

# PNUMA ANUARIO

AVANCES Y PROGRESOS CIENTÍFICOS EN  
NUESTRO CAMBIANTE MEDIO AMBIENTE

# 2010



Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Copyright © 2010, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

ISBN: 978-92-807-3046-3

UNEP/GCSS.XI/INF/2

DEW/1197/NA

### **Descargos de responsabilidad**

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

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

La mención de una empresa comercial o un producto en esta publicación no implica respaldo alguno del PNUMA.

© Mapas, fotos e ilustraciones según especificaciones.

Crédito por foto de tapa: © www.himalayantours.com

### **Reproducción**

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte y en cualquier formato para propósitos educativos o sin fines de lucro sin que deba mediar permiso del propietario 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 este Anuario 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.

Esta publicación ha sido impresa en instalaciones con certificación (ambiental) ISO 9001 e ISO 14001, con cobertura a base de agua, tintas vegetales y papel libre de cloro y ácido proveniente de fibra reciclada y fibra certificada por el Consejo de Administración de Bosques.

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)

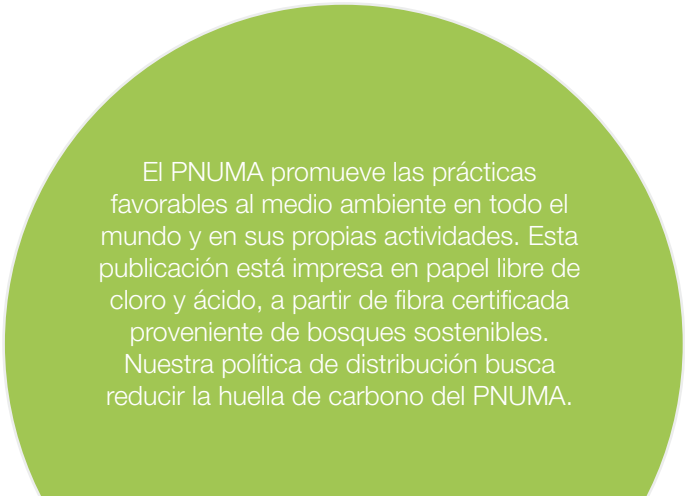
Web: [www.unep.org](http://www.unep.org)

Página web del Anuario del PNUMA: <http://www.unep.org/yearbook/2010>

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 libre de cloro y ácido, a partir de fibra certificada proveniente de bosques sostenibles. Nuestra política de distribución busca reducir la huella de carbono del PNUMA.

