberia es particularmente vulnerable a la erosión, habiéndose verificado la desaparición de islas enteras a través de la historia (Romankevich 1984). Las mediciones de las concentraciones de metano disuelto en el mar a lo largo de esa plataforma continental resultaron 25 veces la concentración atmosférica, explicándose así el escape de hidratos de metano y las emisiones de metano a partir del permafrost descongelado en el medio ambiente marino superficial y la actividad biológica (Shakhova y otros 2005).

### El futuro de los hidratos de metano

Las investigaciones sobre el hidrato de metano abren nuevos caminos a los científicos, incluso la posibilidad de su extracción para propósitos energéticos (**Recuadro 2**).

Cuando se considera el efecto potencial de los hidratos de metano en el cambio climático, hay cuestiones difíciles que aún no han sido resueltas por los científicos, por ejemplo:

## Recuadro 2: ¿Los hidratos de metano como una posible fuente de energía?

La existencia total estimada de metano en los depósitos mundiales de hidratos es comparable o superior al resto de los depósitos de combustibles fósiles tradicionales combinados, lo que impulsa la idea de la extracción de hidratos de metano como fuente de energía fósil. La combustión del metano emite dióxido de carbono pero, en comparación con otros combustibles fósiles, la emisión es esencialmente menor en relación con la energía producida.

Es probable que la mayoría de los depósitos de hidratos de metano no estén lo suficientemente concentrados como para justificar su extracción económica (Milkov y Sassen 2002). Los objetivos más probables a corto plazo para la extracción de hidrato de metano apuntan a los depósitos asociados a los suelos permafrost, tanto los continentales como los oceánicos poco profundos. En el campo Messoyakha, Siberia, se han perforado al menos 50 pozos (Krasov 2000). Un consorcio internacional perforó una serie de pozos en el campo Mallik en el delta Mackenzie, Canadá (Chatt y otros 2005, Kerr 2004). En las zonas marítimas cercanas a Japón, en el Pacífico Noroccidental de América del Norte y en el Golfo de México se encuentran, en forma relativamente accesible, sedimentos marinos permeables y porosos portadores de hidratos. En otros lugares, como por ejemplo en Blake Ridge frente a las costas de Carolina del Sur, en los Estados Unidos, el acceso a hidratos de metano se ve limitado por la existencia de sedimentos impermeables y/o en bajas concentraciones, lo que torna poco posible la extracción económica a corto plazo (Kvenvolden 1999).

La extracción de los hidratos de metano tiene sus riesgos pues existe la posibilidad de que desestabilice partes del talud continental (Chatt y otros 2005, Grauls 2001, Kvenvolden 1999). Se ha llegado a considerar el reemplazo de hidratos de metano por hidratos de dióxido de carbono, como forma de absorber el dióxido de carbono y mantener la estabilidad del talud continental durante el proceso (Warzinski y Holder 1998).

Se estima que en caso de su explotación, los hidratos de metano de acá a 10 años aproximadamente, podrían suministrar alrededor del 10 por ciento de nuestra extracción de metano, lo que sería equivalente al incremento del metano de carbón durante los últimos 30 años (Grauls 2001, Kerr 2004). Los hidratos de metano resultarían así una importante fuente de energía, aunque no tan grande como podría inferirse de las estimaciones del total de metano existente en las reservas mundiales de hidratos.

- cuánto es el hidrato de metano existente
- cómo podría éste desestabilizarse en respuesta al calentamiento actual, y
- cómo y a qué ritmo el metano emitido por el derretimiento de los hidratos puede alcanzar el océano o la atmósfera.

Mientras que el metano es un poderoso GEI, una vez que se oxida su elemento de carbono sigue afectando el clima como dióxido de carbono. Las consecuencias del aumento de la cantidad de metano que ingresa a la atmósfera varían según sea la emisión de éste instantánea o a un ritmo lento y continuo.

### (Figura 3).

Una de las hipótesis plantea una emisión repentina, durante un período corto, de suficiente metano como para cambiar significativamente las proporciones de los componentes atmosféricos. Esto produciría un pico en la concentración de metano, que luego declinaría. Actualmente, hay 5 mil millones de toneladas métricas de metano en la atmósfera. Harían falta otras 50 mil millones de toneladas métricas de metano para duplicar el efecto invernadero que ya estamos experimentando por la formación de dióxido de carbono en la atmósfera. Algunos científicos creen que hubo picos de metano en la atmósfera en el pasado, pero encontrar un mecanismo verosímil que pueda emitir tanto metano a tanta velocidad continúa siendo un desafío (Archer 2007, Schiermeier 2003).

Existe una mayor posibilidad de que en el futuro haya un aumento gradual del ritmo de emisión continua de metano a la atmósfera, proveniente de fuentes de hidrato y termocarst a lo largo de un período más extenso. Las fuentes de metano derivadas de las actividades humanas, como los

## Recuadro 3: Principales respuestas climáticas que operan en el Ártico

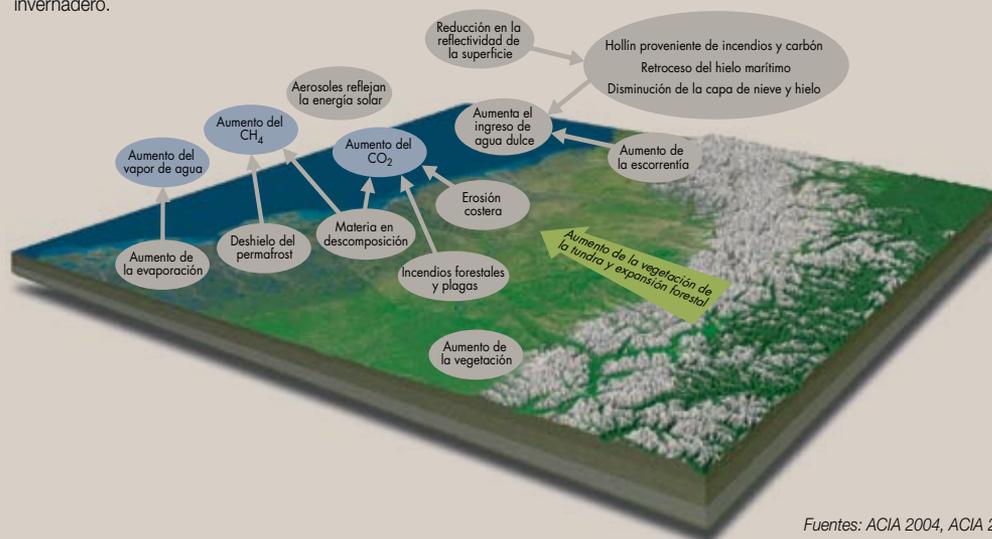
### Principales respuestas en el Ártico que aumentan el calentamiento

- El calentamiento produce mayor evaporación y por lo tanto, más vapor de agua (gas de efecto invernadero clave) en la atmósfera.
- El calentamiento derrite la nieve y el hielo, reduciendo la reflectividad de la superficie, aumentando así la absorción del calor solar. La reflectividad también se ve reducida por el aumento de los arbustos en la tundra, así como por el hollín originado en un creciente número de incendios naturales y en la quema de combustibles fósiles, que oscurecen la nieve y el hielo.
- El calentamiento provoca deshielo del permafrost, descomposición más rápida de la materia orgánica del suelo, incendios más frecuentes, alteraciones en los insectos y aumento de la erosión costera seguida de la descomposición del material erosionado. Todo esto lleva a una mayor emisión de metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gases de efecto invernadero.

### Principales respuestas en el Ártico que reducen el calentamiento

- Las partículas minúsculas (aerosoles) que llegan a la atmósfera por el creciente número de incendios pueden reflejar la energía solar al espacio.
- El calentamiento alienta el crecimiento de las plantas, las cuales absorben mayor cantidad de dióxido de carbono. Los ecosistemas de bosque boreal que migran hacia el norte absorben aún más carbono en la vegetación y en los suelos.
- A medida que los hielos se derriten y aumentan las precipitaciones y la escorrentía, hay un mayor aporte de agua dulce hacia los océanos. Esto lentifica la circulación termohalina y reduce el transporte del calor oceánico a la región.

Fuente: McGuire y otros 2006.



Fuentes: ACIA 2004, ACIA 2005.

arrozales, la industria de los combustibles fósiles y la ganadería, ya han duplicado la concentración de metano en la atmósfera desde el siglo XIX. Una fuente que emitiera alrededor de 50 mil millones de toneladas métricas de carbono durante más de 100 años duplicaría otra vez el metano existente en la atmósfera. Es difícil predecir semejante flujo de metano proveniente de hidratos en el próximo siglo, pero está dentro de las posibilidades.