# PNUMA ANUARIO

AVANCES Y PROGRESOS CIENTÍFICOS  
EN NUESTRO CAMBIANTE MEDIO AMBIENTE

2010



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE





# Contenido

<b>Prefacio</b>	<b>v</b>		
<b>Introducción</b>	<b>vii</b>		
<b>Gobernanza ambiental</b>			
Introducción	1		
Cómo reformar la arquitectura de la gobernanza ambiental a nivel internacional	1		
<i>La gobernanza ambiental a nivel internacional en el sistema de la ONU</i>	2		
<i>Integración de las políticas ambientales</i>	4		
Gobernanza ambiental a nivel regional	6		
<i>Gobernanza ecorregional y gestión de aguas transfronterizas</i>	6		
La gobernanza más allá del gobierno	7		
Mirada al futuro	8		
Calendario de acontecimientos en 2009	10		
Calendario de acontecimientos venideros en 2010	11		
Referencias	12		
<b>Gestión de los ecosistemas</b>			
Introducción	13		
La pérdida de la diversidad biológica	14		
Degradación de los ecosistemas	14		
<i>Amenaza a las pesquerías marinas</i>	14		
<i>Zonas costeras</i>	15		
Modelos de gestión de los ecosistemas	15		
<i>Ecosistemas agrícolas</i>	17		
<i>Expansión de la base de recursos genéticos de África</i>	17		
Interacciones entre los ecosistemas y el clima	18		
<i>Progreso en REDD</i>	19		
<i>Colonización asistida</i>	20		
Mirada al futuro	20		
Referencias	22		
<b>Sustancias nocivas y desechos peligrosos</b>			
Introducción		23	
Preocupaciones permanentes		23	
<i>Interrogantes pendientes sobre los nanomateriales</i>		23	
<i>Retardantes de fuego bromados a ser retirados</i>		25	
<i>Mayor atención a los alteradores endocrinos</i>		25	
Flujo de desechos y el ciclo del nitrógeno		26	
<i>Tráfico internacional de desechos tóxicos</i>		26	
<i>Escándalos por desechos tóxicos</i>		27	
<i>El ciclo del nitrógeno en el hiperespacio</i>		28	
<i>Otra mirada al uso de las aguas residuales urbanas en la agricultura</i>		28	
Contaminación por metales pesados		29	
Mirada al futuro		31	
Referencias		32	
<b>Cambio Climático</b>			
Introducción		33	
Derretimiento del hielo		33	
<i>Transformaciones en el Ártico</i>		35	
Acidificación de los océanos		36	
Expansión de trópicos y variabilidad regional		37	
<i>América del Norte Sudoccidental</i>		38	
<i>Región mediterránea</i>		38	
<i>La Amazonía</i>		39	
<i>Humedales, turberas y regiones de permafrost en deshielo</i>		40	
<i>Regiones montañosas</i>		40	
<i>Motivos de preocupación</i>		41	
Mirada al futuro		41	
Referencias		42	

## Desastres y conflictos

Introducción	43
Factores ambientales generadores de riesgo de desastres	44
<i>Cambio climático: reconfiguración del riesgo de desastres</i>	44
<i>Adaptarse al cambio climático reduciendo el riesgo de desastres</i>	45
<i>Riesgos compuestos por los factores sociales y la exposición geográfica</i>	45
Factores ambientales generadores de conflictos armados	46
<i>Escasez de recursos y recursos de gran valor</i>	48
<i>La conservación, los conflictos y la consolidación de la paz</i>	49
<i>Los conflictos armados como una amenaza al medio ambiente</i>	49
<i>El medio ambiente y la consolidación de la paz</i>	50
Nuevas herramientas para enfrentar desastres y conflictos	51
<i>Nuevos paradigmas de gobernanza para la gestión sostenible de los recursos naturales</i>	51
<i>Proteger los medios de subsistencia vulnerables mediante la gestión del riesgo financiero</i>	51
<i>Nuevas tecnologías de alerta temprana</i>	52
<i>Uso del conocimiento local</i>	52
Mirada al futuro	53
Referencias	54

## Eficiencia de recursos

Introducción	55
Utilización de materiales	55
Energía	56
<i>Energía solar</i>	57
<i>Energía hidroeléctrica</i>	57
<i>Energía eólica</i>	57
<i>Bioenergía</i>	58
Estimaciones de agua dulce	59
Modificación de los sistemas naturales	61
<i>Extracción de dióxido de carbono</i>	61
<i>Gestión de la radiación solar</i>	62
Mirada al futuro	63
Referencias	64

## Siglas y abreviaturas

65

## Agradecimientos

66

# Prefacio

La gobernanza ambiental internacional será, muy probablemente, uno de los temas clave de la agenda política de 2010, con un creciente número de gobiernos que se interesarán en emprender reformas, al tiempo que otros directamente las exigirán.

La gobernanza será un tema central en la reunión de este año del Consejo de Administración/Foro Ambiental Mundial a Nivel Ministerial del PNUMA en Bali, oportunidad propicia para la reflexión y también para concentrar la atención en la materia, a medida que las miradas del mundo se dirigen a Río+20 en 2012.

El Anuario 2010 destaca la manera en que la arquitectura y los mecanismos internacionales relativos al medio ambiente continúan su expansión, aunque agrega que, al abordar los desafíos del medio ambiente, tal vez se dupliquen esfuerzos y se conduzca a una mayor en lugar de a una menor fragmentación.

El presente Anuario señala que en el período de 1998 a 2009 surgieron 218 acuerdos multilaterales de medio ambiente, protocolos y enmiendas que se sumaron a los preexistentes.

Las tres convenciones sobre sustancias químicas y desechos (Basilea, Rotterdam y Estocolmo) tienen en la mira parte de un posible nuevo enfoque que apunta a encausar y concentrar esfuerzos hacia una Economía Verde. En Bali, las Conferencias de las Partes de las tres convenciones participarán de una conferencia extraordinaria simultánea, habiendo acordado a principios de 2009 consolidar las funciones en común y mejorar la cooperación y coordinación en los niveles administrativo y programático.

Los acontecimientos y el resultado de la Conferencia sobre el Cambio Climático en Copenhague han generado miles de columnas de prensa y han estimulado el debate en los medios y más allá de ellos.

El desafío planteado por el Acuerdo de Copenhague también está estimulando el debate sobre la

gobernanza, con algunos líderes mundiales que exigen una acción inmediata y de gran alcance con respecto a las instituciones pertinentes de la ONU.

Donde hubo más claridad que apasionamiento fue en el tratamiento de la Reducción de las emisiones debidas a la deforestación y degradación de los bosques (REDD). Al contar con buen respaldo y rápida implementación, la REDD brindará una importante contribución no solo en el combate al cambio climático, sino también en la superación de la pobreza y el logro de un exitoso Año Internacional de la Diversidad Biológica de la ONU.

En este Anuario se estima que una inversión de USD 22-29 mil millones en REDD permitiría reducir la deforestación global en un 25 % hacia 2015. También se resalta un nuevo y prometedor proyecto REDD en la Reserva de Desarrollo Sostenible de Juma, en Amazonas, Brasil.

Según ese proyecto, cada familia recibe USD 28 por mes si la selva permanece sin talar, como forma posible de inclinar el balance económico en favor de la conservación y en detrimento de la deforestación continua.

Solo el tiempo dirá si el paquete total del Acuerdo de Copenhague (incluidas las promesas e intenciones sobre las emisiones y los fondos para los países en desarrollo) hará avanzar genuinamente al mundo hacia una Economía Verde, baja en carbono y con eficiencia de recursos.

Está claro que un creciente número de países está presionando para avanzar en esa dirección por razones que superan y van más allá del mero cambio climático. El año 2010 será la prueba de fuego para comprobar si ello puede acelerarse tanto a nivel nacional como mundial. La Conferencia sobre el Cambio Climático de la ONU en México bien podrá ser un momento definitorio al respecto.



A handwritten signature in black ink that reads "Achim Steiner".

**Achim Steiner**

Secretario General Adjunto de las Naciones Unidas y Director Ejecutivo

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

# Anuario en línea



¡Una creciente fuente de información sobre el medio ambiente!

Visite nuestro sitio Web:

[www.unep.org/yearbook/2010](http://www.unep.org/yearbook/2010)

Allí usted podrá:

- Leer el **comunicado de prensa**
- Descargar el **informe completo** gratuitamente (en cualquiera de los seis idiomas)
- Visitar la **base de datos** donde podrá encontrar el material de referencia
- Completar la **encuesta** en línea para hacernos llegar sus opiniones
- Visualizar los **mapas de fenómenos ambientales** extremos relacionados con el agua
- Descargar Anuarios **anteriores**



# Introducción

El Anuario 2010 del PNUMA es un informe sobre nuevos avances y progresos científicos recientes en relación con nuestro cambiante medio ambiente. Examina los progresos en la gobernanza ambiental, los efectos de la continua degradación y pérdida de los ecosistemas mundiales, los impactos del cambio climático, la manera en que las sustancias nocivas y los desechos peligrosos afectan la salud humana y el medio ambiente, los desastres y conflictos relacionados con el medio ambiente, y el uso no sostenible de los recursos. Sus capítulos corresponden a las seis prioridades temáticas del PNUMA.