### CAMBIOS EN LA NATURALEZA

Las respuestas del metano operan dentro de un contexto más amplio de respuestas del régimen climático en el Ártico (**Recuadro 3**). Algunos de estos procesos de respuesta climática ya están cambiando el medio ambiente natural y están asociados con los cambios en la reflectividad de la superficie y con la emisión y absorción de otros gases de efecto invernadero además del metano.

### Cambios en la reflectividad

Bajo las condiciones climáticas que han prevalecido por milenios, la superficie del Ártico es muy brillante en razón de la cubierta de nieve, hielo y escasa vegetación, por lo que refleja gran parte de la radiación solar de vuelta al espacio. El derretimiento anticipado de la nieve en la primavera y la tardía caída de nieve en otoño reducen considerablemente la reflectividad, de alrededor de 80 por ciento de radiación de onda corta recibida y reflejada al espacio, a sólo un 20 por ciento. Este proceso calienta la región y se suma al aumento de la temperatura promedio mundial, principal causante del derretimiento de la nieve y el hielo (**Figuras 4 y 5**).

Por ejemplo, en la tundra de Alaska, se calcula que el aumento del calentamiento atmosférico debido al derretimiento anticipado de la nieve y la consecuente disminución en reflectividad fue de 10,5 watts por metro cuadrado entre 1970 y 2000 (Chapin y otros 2005). Para situar esta estimación en contexto, la cantidad promedio de energía solar que llega a la superficie de la Tierra por segundo es de alrededor de 168 watts por metro cuadrado. En todo el continente Ártico, se calcula que los cambios en las estaciones y en la duración de la cubierta de nieve han aumentado el calentamiento atmosférico en alrededor de 3 watts por metro cuadrado entre 1970 y 2000 (Euskirchen y otros 2007).

Se cree que la cubierta de nieve en el Ártico continuará disminuyendo en este siglo. Una de las hipótesis de calentamiento que asume los aumentos

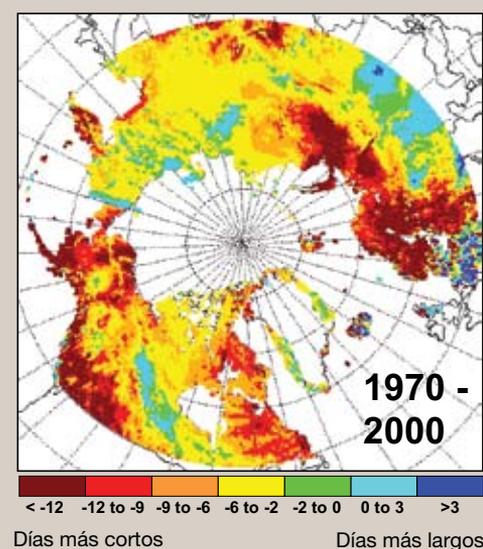
habituales de las emisiones de GEI para el siglo XXI calcula que el número anual de días con cubierta de nieve en el Ártico disminuirá alrededor de 40 días. Actualmente, la cubierta de nieve en el Ártico dura alrededor de 200 días al año. Un cambio de esa magnitud probablemente aumentará más de 10 watts por metro cuadrado el calentamiento atmosférico del Ártico durante el siglo XXI. Esto representa alrededor de 2,5 veces el calentamiento esperado por la duplicación de las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (4,4 watts por metro cuadrado) (Houghton y otros 2001).

El hollín o carbono negro se deposita en la superficie del Ártico debido a los incendios naturales en el bosque boreal, que son cada vez más frecuentes, y a la quema de carbón y combustible diesel en el lugar y en otras regiones. El hollín cae sobre la nieve y el hielo reduciendo aún más la reflectividad (Stohl y otros 2006, Flanner y otros 2007). Los incendios son cada vez más frecuentes en América del Norte boreal (Kasischke y Turetsky 2006) y el resto del Ártico, mientras que el depósito adicional de hollín podría incrementar aún más el calentamiento.

La cubierta arbustiva también está aumentando. Estudios experimentales demuestran que el incremento de 1°C en el verano ártico acelera significativamente el crecimiento de los arbustos existentes en el lapso de una década (Arft y otros 1999). En general, parece haber un mayor crecimiento de arbustos en casi todo el Ártico (Callaghan y otros 2005) (**Figura 6**). Esta

circunstancia está mejor documentada en la Alaska ártica, donde la cubierta arbustiva aumentó alrededor del 16 por ciento desde 1950 (Tape y otros 2006). Aunque los cambios en la vegetación parecen haber tenido, hasta ahora, efectos mínimos en el calentamiento atmosférico

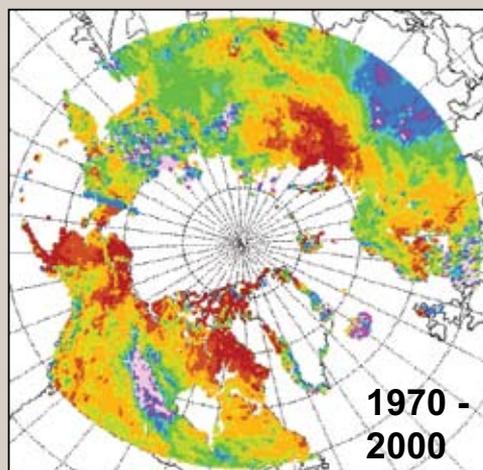
**Figura 4: Cambios en la duración de la cubierta de nieve, 1970 – 2000**



Cambios en la duración de la cubierta de nieve al norte de la latitud 50° N. El número anual de días con cubierta de nieve disminuyó en un promedio estimado de 7,5 días entre 1970 y 2000.

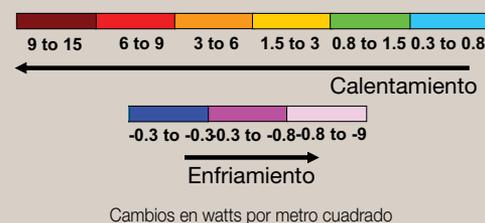
Fuente: Euskirchen y otros 2007.

**Figura 5: Cambios en el calentamiento atmosférico, 1970-2000**



Cambios estimados en el calentamiento atmosférico asociados a los cambios en la duración de la cubierta de nieve desde 1970 a 2000. Considerado el Ártico como un todo, se calcula que la reducción general en la duración de la cubierta de nieve en alrededor de 7,5 días entre 1970 y 2000 ha aumentado el calentamiento atmosférico en alrededor de 3,0 watts por metro cuadrado.

Fuente: Euskirchen y otros 2007.



de la Alaska ártica, la conversión total en tundra arbustiva podría incrementar el calentamiento de la región durante el verano en alrededor de 8,9 watts por metro cuadrado (Chapin y otros 2005).

Los árboles también están avanzando hacia el norte y hacia las laderas del Ártico. Durante los últimos 50 años, los avances de la línea arbórea han sido documentados en Rusia, Canadá y Alaska (McGuire y otros 2007). En las áreas montañosas de Escandinavia, se verificó un avance de dicha línea sobre la ladera durante los últimos 50 años a medida que fue aumentando la temperatura (Callaghan y otros 2004). Si la tundra en el norte de Alaska se convirtiera totalmente en cubierta arbórea, el calentamiento en el verano local aumentaría en alrededor de 26 watts por metro cuadrado (Chapin y otros 2005).

Al atenuarse la nieve debido al incremento de las cubiertas arbustivas y arbóreas al comienzo de la primavera, y al aumentar la captación de energía calórica por la mayor cubierta arbustiva y arbórea en el verano se producen fuertes respuestas positivas al calentamiento del clima (Chapin y otros 2005). Los modelos de cambio de vegetación en la región de Barents en el Ártico permiten proyectar que para el año 2080 los cambios disminuirían la reflectividad en cerca de un 18 por ciento tanto en el verano como en el invierno (Wolf y otros, en imprenta).



La presencia de suelos calcáreos y el relieve de paisaje variado en el cordón meridional de bosque boreal en Kuusamo, Finlandia, mantiene una vegetación relativamente rica en especies.