El propósito del Anuario es fortalecer la interfaz ciencia-política y, en ese sentido, presenta los avances recientes y la nueva visión científica de especial interés para los encargados de formular políticas. En conformidad con el formato y el estilo establecidos para el Anuario, se examinan los temas importantes con sus debidas referencias y a menudo con ilustraciones. Las principales fuentes de información provienen de publicaciones revisadas por pares en revistas científicas, resultados publicados por instituciones de investigación, nuevos artículos y otros informes. Mientras que el Anuario pone en primer plano algunas consideraciones y progresos de los últimos meses, no respalda ninguno de ellos en particular.

El contenido del Anuario es el producto de un proceso de análisis y revisión por pares en el que participaron más de 70 especialistas. De más de un centenar de temas emergentes sugeridos por ellos al inicio, sólo menos de un tercio pudo encontrar su lugar en el Anuario 2010.

Algunos de los temas incluidos en el Anuario son bien conocidos, mientras que otros recién están surgiendo o representan años de investigación y debate permanente en la comunidad científica. La incertidumbre o el desacuerdo acerca de algunos descubrimientos están en la naturaleza misma de la investigación científica. En tales casos, el Anuario reconoce que existen diferentes puntos de vista.

El primer capítulo, acerca de *la gobernanza ambiental*, da cuenta de la aceleración de los esfuerzos gubernamentales para reformar el sistema de gobernanza ambiental de las Naciones Unidas. También destaca las dimensiones regionales y los importantes papeles de las organizaciones no gubernamentales y del sector privado.

El capítulo sobre *la gestión de los ecosistemas* presenta los avances científicos en materia de umbrales y límites planetarios. Da énfasis a la preocupación de cómo mantener los ecosistemas saludables frente a la presión poblacional y al cambio climático. La producción alimentaria depende de la capacidad de los ecosistemas de proveer agua, suelos, regulación climática y otros beneficios. La pérdida de dichos beneficios, coincidente con la creciente producción de biocombustibles en varias partes del mundo, podría reducir la cantidad de tierra disponible para cultivos de alimentos.

El capítulo sobre *sustancias nocivas y desechos peligrosos* se concentra en los peligros y riesgos potenciales asociados a nanomateriales, alteradores endocrinos, retardantes de fuego bromados y algunos plaguicidas de uso difundido. También se examinan los efectos del transporte

internacional de desechos peligrosos y electrónicos en la salud humana y en el medio ambiente.

El capítulo sobre el *cambio climático* trata de los efectos de las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero en los sistemas globales. Entre las tendencias asociadas al cambio climático se encuentran la disminución del manto de hielo del Océano Ártico, la acidificación de los océanos y la expansión del cinturón tropical. Además, este capítulo examina los progresos realizados en materia de “atribución climática”, la cual demuestra los mecanismos considerados responsables por los cambios que se observan en el clima.

El capítulo dedicado a *desastres y conflictos* resalta la importancia de la gestión de los recursos naturales en lo que concierne a la prevención de conflictos y consolidación de la paz. Examina las herramientas utilizadas, tales como el análisis y mapeo de amenazas y riesgos, que incorporan indicadores ambientales y conocimientos locales. Este capítulo también explora los generadores ambientales de riesgo de desastres y cómo el cambio climático afecta dicho riesgo.

El capítulo final, sobre *la eficiencia de recursos*, aborda el problema fundamental de la producción y el consumo no sostenibles, que están causando agotamiento de los recursos naturales, cambio climático y desperdicio de materiales, así como arreglos tecnológicos de geoingeniería. Aunque las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) continúan en aumento, se han hecho progresos en algunas áreas con respecto a las inversiones en fuentes de energía renovables.

El agua es un tema recurrente en este Anuario. Cada capítulo considera diferentes cambios medioambientales relacionados con el agua, junto a varios desafíos y oportunidades:

- Existen avances promisorios en la cooperación regional para la gestión de cuencas fluviales transfronterizas, las cuales cubren más del 45 por ciento de la superficie del planeta y afectan de forma directa cerca del 40 por ciento de la población mundial.
- Los deltas del mundo con gran densidad de población y carga agrícola, que se están hundiendo, son objeto de creciente atención. Las actividades humanas directas han aumentado considerablemente su vulnerabilidad.
- La expansión del cinturón tropical es una tendencia asociada al cambio climático. La ampliación de los trópicos tendrá un efecto cascada en los sistemas de circulación de gran escala. Afectará el patrón de precipitaciones del que dependen los ecosistemas naturales, la productividad agrícola y los recursos hídricos. Se estima que varias regiones se verán afectadas cada vez más por sequías persistentes y escasez de agua.

- En medio de la preocupación sobre la escasez del agua, que según proyecciones afectará a la mitad de la población mundial hacia 2030, se están hallando nuevas aplicaciones para las tecnologías tradicionales. El sistema de *karez* o *qanat*, de uso tradicional en algunas regiones áridas o semiáridas, recolecta agua subterránea en túneles y la distribuye para la irrigación y el uso doméstico.
- Las aguas residuales proveen nutrientes para la agricultura desde hace tiempo. Se estima que con estas aguas se irrigan la mitad de los jardines, de las áreas verdes a lo largo de las rutas y de huertos de alimentos en zonas urbanas y periurbanas. Se está adoptando una nueva perspectiva para encarar el uso seguro de este recurso tradicional de manera más segura.
- El presente Anuario incluye además un mapa de los fenómenos extremos relacionados con el agua en 2009.

El Anuario 2010 se presenta como documento informativo para el Undécimo Período Extraordinario de Sesiones del Consejo de Administración / Foro Ambiental Mundial a Nivel Ministerial del PNUMA. Este Anuario constituye también una fuente de información ambiental fiable para el público no especializado, instituciones de investigación, universidades y escuelas. Todo comentario sobre el Anuario 2010 será bienvenido, al igual que las sugerencias sobre temas emergentes a considerar en la próxima edición. Se invita a los lectores a completar el formulario de la encuesta incluido en este Anuario, o a visitar el sitio: [www.unep.org/yearbook/2010/](http://www.unep.org/yearbook/2010/)



# Gobernanza ambiental

En 2009, los esfuerzos por promover la gobernanza ambiental a nivel internacional se centraron en definir los objetivos y las funciones clave de una arquitectura perfeccionada de las Naciones Unidas con el fin de abordar los cambios en el medio ambiente mundial.



Encuentro de múltiples interesados en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales. Alrededor de 15 000 representantes de gobiernos, organizaciones no gubernamentales y medios de comunicación participaron en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en Copenhague. *Crédito: Bob Strong*

## INTRODUCCIN

El año 2009 se caracterizó por la convergencia de diversas crisis mundiales. Las sociedades de todo el mundo sufrieron las consecuencias de amplio alcance provocadas por el desconcierto financiero y económico, los precios fluctuantes y la escasez de los alimentos, y la inseguridad del mercado energético. Los responsables de la formulación de políticas crearon paquetes de incentivos fiscales descomunales. Las crisis financiera, alimentaria y energética no se desarrollaron en forma aislada de otros desafíos ambientales y sociales, sino que están vinculadas en muchos aspectos a la continua pérdida de diversidad biológica, a la degradación de los ecosistemas y al cambio climático. En consecuencia, estas crisis han

exacerbado los desafíos existentes para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (UN 2009).

El año 2009 presencié una aceleración de los esfuerzos intergubernamentales para reformar el sistema de gobernanza ambiental a nivel internacional (GAI) de la ONU. El Consejo de Administración del PNUMA estableció un Grupo Consultivo de Ministros o Representantes de Alto Nivel sobre la Gobernanza Ambiental a Nivel Internacional, el cual debatió los objetivos principales y las funciones correspondientes a la GAI en el contexto del sistema de la ONU.