Fuente: K. Salminen/ Still Pictures

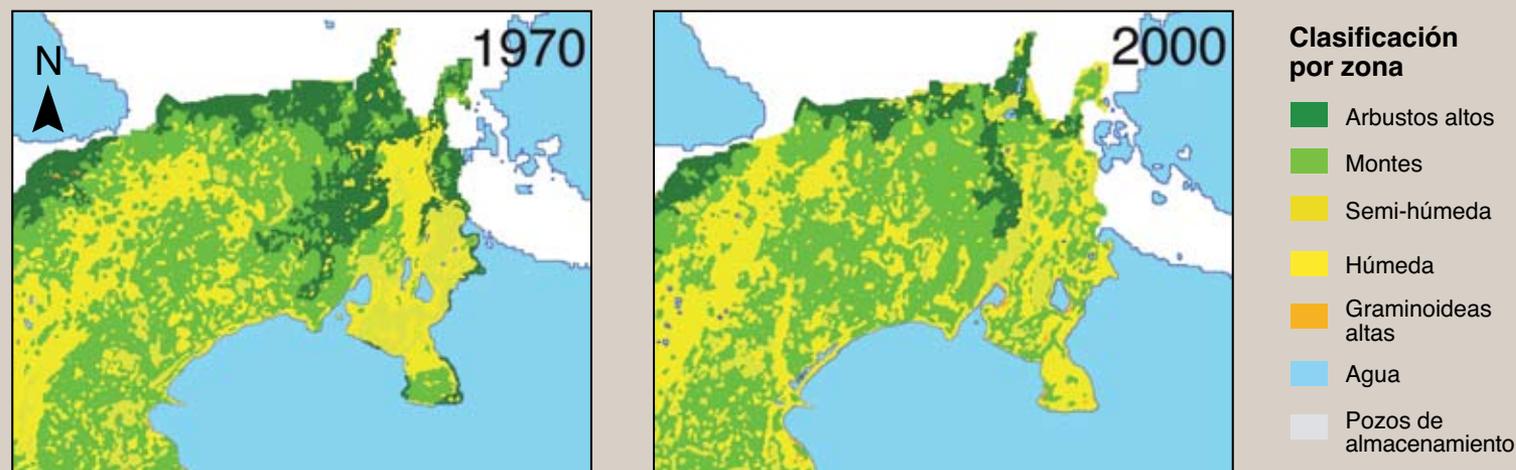
Todas estas respuestas reductoras de la reflectividad amplifican el calentamiento y superan las respuestas negativas en funcionamiento. Un ejemplo de respuesta negativa es la producción de aerosoles por los incendios naturales – cuando el hollín permanece suspendido en el aire las partículas individuales pueden reflejar la luz solar y provocar cierto enfriamiento. Las pequeñas partículas pueden también acelerar la formación de nubes a altitudes como para reflejar la luz solar.

Pero los efectos potenciales refrigerantes de los aerosoles del hollín son superados por los efectos de calentamiento del hollín depositado en la superficie de la Tierra.

### Emisión y absorción de carbono

Por el lado de la respuesta positiva amplificadora, el calentamiento lleva al aumento de la emisión de dióxido de carbono debido a la descomposición de la materia orgánica en los suelos, los incendios cada vez más

**Figura 6:** Cambio en la vegetación del pantano de Stordalen, Suecia 1970-2000



Las imágenes ilustran la colonización hacia el norte de especies de arbustos altos y los cambios importantes en la vegetación entre 1970 y 2000 como consecuencia del deshielo del permafrost y el aumento en el flujo de metano. Este detalle es parte de un programa de investigación de monitoreo extensivo y continuo del pantano de Stordalen, situado a aproximadamente 150 kilómetros al norte del Círculo Ártico en Suecia. La distribución de las distintas clases de vegetación por zona resulta de la interpretación de imágenes aéreas infrarrojas.

Fuente: Malmer y otros 2005

frecuentes, las alteraciones de los insectos que producen la muerte de árboles y el deterioro de bosques, así como al aumento de la erosión costera, seguida de la descomposición del material erosionado. Por el lado de la respuesta negativa y amortiguadora, el calentamiento aumenta el consumo de dióxido de carbono por parte de las plantas en la tierra y en el mar, lo que ayuda a moderar las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera. Dado que este consumo de carbono ha dominado por milenios en el Ártico, se han acumulado grandes cantidades de carbono en la tundra y, en un grado aún mayor, en los suelos de bosques boreales. Como los ecosistemas del bosque boreal se desplazan hacia el norte, reemplazando los ecosistemas de la tundra, los suelos de los bosques podrían aumentar significativamente el almacenamiento de carbono en el Ártico (Betts 2000, Callaghan y otros 2005).

Los análisis realizados hasta ahora indican que el efecto del calentamiento será el dominante. El calentamiento producido por la disminución de la nieve y el aumento de la cubierta arbustiva y arbórea tendrá un efecto más fuerte en el régimen climático que el efecto refrigerante causado

por un mayor almacenamiento de carbono (Betts 2000, Chapin y otros 2005, Euskirchen y otros 2006, Euskirchen y otros 2007).

Los cambios proyectados para la nieve y la vegetación podrán tener también efectos importantes en la diversidad biológica y en las poblaciones indígenas del norte.

Los aumentos en el crecimiento de los arbustos y en los incendios naturales, ambos inducidos por el calentamiento, reducen la abundancia y diversidad de los líquenes, alimento invernal muy importante para los renos, de los cuales depende la población local (Cornelissen y otros 2001, Rupp y otros 2006). Otras especies como el alce podrían medrar, produciendo así cambios importantes en la cantidad y los tipos de recursos de subsistencia disponibles para las poblaciones indígenas, quienes ya enfrentan temporadas de hielo más cortas en ríos y mares, con la consiguiente reducción en el acceso a los recursos de caza. Para los Sami, Inuit, Nenets y otras culturas del norte con fuertes lazos con la tierra y el mar, estos cambios tienen profundas consecuencias nutricionales y culturales. A medida que la cubierta arbórea y

arbustiva se desplace hacia el norte, surgirán nuevas especies y recursos.

Según las investigaciones sobre ecosistemas, el Ártico experimentará tanto la desaparición de climas, con la consecuente declinación de sus ecosistemas asociados, como la aparición de nuevos climas con nichos a cubrir (véase Panorama general). Algunos de los cambios evidentes en el Ártico también están ocurriendo en los sistemas de alta montaña en todas las latitudes.

El derretimiento del hielo, los depósitos de hollín y los sucesivos cambios en la reflectividad de la superficie, como así también el deshielo del permafrost y la invasión de vegetación están alterando los patrones meteorológicos mucho más allá de las regiones donde se producen tantos cambios climáticos (**Recuadro 4**).

#### MIRADA AL FUTURO

La emisión de metano producida por el deshielo del permafrost en el Ártico es un factor imprevisible del calentamiento de la Tierra. El balance de las pruebas sugiere que las respuestas del Ártico que amplifican

#### Recuadro 4: El derretimiento de los glaciares y el deshielo del permafrost más allá del Ártico: la Meseta Qinghai-Tibet



Fuente: Agencia de Noticias Xinhua



Fuente: Jicheng He/ Academia de Ciencias de China

El deshielo del permafrost está afectando el medio ambiente tanto a gran altitud como en las latitudes altas. La Meseta Qinghai-Tibet contiene alrededor de 5,94 millones de hectáreas de glaciares con 5 590 km<sup>3</sup> de hielo. Cuenta también con 150 millones de hectáreas de permafrost subyacente. El volumen de hielo del permafrost es más del doble que el de los glaciares. Esta Meseta es la fuente de los ríos Changjiang (Yangtze o Río Azul) y Huanghe (Río Amarillo), los cuales, aguas abajo, constituyen el corazón de la agricultura, silvicultura, pesca y demás aspectos relativos a la actividad económica y al medio ambiente. Estos ríos también arrastran grandes cantidades de sedimentos hacia sus cuencas inferiores.

El persistente aumento del derretimiento del hielo en la Meseta Qinghai-Tibet, debido al continuo calentamiento, afectará inevitablemente la economía y el medio ambiente en China y sus regiones circundantes. Durante la segunda mitad del siglo pasado, el calentamiento de la Tierra ha acelerado el derretimiento en la Meseta. Sus glaciares retrocedieron en un siete por ciento, produciendo un aumento en la escorrentía del 5,5 por ciento en el noroeste de China. Sin embargo, las altas temperaturas que causaron el derretimiento de los glaciares también causaron una mayor evaporación en todo el noroeste de China y provocaron más sequías, la expansión de la desertificación por erosión del suelo, así como mayores tormentas de arena y polvo. El norte de China ha sufrido severas tormentas de polvo atribuidas a la desertificación en el noroeste. Por ejemplo, el 17 de abril de 2006, una sola tormenta de polvo arrojó 336 000 toneladas métricas de polvo sobre Pekín, poniendo en peligro la calidad del aire en la capital (Yao y otros 2007).

el calentamiento a nivel mundial y regional serán las dominantes entre los próximos 50 y 100 años (McGuire y otros 2006) **(Recuadro 5)**.

Probablemente estas respuestas se intensificarán si continúa el calentamiento. Podríamos estar aproximándonos a umbrales difíciles de predecir con exactitud, pero cruzarlos puede llegar a tener serias consecuencias a nivel mundial (véase Panorama general). Esto enfatiza la necesidad urgente de responder con políticas que reduzcan el calentamiento en el futuro a fin de evitar traspasar esos límites **(Recuadro 6)**.