Asimismo, el año 2009 será recordado por la labor internacional para alcanzar un nuevo acuerdo sobre el cambio climático, el cual se ha transformado por antonomasia en un problema de gobernanza y políticas

a largo plazo (Giddens 2009, Hovi y otros 2009, Walker y otros 2009, Beck 2008).

Numerosos avances que tuvieron lugar en 2009 destacaron el potencial de la gobernanza ambiental a nivel regional para asistir al cumplimiento de los objetivos ambientales mundiales. Los delegados que asistieron a diversas reuniones de acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente (AMUMA) negociaron las formas de descentralizar la gobernanza ambiental, por ejemplo con respecto al manejo de productos químicos y desechos (UNEP POPs 2009). Asimismo, se hizo hincapié en las iniciativas regionales en el contexto de la gobernanza del agua y la gestión forestal sostenible (McAlpine 2009).

La participación del sector privado en diversos aspectos de la gobernanza también ocupó un lugar importante en la agenda política del año 2009, especialmente luego de la crisis financiera que exigió un gran respaldo por parte de las finanzas públicas. Las asociaciones público-privadas han gozado de un crecimiento sostenido y un éxito considerable y, a la vez, se han aprendido algunas lecciones importantes.

## REFORMAR LA ARQUITECTURA DE LA GOBERNANZA AMBIENTAL A NIVEL INTERNACIONAL

El término “gobernanza” se ha definido de muchas formas diferentes, las cuales varían según el alcance y el lugar del poder de decisión (ECOSOC 2006). Recientemente, muchas funciones de la gobernanza que afectan al comportamiento individual y colectivo se han desempeñado más allá de la competencia exclusiva de los gobiernos. Del mismo modo, ha habido un acercamiento a una definición en virtud de la cual “la gobernanza, en cualquier nivel de organización social en que tenga lugar, se refiere a la conducción de los asuntos públicos: multiplicidad de reglas, instituciones y prácticas legítimas mediante las cuales una colectividad maneja sus asuntos” (Ruggie 2004). Los actores más importantes en el proceso de la GAI son, entre otros, los gobiernos nacionales; las organizaciones

intergubernamentales, tales como la ONU y sus órganos especializados; los grupos de la sociedad civil; las asociaciones del sector privado, y numerosas alianzas entre actores públicos, privados y de la sociedad civil. Las entidades y los mecanismos clave mediante los cuales se lleva a cabo la GAI incluyen una cantidad de procesos e iniciativas intergubernamentales, no estatales y público-privados que varían según su formato, estructura y membresía.

En el año 2009 hubo deliberaciones importantes en torno a la reforma del sistema general de gobernanza ambiental a nivel internacional de la ONU. El proceso, que comenzó hace casi una década, fue aumentando en urgencia con el ímpetu adquirido en el camino a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP-15) en Copenhague, las negociaciones del quinto período de reposición del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) en 2010 y el comienzo de las actividades preparatorias de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible que tendrá lugar en Brasil en 2012.

Los efectos diversos y complejos del cambio climático ponen de relieve la importancia de contar con otras áreas ambientales y sociales conexas, entre ellas, la gestión del agua, la conservación de la diversidad biológica y la gestión de bosques y tierras. El cambio climático constituyó una inquietud central en muchas reuniones de AMMA y otros encuentros que tuvieron lugar en 2009 (**Recuadro 1**). Los vínculos entre los diversos problemas ambientales enfatizan la importancia de desarrollar enfoques integrados para abordar el cambio climático en el contexto del desarrollo sostenible, y de conformidad con el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas (CSD 2009a).