Nuestro entendimiento de las interacciones, de la importancia relativa y del balance neto proyectado entre las distintas respuestas que operan en el Ártico está lejos de ser completo. En vista de estas incertidumbres y vulnerabilidades, es importante mejorar nuestro conocimiento de cómo influirán en el clima mundial los cambios en el Ártico. Un paso importante será trazar un mapa de localización y determinar la cantidad de hidratos de metano, sus posibles respuestas a otros cambios climáticos, y el recorrido y ritmo con que podrían penetrar en el océano o la atmósfera.

Ya ha quedado claro que el clima mundial es vulnerable a las respuestas del Ártico y que las consecuencias de esas respuestas podrían ser desastrosas. La única manera de disminuir la magnitud de estas consecuencias es la reducción drástica y la estabilización de las concentraciones de los GEI en la atmósfera. Además de la reducción a largo plazo de las emisiones de dióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero persistentes, resultaría especialmente valioso concentrarse a corto plazo en la disminución de las emisiones de metano y hollín, ambos con menor persistencia en la atmósfera. Las consecuencias potenciales de las grandes cantidades de metano que entran en la atmósfera por el deshielo del permafrost o la desestabilización de los hidratos oceánicos podrían llevar a cambios climáticos abruptos y probablemente irreversibles. No debemos cruzar esos límites. Revertir el calentamiento actual causado por las actividades humanas nos ayudará a evitar por completo tales efectos (Hansen y otros 2007).



Es probable que los cambios en la nieve y la vegetación tengan un efecto considerable en la diversidad biológica. En esta imagen se observa un reno cavando en búsqueda de líquenes luego de una fuerte nevada.

Fuente: Inger Marie Gaup Eira/www.ealato.org

### Recuadro 5: Resumen de las ideas clave

- Según las proyecciones para este siglo, las emisiones de metano árticas se verán, como mínimo, duplicadas. Esto se debe a un incremento en la superficie de los humedales creados por el deshielo y el continuo calentamiento de esos suelos orgánicos húmedos. Estos factores conducirán a un aumento del calentamiento de la Tierra.
- Se calcula que el deshielo del permafrost sólo en el norte de Siberia liberará una cantidad de metano diez veces mayor a la carga de metano atmosférica actual mediante burbujas que brotan de los lagos de termocarst.
- Los hidratos de metano representan una fuente futura de emisiones continuas de metano a largo plazo.
- Las reducciones de la cubierta de nieve han disminuido la reflectividad de la superficie, provocando casi tanto calentamiento local como el forzamiento de dióxido de carbono durante los últimos 30 años. Se espera que los efectos de este circuito de respuesta aumenten con el calentamiento futuro.
- La expansión de los arbustos hasta cubrir toda la tundra ártica provocaría un incremento del calentamiento local durante el verano equivalente al doble del forzamiento actual de dióxido de carbono.
- Las respuestas del clima ártico tienen un efecto a nivel mundial, ya que aumentan de manera significativa las concentraciones de carbono atmosférico de la Tierra. El incremento de GEI provoca un cambio climático que eleva el nivel del mar, intensifica las tormentas y amenaza los ecosistemas a nivel mundial.

### Recuadro 6: Consideraciones políticas

#### Inversiones en investigación climática y energética

Existe una necesidad apremiante de incrementar las inversiones en investigación para entender los procesos del cambio climático, evaluando los posibles impactos sobre las personas y los lugares, y expandiendo las capacidades de adaptación de los sistemas humanos y naturales. El debate sobre las respuestas en el Ártico y a nivel mundial enfatiza la urgencia de abordar el gran desafío tecnológico que se nos presenta: cómo manejar la transición hacia un sistema energético bajo en carbono. Esta transición incluye el incremento de la eficiencia energética, con la reducción de la intensidad de carbono y la promoción de la captación biológica y geológica del dióxido de carbono producido por los combustibles fósiles. Las inversiones dirigidas a la investigación y el desarrollo vinculados con el metano deberían proporcionar una mejor comprensión de los hidratos de metano y de su potencial como una fuente de combustible más limpia, así como también de la integración de los ciclos de metano a los modelos de proceso mundial, como los que proyectan los cambios climáticos.

#### Alianzas para el Conocimiento

Es imprescindible que los encargados de la toma de decisiones posean una amplia base de conocimiento sobre la cual se puedan diseñar políticas y comprender acabadamente las consecuencias de los diferentes caminos a tomar, incluso los riesgos de consecuencias no buscadas más allá de límites peligrosos. En cuanto a nuevas opciones energéticas, se debe abordar un completo análisis de sus riesgos y beneficios, considerando los diferentes efectos a nivel local y mundial. El conocimiento sobre el cambio climático y su impacto sobre la naturaleza y las personas, así como las soluciones tecnológicas y políticas, deberían ser ampliamente compartidos entre una variedad de alianzas facilitadoras a los fines de comunicar la urgencia del desafío y la abundancia de oportunidades. Más específicamente, un mayor conocimiento de los ciclos del metano, y cómo afectan y se ven afectados por las respuestas del cambio climático, dependerá de la capacidad de las alianzas para el conocimiento en reducir la brecha entre la ciencia y las políticas.

#### Respuestas políticas a nivel mundial

Abordar los desafíos emergentes que presenta el calentamiento del Ártico, que trae aparejado un incremento en las emisiones de metano, requerirá respuestas a nivel mundial en el futuro cercano e inmediato. Análisis recientes sugieren que la transición hacia un sistema energético más eficiente y con bajo contenido de carbono podría proporcionar importantes oportunidades económicas con un efecto mínimo o muy reducido sobre el producto interno bruto a nivel mundial (IPCC 2007, Stern 2006). La capacidad de integrar incentivos económicos a las respuestas políticas sobre el clima mundial desempeñará un papel fundamental para comprometer y activar lo mejor de nuestras instituciones de gobierno, industria y sociedad, a lo largo de las economías emergentes, el mundo en desarrollo y las naciones industrializadas.

## REFERENCIAS

- ACIA (2004). *Impacts of a Warming Arctic, synthesis report of the Arctic Climate Impact Assessment*. Cambridge University Press Cambridge, UK
- ACIA (2005). *Arctic Climate Impact Assessment Scientific Report*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Archer, D.E. (2007). Methane hydrate stability and anthropogenic climate change. *Biogeosciences*, 4, 993-1057
- Arft, A.M., Walker, M.D., Gurevitch, J., Alatalo, J.M., Bret-Harte, M.S., Dale, M., Diemer, M., Gugerli, F., Henry, G.H.R., Jones, M.H., Hollister, R., Jónsdóttir, I.S., Laine, K., Lévesque, E., Marion, G.M., Molau, U., Molgaard, P., Nordenhäll, U., Raszhivin, V., Robinson, C.H., Starr, G., Stenström, A., Stenström, M., Totland, Ø., Turner, L., Walker, L., Webber, P., Welker, J.M. and Wookey, P.A. (1999). Response patterns of tundra plant species to experimental warming: A meta-analysis of the International Tundra Experiment. *Ecological Monographs*, 69, 491-511
- Bastviken, D., Cole, J., Pace M. and Tranvik, L. (2004). Methane emissions from lakes: Dependence of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate. *Global Biogeochemical Cycles*, 18, GB4009
- Betts, R.A. (2000). Offset of the potential carbon sink from boreal forestation by decreases in surface albedo. *Nature*, 408, 187-190
- Brewer, P.G., Paull, C., Peltzer, E.T. Ussler, W., Rehder, G. and Friederich, G. (2002). Measurements of the fate of gas hydrates during transit through the ocean water column. *Geophysical Research Letters*, 29(22), 2081
- Buffett, B. and Archer, D.E. (2004). Global inventory of methane clathrate: Sensitivity to changes in environmental conditions. *Earth and Planetary Science Letters*, 227, 185-199
- Callaghan, T.V., Bjorn, L.O., Chapin, F.S., III, Chernov, Y., Christensen, T.R., Huntley, B., Ims, R., Johansson, M., Jolly, D., Jonasson, S., Matveyeva, N., Oechel, W.C., Panikov, N. and Shaver, G.R. (2005). Arctic Tundra and Polar Desert Ecosystems. In *Arctic Climate Impact Assessment* (ed. R. Corell). Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 243-352
- Chapin, F.S., III, Sturm, M., Serreze, M.C., McFadden, J.P., Key, J.R., Lloyd, A.H., McGuire, A.D., Rupp, T.S., Lynch, A.H., Schimel, J.P., Beringer, J., Chapman, W.L., Epstein, H.E., Euskirchen, E., Hinzman, L.D., Jia, G., Ping, C.L., Tape, K.D., Thompson, C.D., Walker, D.A. and Welker, J.M. (2005). Role of land-surface changes in arctic summer warming. *Science*, 310, 657-660
- Chatti, I., Delahaye, A., Fournaison, L. and Petit, J.P. (2005). Benefits and drawbacks of clathrate hydrates: A review of their areas of interest. *Energy Conversion and Management*, 46 (9-10), 1333-1343
- Christensen, T.R., Johansson, T., Malmer, N., Åkerman, J., Friborg, T., Crill, P., Mastepanov, M. and Svensson, B. (2004). Thawing sub-arctic permafrost: Effects on vegetation and methane emissions. *Geophysical Research Letters*, 31, L04501
- Comelissen, J.H.C., Callaghan, T.V., Alatalo, J.M., Michelsen, A., Graglia, E., Hartley, A.E., Hik, D.S., Hobbie, S.E., Press, M.C., Robinson, C.H., Henry, G.H.R., Shaver, G.R., Phoenix, G.K., Gwynn Jones, D., Jonasson, S., Chapin, F.S., III, Molau, U., Neill, C., Lee, J.A., Melillo, J.M., Sveinbjörnsson, B. and Aerts, R. (2001). Global change and arctic ecosystems: Is lichen decline a function of increases in vascular plant biomass? *Journal of Ecology*, 89, 984-994
- Dallimore, S.R. and Collett, T.S. (1995). Intrapermafrost gas hydrates from a deep core-hole in the Mackenzie Delta, Northwest-Territories, Canada. *Geology*, 23 (6), 527-530
- Euskirchen, S.E., McGuire, A.D., Kicklighter, D.W., Zhuang, Q., Clein, J.S., Dargaville, R.J., Dye, D.G., Kimball, J.S., McDonald, K.C., Melillo, J.M., Romanovsky, V.E. and Smith, N.V. (2006). Importance of recent shifts in soil thermal dynamics on growing season length, productivity, and carbon sequestration in terrestrial high-latitude ecosystems. *Global Change Biology*, 12, 731-750
- Euskirchen, S.E., McGuire, A.D. and Chapin, F.S., III (2007). Energy feedbacks to the climate system due to reduced high latitude snow cover during 20<sup>th</sup> century warming. *Global Change Biology*, in press
- Fisher, C.R., MacDonald, I.R., Sassen, R., Young, C.M., Macko, S.A., Hourdez, S., Carney, R.S., Joye, S. and McMullin, E. (2000) Methane Ice Worms: *Hesiocaeca methanicola* Colonizing Fossil Fuel Reserves, *Naturwissenschaften*, 87, 4, 184-187
- Flanner, M.G., Zender, C.S., Randerson, J.T. and Rasch, P.J. (2007). Present-day climate forcing and response from black carbon in snow. *Journal of Geophysical Research*, 112, D11202
- Gedney, N., Cox, P.M. and Huntingford C. (2004). Climate feedback from wetland methane emissions. *Geophysical Research Letters*, 31, L20503
- Gornitz, V. and Fung, I. (1994). Potential distribution of methane hydrate in the world's oceans. *Global Biogeochemical Cycles*, 8, 335-347
- Grauls, D. (2001). Gas hydrates: Importance and applications in petroleum exploration. *Marine and Petroleum Geology*, 18(4), 519-523
- Hansen, J. and Sato, M. (2007). *Global Warming: East-West Connections*. NASA Goddard Institute for Space Studies and Columbia University Earth Institute. www.columbia.edu/~jeh1/East-West\_070925.pdf
- Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Nogue, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K. and Johnson, C.A. (eds.) (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. <http://ipccwg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>
- Johansson, T., Malmer, N., Crill, P.M., Mastepanov, M. and Christensen, T.R. (2006). Decadal vegetation changes in a northern peatland, greenhouse gas fluxes and net radiative forcing. *Global Change Biology*, 12(12), 2352-2369
- Jorgenson, M.T. and Shur, Y. (2007). Evolution of lakes and basins in northern Alaska and discussion of the thaw lake cycle. *Journal of Geophysical Research*, 112, F02S17. doi:10.1029/2006JF000531
- Kasischke, E.S. and Turetsky, M.R. (2006). Recent changes in the fire regime across the North American boreal region- spatial and temporal patterns of burning across Canada and Alaska. *Geophysical Research Letters*, 33, L09703
- Kerr, R.A., (2004). Energy - Gas hydrate resource: Smaller but sooner. *Science*, 303(5660), 946-947
- Krason, J. (2000). Messoyakh Gas Field (W. Siberia) - A model for development of the methane hydrate deposits of Mackenzie Delta. In *Gas Hydrates: Challenges for the Future* (eds G.D. Holder and P.R. Bishnoi). Annals of the New York Academy of Sciences, 912: 173-188
- Kvenvolden, K.A. (1999). Potential effects of gas hydrate on human welfare. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 96, 3420-3426
- Malmer, N., Johansson, T., Olsrud, M. and Christensen, T. (2005). Vegetation, climatic changes and net carbon sequestration in a North-Scandinavian subarctic mire over 30 years. *Global Change Biology*, 2005(11), 1895-1909
- McGuire, A.D., Chapin, F.S., III, Walsh, J.E. and Wirth, C. (2006). Integrated Regional Changes in Arctic Climate Feedbacks: Implications for the global climate system. *Annual Review of Environment and Resources*, 31, 61-91
- McGuire, A.D., Chapin, F.S., III, Wirth, C., Apps, M., Bhatti, J., Callaghan, T., Christensen, T.R., Clein, J.S., Fukuda, M., Maximov, T., Onuchin, A., Shvidenko, A. and Vaganov, E. (2007). Responses of high latitude ecosystems to global change: Potential consequences for the climate system. In *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. (eds J.G. Canadell, D.E. Pataki and L.F. Pitelka) The IGBP Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- Milkov, A.V. (2004). Global estimates of hydrate-bound gas in marine sediments: how much is really out there? *Earth-Science Reviews*, 66(3-4), 183-197
- Milkov, A.V. and Sassen R. (2002). Economic geology of offshore gas hydrate accumulations and provinces. *Marine and Petroleum Geology*, 19(1), 1-11
- Riordan, B., Verbyla, D. and McGuire, A.D. (2006). Shrinking ponds in subarctic Alaska based on 1950-2002 remotely sensed images. *Journal of Geophysical Research*, 11, G04002
- Rogner, H-H. (1997) An assessment of world hydrocarbon resources. *Annual Review of Energy and the Environment*, 22, 217-262
- Romankevich, E.A. (1984). *Geochemistry of Organic Matter in the Ocean*, Springer, New York
- Rupp, T. S., Olson, M., Henkelman, J., Adams, L., Dale, B., Joly, K., Collins W. and Starfield, A.M. (2006). Simulating the influence of a changing fire regime on Caribou winter foraging habitat. *Ecological Applications*, 16, 1730-1743
- Schiermeier, Q. (2003). Gas Leak! *Nature*, 423, 681-2
- Shakhova, N., Semiletov, I. and Pantelev, G. (2005). The distribution of methane on the Siberian arctic shelves: Implications for the marine methane cycle. *Geophysical Research Letters*, 32, L09601
- Smith, L.C., MacDonald, G.M., Velichko, A.A., Beilman, D.W., Borisova, O.K., Frey, K.E., Kremetski, K.V. and Sheng, Y. (2004). Siberian peatlands a net carbon sink and global methane source since the early Holocene. *Science*, 303, 353-356
- Smith, L.C., Sheng, Y. and MacDonald, G.M. (2007). A first pan-arctic assessment of the influence of glaciation, permafrost, topography and peatlands on northern lake distribution. *Permafrost Periglacial Processes*, 18(2)
- Stern, N. (2006). *Stern Review on the economics of climate change*. [http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/stern\\_review\\_report.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm)
- Stohl, A., Andrews, E., Burkhardt, J.F., Forster, C., Herber, A., Hoch, S.W., Kowal, D., Lunder, C., Mefford, T., Ogren, J.A., Sharma, S., Spichtinger, N., Stebel, K., Stone, R., Ström, J., Tørseth, K., Wehri, C. and Yttri, K.E. (2006). Pan-Arctic enhancements of light absorbing aerosol concentrations due to North American boreal forest fires during summer 2004. *Journal of Geophysical Research*, 111, D22214
- Tape, K., Sturm, M. and Racine, C. (2006). The evidence for shrub expansion in Northern Alaska and the Pan-Arctic. *Global Change Biology*, 12, 686-702
- Walter, M.K., Zimov, S.A., Chanton, J.P. Verbyla, D. and Chapin, F.S., III (2006). Methane bubbling from Siberian thaw lakes as a positive feedback to climate warming. *Nature*, 443, 71-75
- Walter, K.M., Smith, L.C. and Chapin, F.S., III (2007a). Methane bubbling from northern lakes: Present and future contributions to the global methane budget. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 365, 1657-1676
- Walter, K. M., Duguay, C., Jeffries, M., Engram, M. and Chapin, F.S., III (2007b). Potential use of synthetic aperture radar (SAR) for estimating methane ebullition from arctic lakes. *Journal of the American Water Research Association*, in press
- Walter, K.M., Edwards, M.E., Grosse, G., Zimov, S.A., and Chapin, F.S., III (2007c). Thermokarst Lakes as a Source of Atmospheric CH<sub>4</sub> During the Last Deglaciation, *Science*, 318, 633-636
- Warzinski, R. and Holder, G. (1998). Gas clathrate hydrates. *Energy & Fuels*, 12(2), 189-190
- Wolf, A., Larsson, K. and Callaghan, T.V. (2007). Future vegetation changes in the Barents Region. *Climatic Change*, in press
- Wuebbles, D.J. and Hayhoe, K. (2002). Atmospheric methane and global change. *Earth-Science Reviews*, 57, 177-210
- Yao, T., Pu, J., Lu, A., Wang, Y. and Yu, W. (2007). Recent Glacial Retreat and Its Impact on Hydrological Processes on the Tibetan Plateau, China, and Surrounding Regions. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 39(4), 642-650
- Zhuang, Q., Melillo, J.M., Kicklighter, D.W., Prinn, R.G., McGuire, D.A., Stuedler, P.A., Felzer, B.S. and Hu, S. (2004). Methane fluxes between terrestrial ecosystems and the atmosphere at northern high latitudes during the past century: A retrospective analysis with a process-based biogeochemistry model. *Global Biogeochemical Cycles*, 18, GB3010
- Zhuang, Q., Melillo, J.M., Sarofim, M.C., Kicklighter, D.W., McGuire, A.D., Felzer, B.S., Sokolov, A., Prinn, R.G., Stuedler, P.A. and Hu, S. (2006). CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> exchanges between land ecosystems and the atmosphere in northern high latitudes over the 21st century. *Geophysical Research Letters*, 33, L17403
- Zimov, S.A., Schuur, E.A.G. and Chapin, F.S., III (2006). Permafrost and the global carbon budget. *Science*, 312, 1612-1613