En el año 2009 las negociaciones de cambio climático se vincularon con la reforma de la GAI cuando el Presidente de Francia, Nicolas Sarkozy, y la Canciller de Alemania, Angela Merkel, escribieron al Secretario General de la ONU para dar a conocer sus posturas antes de una cumbre sobre el cambio climático en Nueva York. Sostuvieron que para lograr un acuerdo “eficaz y justo” en Copenhague “se deberá establecer una nueva arquitectura institucional a fin de fomentar el desarrollo del derecho ambiental internacional. Es necesario reparar la gobernanza ambiental y aprovechar el ímpetu de la Conferencia de Copenhague para seguir avanzando en pos de la creación de una Organización Mundial para el Medio Ambiente” (Merkel y Sarkozy 2009). Los líderes de muchos países en desarrollo están de acuerdo con esta

postura. A modo ilustrativo, el Presidente de Kenya Mwai Kibaki reclamó a los líderes africanos su respaldo para elevar la categoría del PNUMA a la de una Organización Mundial para el Medio Ambiente con base en Nairobi. La respuesta a esta solicitud se plasmó en una resolución tomada en la Decimooctava Sesión de la Asamblea Parlamentaria Paritaria de África, Caribe y Pacífico - Unión Europea, así como también en el Foro sobre gobernanza ambiental a nivel internacional de Glion, el cual congregó a académicos, profesionales y a los cinco Directores Ejecutivos que se han sucedido en el PNUMA (ACP-EU JPA 2009, GEGP 2009).

Las demandas por establecer una organización de este tipo y financiarla adecuadamente no son nuevas (Biermann y otros 2009a, Walker y otros 2009, Runge 2001, Biermann 2000, Esty 1994). Un elemento importante de la reforma de la GAI corresponde a la definición de los objetivos y las funciones de la labor de la ONU en la GAI y la importancia que se dará al medio ambiente en el contexto del desarrollo sostenible. Otro aspecto que se ha debatido ampliamente es el grado de coherencia de la gobernanza ambiental a nivel internacional. Los expertos y profesionales de casi todo el planeta consideran que el grado actual de superposición, duplicación y fragmentación es una característica negativa, opinión de la cual se hizo eco en la Reseña sobre gobernanza ambiental a nivel internacional de 2008 emitida por la Dependencia Común de Inspección de la ONU (Biermann y otros 2009a, Oberthür 2009, JIU 2008). En su discurso ante el Consejo de Administración/Foro Ambiental Mundial a Nivel Ministerial (CA/FAMM) del PNUMA en el año 2009, el Ministro de Asuntos Ambientales y Turismo de Sudáfrica, Marthinus van Schalkwyk, sostuvo que la “creciente fragmentación y duplicación en un sistema sobrecargado” es un obstáculo clave para la integración de las inquietudes ambientales en la formulación de políticas macroeconómicas, así como también un problema “de importancia crítica” para los países en desarrollo (Van Schalkwyk 2009). A su vez, hay quienes sostienen que la diversificación del sistema existente puede contribuir a la estabilidad, fomentar la experimentación, promover el aprendizaje y facilitar la formación de coaliciones entre quienes lo deseen al ofrecer espacios alternativos para el diálogo y la acción (Ansell y Balsiger 2009, Ostrom 2009, Galaz y otros 2008, Dietz y otros 2003).

### **La gobernanza ambiental a nivel internacional en el sistema de la ONU**

El informe de 2008 de la Dependencia Común de Inspección es uno de los análisis integrales más recientes

## **Recuadro 1: Interrelaciones entre el cambio climático y otros problemas ambientales en 2009**

### **Agua**

En el V Foro Mundial del Agua, el Subsecretario General de la ONU para Asuntos Económicos y Sociales sugirió que las acciones estratégicas en pos de “conciliar las divisiones por el agua”, lema del encuentro, incluyen entablar un diálogo con otras comunidades políticas acerca del nexo entre los desafíos del agua y el cambio climático, y acelerar el progreso hacia la adaptación al cambio climático (Zukang 2009).

### **Diversidad biológica**

En su discurso ante la Asamblea General de la ONU, el Secretario Ejecutivo del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) sostuvo que “si el cambio climático es un problema, la diversidad biológica es parte de la solución” y que “los bosques, los humedales, las turberas y los océanos son parte de la solución al cambio climático” (CBD 2009b).