# Siglas y abreviaturas

AC	Aplicación Conjunta	EITI	Iniciativa para la Transparencia de las Industrias de Extracción	PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
AGNU	Asamblea General de las Naciones Unidas	EMV	Ecosistemas Marinos Vulnerables	PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
AMMA	Acuerdo Multilateral sobre Medio Ambiente	ENSO	Oscilación Meridional de El Niño	PNUMA FI	Iniciativa Financiera del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
BP	Beyond Petroleum (antes British Petroleum)	FCPF	Fondo de la alianza sobre bosques y carbono	Ppm	partes por millón
CAC	captación y almacenamiento de carbono	FMI	Fondo Monetario Internacional	Ppmm	partes por mil millones
CAN-E	Red de Acción por el Clima de Europa	GEI	Gas de efecto invernadero	PRI	principios de inversión responsable
CAP	Asociación para la Acción contra el Carbono	GEO	Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (del PNUMA)	Protocolo de Cartagena	Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica
CCFE	Chicago Climate Futures Exchange (Bolsa de Futuros de Clima de Chicago)	GPS	Sistemas de Posicionamiento Global	Protocolo de Kyoto	Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CCI	Clinton Climate Initiative (Iniciativa Climática de la Fundación Clinton)	GS	Goldman Sachs		
CCX	Bolsa del Clima de Chicago	H <sup>+</sup>	iones de hidrógeno		
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica	HCFC	hidroclorofluorocarbono		
CER	Certificado de Reducción de Emisiones	HFC-23	trifluorometano		
CFC	clorofluorocarbono	ICAP	Asociación Internacional para la Acción contra el Carbono		
CFI	Instrumentos Financieros de Carbono	ICGN	Red Internacional de Gobernanza Corporativa		
CH <sub>4</sub>	metano	IE4	Cuarto Informe de Evaluación del IPCC	PSA	Pago por servicios ambientales
CII	Consejo de Inversores Institucionales	IETA	Asociación Internacional de Comercio de Emisiones	RCDE	Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (Unión Europea)
CITES	Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres	IISD	Instituto Internacional de Desarrollo Sostenible	REACH	Registro, Evaluación y Autorización de Sustancias Químicas
cm	centímetro	INCR	Red de Inversores sobre Riesgos Climáticos	REDD	Reducción de emisiones provocadas por la deforestación y degradación
CMS	Convenio sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres	IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	RSC	responsabilidad social corporativa
CO <sub>2</sub>	dióxido de carbono	ISO	Organización Internacional de Normalización	RU	Reino Unido
Convención del Patrimonio Mundial	Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural	K:TGAL	Kyoto: Think Global, Act Local (Kyoto: piense global, actúe local)	SIG	Sistemas de Información Geográfica
Convenio de Basilea	Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación	MA	Evaluación de Ecosistemas del Milenio	Tm	Toneladas métricas
Convenio de Estocolmo	Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes	MBA	Master en Administración de Negocios	UE	Unión Europea
Convenio de Róterdam	Convenio de Róterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional	MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio	UICN	Unión Mundial para la Naturaleza
Convenio de Viena/ Protocolo de Montreal	Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono y su Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono	mm	milímetro	UNCCD	Convenio de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en países asolados por sequía grave o desertificación, particularmente en África
Convenio Ramsar	Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas	N <sub>2</sub> O	óxido nitroso	UNCLOS	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar
COP	contaminante orgánico persistente	NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (de los Estados Unidos)	UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
EE.UU.	Estados Unidos	NO <sub>2</sub>	dióxido de nitrógeno	UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
		NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (de los Estados Unidos)	URE	Unidades de Reducción de Emisión
		NSIDC	Centro Nacional de Datos de Hielo y Nieve, de los Estados Unidos	USCAP	US Climate Action Partnership (Alianza para la Acción por el Clima de los Estados Unidos)
		OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos	USCCSP	Programa de Ciencia de Cambio Climático de los Estados Unidos
		OIE	Organismo Internacional de Energía	USD	Dólares estadounidenses
		OMC	Organización Mundial del Comercio	USDA	Departamento de Agricultura de Estados Unidos
		OMI	Organización Marítima Internacional	VCS	Voluntary Carbon Standard
		OMM	Organización Meteorológica Mundial	WBCSD	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible
		ONG	Organización no gubernamental	WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza
		ONU	Organización de las Naciones Unidas		
		ORGPSS	Organización Regional de Gestión Pesquera del Pacífico Sur		
		OTC	Over the Counter (venta directa)		
		PAO	potencial de agotamiento del ozono		
		PBI	Producto Bruto Interno		
		PNA	Plan Nacional de Asignación		

# Reconocimientos

## Panorama general

### Autores principales:

Paul Harrison

Catherine McMullen, UNEP DEWA, Nairobi, Kenya

### Colaboradores:

Susanne Bech y Jason Jabbour, UNEP DEWA, Nairobi, Kenya

Masaharu Nagai, UNEP DELC, Nairobi, Kenya

Benjamin Simmons, UNEP DTIE, Ginebra, Suiza

Michael Raupach y Josep Canadell, Global Carbon Project, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Marine and Atmospheric Research, Canberra, Australia

Klaus Lackner, Earth Engineering Center, Universidad de Columbia

### Revisores:

Joana Akrofi, Marion Cheatle, Volodymyr Demkine, R. Norberto Fernández, Peter

Gilruth y Christian Lambrechts, UNEP DEWA, Nairobi, Kenya

Julian Blanc, UNEP DELC, Nairobi, Kenya

Monika MacDevette, UNEP-WCMC, Cambridge, Reino Unido

Melanie Virtue, Johannes Refisch y Matthew Wood UNEP GRASP, Nairobi, Kenya

## Sección especial: Unir las piezas: Utilización de los mercados y las finanzas para combatir el cambio climático

### Autores principales:

Catherine McMullen, UNEP DEWA, Nairobi, Kenya

Philip Walker, UNEP FI, Ciudad del Cabo, Sudáfrica

### Expertos principales:

Hunter Lovins, Natural Capitalism Solutions, Eldorado Springs, EE.UU.

Richard Sander, Universidad de California, Los Angeles, EE.UU.

### Colaboradores:

Paul Clements-Hunt y Louise Gallagher UNEP FI, Ginebra, Suiza

Jason Jabbour, UNEP DEWA, Nairobi, Kenya

Sami Kamel UNEP GRID, Roskilde, Dinamarca

Fulai Sheng, UNEP DTIE, Ginebra, Suiza

Qian Yi, Universidad de Tsinghua, Pekín, China

Klaus Lackner, Earth Engineering Center, Universidad de Columbia, Nueva York, EE.UU.

### Revisores:

Susanne Bech, Marion Cheatle y R. Norberto Fernández, UNEP DEWA, Nairobi, Kenya

Anantha Duraipah, UNEP DEPI, Nairobi, Kenya

Will Ferretti, Chicago Climate Exchange, Chicago, EE.UU.

Julie Gorte, Calvert Group, Bethesda, EE.UU.

Janos Pasztor, UNEMG, Ginebra, Suiza

Lisa Petrovic, UNEP FI, Toronto, Canadá

Mark Radka, UNEP DTIE, París, Francia

Nathalie Ryan y Susan Steinhagen UNEP FI, Ginebra, Suiza

## Nuevos desafíos: El metano del Ártico: Factor imprevisible del calentamiento de la Tierra

### Autores principales:

Robert W. Corell, H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment, Washington D.C., EE.UU.

Susan Joy Hassol, Climate Communication, Basalt, EE.UU.

Jerry Melillo, Marine Biological Laboratory, Woods Hole, EE.UU.

### Colaboradores:

David Archer, Universidad de Chicago, Chicago, EE.UU.

Eugenie Euskirchen y F. Stuart Chapin, Institute of Arctic Biology,

Universidad de Alaska, Fairbanks, EE.UU.

A. David McGuire, U.S. Geological Survey, Universidad de Alaska, Fairbanks, EE.UU.

Torben R. Christensen, Universidad de Lund, Lund, Suecia

Veronique Plocq Fichelet, Scientific Committee on Problems of the Environment, París,

Francia

Katey Walter, Universidad de Alaska, Fairbanks, EE.UU.

Qianlai Zhuang, Universidad de Purdue, West Lafayette, EE.UU.

Terry Callaghan, Abisko Scientific Research Station, Abisko, Suecia/Sheffield Centre for

Arctic Ecology, Sheffield, EE.UU.

Susanne Bech y Catherine McMullen, UNEP DEWA, Nairobi, Kenya

### Revisores:

Ivan Conesa Alcolea, Comisión Europea- Dirección General de Investigación,

Bruselas, Bélgica

Ray Boswell, Departamento de Energía, EE.UU. - National Energy Technology

Laboratory, Morgantown, EE.UU.

Marion Cheatle, Jason Jabbour y R. Norberto Fernández, UNEP DEWA, Nairobi, Kenya

Joan Eamer y Svein Tveitdal, UNEP/Global Resource Information

Database-Arendal, Arendal, Noruega

Peter Kouwenhoven, International Global Change Institute/Universidad de

Waikato, Hamilton, Nueva Zelanda

Valery P. Kukhar, Academia Nacional de Ciencias de Ucrania, Kiev, Ucrania

Jeff Price, Universidad Estatal de California, Chico, EE.UU.

Hans Martin Seip, Universidad de Oslo, Oslo, Noruega

## PRODUCCIÓN

### Equipo de producción de Nairobi:

Susanne Bech  
R. Norberto Fernández  
Jason Jabbour  
Catherine McMullen

### Equipo de apoyo:

Marion Cheatle  
Volodymyr Demkine  
Salif Diop  
Martin Embeletobbo  
Peter Gilruth  
Christian Lambrechts  
Graciela Metternicht

Caroline Mutua  
Gemma Shepherd  
Jaap van Woerden  
Jinhua Zhang

### Difusión:

Beth Ingraham  
Francis Njoroge  
Nick Nuttal  
Audrey Ringler

### Editor:

Paul Harrison

### Traducción:

Raquel Arévalo

# Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

## Encuesta para los usuarios del Anuario 2008 del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Sírvase completar esta encuesta y compartir su opinión acerca de este documento. Agradecemos su participación.

PNUMA Anuario 2008 (ex Anuario GEO) es el quinto informe anual sobre el cambiante medio ambiente producido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en colaboración con muchos especialistas mundiales en la materia.

### 1. ¿Cómo calificaría en términos generales la utilidad del contenido de cada sección del Anuario del PNUMA?

	Muy útil	Útil	No muy útil	Para nada útil	Sin opinión
Panorama general: Un resumen de las cuestiones ambientales seleccionadas ocurridas el año pasado que tal vez tengan una importante repercusión en el medio ambiente, para bien o para mal.					
Sección especial: Unir las piezas: Utilización de los mercados y las finanzas para combatir el cambio climático.					
Nuevos desafíos: El metano del Ártico: Factor imprevisible del calentamiento de la Tierra.					
Calendario de acontecimientos seleccionados en 2007.					
Gobernanza ambiental internacional: progresos en 2007					
Por favor incluya cualquier comentario adicional sobre el contenido de las secciones mencionadas.					

### 2. ¿Cómo calificaría el carácter informativo del Anuario del PNUMA con respecto a los siguientes contenidos?

	Muy útil	Útil	No muy útil	Para nada útil	Sin opinión
Suministro de un panorama sucinto de las cuestiones ambientales de importancia clave en el año.					
Información específica relativa a las políticas actuales y emergentes sobre cuestiones ambientales.					
Panorama sobre los cambios y tendencias ambientales.					
Información sobre los progresos realizados para fortalecer la gobernanza ambiental y los marcos políticos internacionales.					
Conciencia a cerca de la acción y los acontecimientos ambientales en los niveles nacional, regional y mundial.					

### 3. Por favor describa brevemente la/s manera/s en que usted hará uso o ha hecho uso del Anuario del PNUMA (por ej., solo información, antecedentes para investigación, toma de decisiones, etc.):

### 4. Sus datos

Por favor especifique el tipo de organización a la que pertenece:

- Oficina gubernamental
- Organización para el desarrollo
- No gubernamental o sociedad civil
- Institución académica o de investigación
- Organismo internacional
- Sector privado
- Prensa o medios de comunicación

Otro (especifique, por favor) \_\_\_\_\_

Su cargo:

- Ministro/Director
- Gerente
- Consultor
- Científico
- Estudiante
- Especialista técnico
- Periodista

Otro (especifique, por favor) \_\_\_\_\_

### Muchas gracias por su participación

Por favor envíe esta encuesta debidamente cumplimentada a:

EarthPrint Limited  
P.O. Box 119  
Stevenage, Hertfordshire  
SG14TP, England

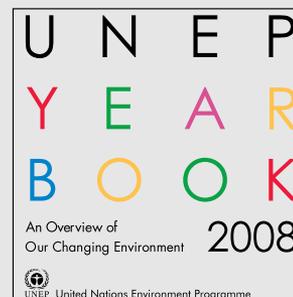
Usted también puede participar de esta encuesta en línea en [www.unep.org/unep/geo/yearbook/yb2008/](http://www.unep.org/unep/geo/yearbook/yb2008/)

# ORDEN DE COMPRA

Por favor, agradeceré me envíe el NUEVO Anuario 2008 del PNUMA a USD 20,00 por unidad en los idiomas/cantidades siguientes:

## Anuario 2008

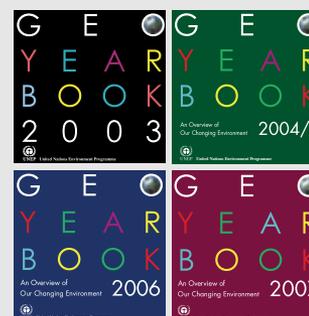
Idioma	Cantidad	Precio total USD
Inglés (ISBN: 978-92-807-2877-4)	_____	_____
Francés (ISBN: 978-92-807-2878-1)	_____	_____
Español (ISBN: 978-92-807-2880-4)	_____	_____
Ruso (ISBN: 978-92-807-2879-8)	_____	_____
Árabe (ISBN: 978-92-807-2875-0)	_____	_____
Chino (ISBN: 978-92-807-2876-7)	_____	_____



Precio especial de USD 10,00 por unidad para la compra de cualquiera de los Anuarios anteriores (2003, 2004/05, 2006 ó 2007). Por favor especifique idiomas y cantidades:

## Anuarios Anteriores

Idioma	Año	Cantidad	Precio total USD
Inglés	_____	_____	_____
Francés	_____	_____	_____
Español	_____	_____	_____
Ruso	_____	_____	_____
Árabe	_____	_____	_____
Chino	_____	_____	_____



25% de descuento en el precio para países en desarrollo.

Para hacer su pedido, envíe este formulario completado a la dirección siguiente. También puede enviarnos un correo electrónico o hacer su pedido en línea en la página [www.earthprint.com](http://www.earthprint.com).

EarthPrint Limited

P.O. Box 119, Stevenage, Hertfordshire SG14TP, Inglaterra

Tel: +44 1438 748 111 • Fax: +44 1438 748 844 • Correo electrónico: [unep@earthprint.com](mailto:unep@earthprint.com)

- Gastos de envío a Europa o Reino Unido: USD 6,00 por el primer ejemplar y USD 3,00 por cada uno de los siguientes.
- Resto del mundo: USD 10,00 por el primer ejemplar más USD 3,00 por cada uno de los siguientes.
- Envío cheque adjunto por la suma de USD \_\_\_\_\_ (a la orden de EarthPrint Ltd.).
- Por favor envíe factura a nombre de nuestra institución/organización.
- Por favor debite de mi tarjeta de crédito (Amex/Visa/Mastercard).

Tarjeta No.:

Fecha de vencimiento:   /   /

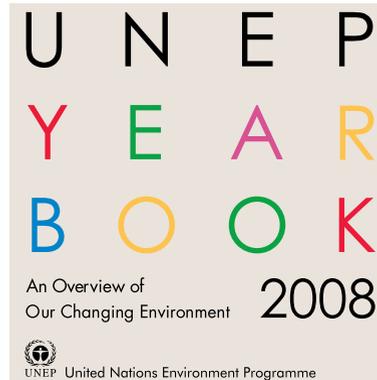
Nombre: \_\_\_\_\_ Organización: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_

Correo electrónico o N° de fax: \_\_\_\_\_

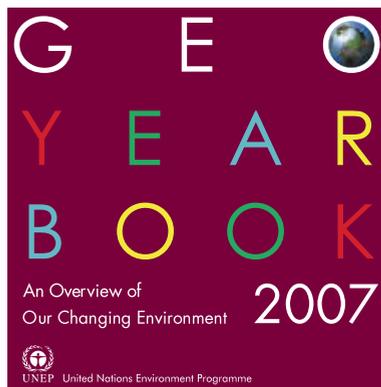
Para otras publicaciones del PNUMA sírvase visitar la página [www.earthprint.com](http://www.earthprint.com)

## Colección de Anuarios



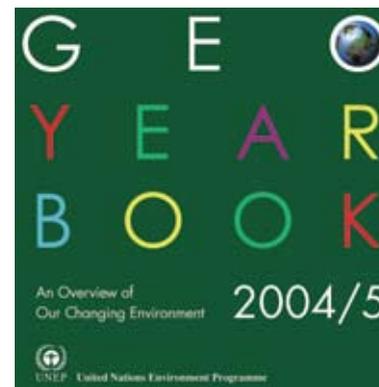
### Anuario 2008

La Sección Especial del Anuario 2008 del PNUMA examina cómo el mercado y los instrumentos financieros pueden contribuir en la transición hacia una economía baja en carbono y ambientalmente racional. La sección enfatiza la necesidad de respuestas políticas firmes para apoyar esos instrumentos. La sección sobre nuevos desafíos explica parte de la complejidad que presenta la liberación de metano en un Ártico cada vez más cálido, y las respuestas de la región que aumentan la incertidumbre con respecto al riesgo presentado por tales procesos.



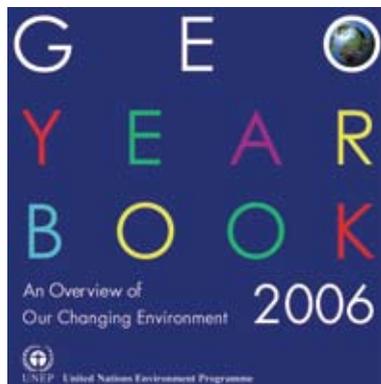
### Anuario 2007

Las oportunidades y riesgos que se examinan en la Sección Especial del Anuario 2007 sobre la interfaz entre medio ambiente y globalización se estudian a partir de un enfoque dinámico e interactivo. Con una gestión responsable, los riesgos se pueden minimizar o incluso transformar en oportunidades. Sin gestión o con una mala gestión, las oportunidades pueden convertirse fácilmente en riesgos. En el capítulo sobre nuevos desafíos, se examina el efecto de las nanotecnologías en el medio ambiente y la salud humana.



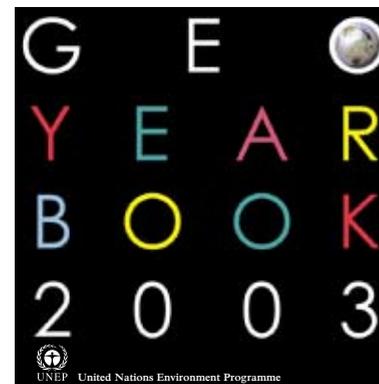
### Anuario 2004/5

La Sección Especial del Anuario 2004/2005 examina los lazos entre género, pobreza y medio ambiente. La sección sobre nuevos desafíos explora cómo el cambio ambiental puede ocasionar el surgimiento o resurgimiento de enfermedades infecciosas y demuestra el papel de una buena gestión ambiental en la reducción de tendencias adversas. También presenta un panorama de los cambios recientes en la salinidad de los océanos y una explicación paso a paso de por qué este fenómeno podría traer graves consecuencias.



### Anuario 2006

La Sección Especial del Anuario 2006 examina los efectos ambientales, socioeconómicos y sanitarios de la contaminación del aire relacionada con la energía. Asociada con el consumo de energía que contribuye a la contaminación del aire está la creciente preocupación mundial por el cambio climático y por la seguridad de la energía y el acceso a ella. El capítulo sobre nuevos desafíos trata dos temas de interés político relacionados con la seguridad de los alimentos. El primer tema explora la cuestión de la producción vegetal en un clima cambiante, mientras que el segundo identifica los efectos ambientales y las buenas prácticas relacionados con las granjas de pescados y mariscos en ecosistemas marinos.



### Anuario 2003

El agua es el tema de la Sección Especial del Anuario 2003. El agua juega un papel importante en la realización de varias metas de desarrollo acordadas internacionalmente, incluidas las contenidas en la Declaración del Milenio, que surgió de la Cumbre del Milenio de la ONU para Jefes de Estado y Gobiernos reunida en 2000. La sección sobre nuevos desafíos se centra en los descubrimientos científicos relacionados con el ciclo del nitrógeno y la pesca marina.

Puede bajar gratuitamente la última versión en línea en <http://www.unep.org/geo/yearbook/> o comprar copias impresas del Anuario en [www.earthprint.com](http://www.earthprint.com). Adquiera la colección completa de anuarios a precio reducido. Disponible en inglés, francés, español, ruso, árabe y chino.

**El Anuario 2008 del PNUMA (denominado anteriormente Anuario GEO) es el quinto informe anual sobre el cambiante medio ambiente, producido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en colaboración con muchos especialistas mundiales en la materia.**

El Anuario 2008 del PNUMA destaca la creciente complejidad e interrelación entre el cambio climático, la integridad de los ecosistemas, el bienestar humano y el desarrollo económico. Examina la aparición e influencia de instrumentos económicos y mecanismos de mercado para encarar el deterioro ambiental. Describe resultados de investigaciones recientes y decisiones políticas que afectan nuestra conciencia y respuesta en relación al cambio climático y del medio ambiente mundial.

El Anuario 2008 del PNUMA, compuesto de tres secciones, se concentra en los nuevos acontecimientos, sucesos y revelaciones científicas en materia ambiental:

El **Panorama general** presenta una amplia visión de los principales acontecimientos ambientales destacados durante 2007. Por medio de gráficos, cuadros y fotografías con ejemplos de diferentes experiencias regionales, este panorama brinda también una actualización acerca de los nuevos desarrollos científicos y políticos en el frente ambiental.

La **Sección especial** identifica algunos de los esfuerzos creativos que ya operan en los mercados y círculos financieros en la lucha contra la creciente crisis climática. Esta sección también analiza nuevos comportamientos tras una década de experimentación en el mercado del carbono. Por último, explora los próximos pasos importantes que podrán contribuir en la transición hacia una economía ambientalmente racional.

**Nuevos desafíos** examina descubrimientos científicos recientes acerca del papel de las respuestas climáticas en el Ártico. La liberación de metano proveniente del deshielo del permafrost y de los depósitos de hidratos amplifican las tendencias de calentamiento. La sección enfatiza la necesidad urgente de efectuar mayores inversiones en investigaciones sobre el clima y la energía, y de promover alianzas para el conocimiento y respuestas políticas mundiales a fin de enfrentar estos serios desafíos.

**El Anuario 2008 del PNUMA es una lectura esencial, informativa y autorizada para todo aquel con un papel o interés en nuestro cambiante medio ambiente.**

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

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

P.O. Box 30552

Nairobi 00100, Kenya

Tel.: (+254) 20 7621234

Fax: (+254) 20 7623927

Correo electrónico: [unepub@unep.org](mailto:unepub@unep.org)

**978-92-807-2880-4  
DEW/1009/NA**