### **Bosques**

En su discurso de bienvenida a la Octava Sesión del Foro de las Naciones Unidas sobre Bosques, el Presidente destacó que la labor del Foro está adquiriendo una importancia sin precedentes debido a un “creciente reconocimiento del papel que desempeñan los bosques en las negociaciones de cambio climático” (Pumama 2009).

### **Desertificación**

En la Novena Reunión de las Partes de la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (UNCCD), el Secretario General de la ONU subrayó que la desertificación, la degradación de la tierra y las sequías exacerban la pobreza y la vulnerabilidad al cambio climático (IISD 2009a).

### **Ozono**

Las deliberaciones de la Vigésimo primera Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal giraron en torno a la propuesta, aunque rechazada, de retirar hidrofluorocarbonos (HFC), algunos de los cuales tienen un alto potencial de calentamiento global aunque no son sustancias agotadoras del ozono (IISD 2009b).

### **Productos químicos y desechos**

En octubre de 2009, las Partes en el Convenio sobre acceso a la información, participación del público en la toma de decisiones y acceso a la justicia en materia de medio ambiente (Convenio de Aarhus) de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) adoptaron el Protocolo de Kiev sobre el Registro de Emisiones y la Transferencia de Contaminantes. Este Protocolo exige a las empresas del sector privado que declaren las emisiones al medio ambiente y los traslados fuera de las instalaciones de 86 sustancias contaminantes, con inclusión de los gases de efecto invernadero. Asimismo, exige poner esta información a disposición del público (UNECE 2009).

### **Gobernanza ambiental a nivel internacional**

En su resumen respecto de las Consultas Ministeriales de la Vigésimo quinta Sesión del Consejo de Administración/Foro Ambiental Mundial a Nivel Ministerial del PNUMA, el Presidente sostuvo que “por primera vez en muchos años existe la posibilidad de hacer progresos en materia de gobernanza ambiental a nivel internacional mediante las negociaciones de cambio climático” (UNEP 2009a).



que destaca las debilidades en materia de gobernanza ambiental a nivel internacional debido a la fragmentación institucional y la falta de un enfoque holístico de los problemas ambientales y el desarrollo sostenible (JIU 2008). Este informe, que está siendo sometido a consideración de la Asamblea General de la ONU y el CA/FAMM del PNUMA, también desaprueba el marco de gestión por su incapacidad de garantizar la integración de las consideraciones ambientales y el cumplimiento de los AMMA en las estrategias de desarrollo. Si bien está expresada en términos particularmente duros, esta reseña es uno de los tantos informes preparados a lo largo de los años sobre la creación de la GAI respecto del Documento de Opciones de los Copresidentes de las Consultas Oficiosas de la Asamblea General sobre la GAI (UNGA 2007), establecido como proceso de seguimiento del documento final de la Cumbre Mundial 2005 (UNGA 2005).

En 2009, la comunidad internacional continuó procurando un avance radical en materia de reformas de la GAI. El Consejo de Administración del PNUMA estableció un Grupo Consultivo de Ministros o Representantes de Alto Nivel sobre Gobernanza Ambiental a Nivel Internacional para presentar una serie de opciones dirigidas a mejorar la gobernanza ambiental a nivel internacional (UNEP 2009b, UNEP 2009c). En

los encuentros que tuvieron lugar en Belgrado en junio y en Roma en octubre, el Grupo Consultivo identificó un conjunto de opciones para la cartera ambiental de la ONU. Este Grupo presentará un informe en la Undécima Sesión Especial del CA/FAMM en febrero de 2010 en Bali, Indonesia. Se prevé que los resultados de la Sesión Especial sobre GAI contribuirán al proceso de la Asamblea General dirigido a facilitar la reforma de la gobernanza ambiental a nivel internacional.

En la primera reunión del Grupo Consultivo de Ministros o Representantes de Alto Nivel sobre Gobernanza Ambiental a Nivel Internacional que se llevó a cabo en junio de 2009 en Belgrado, el resumen de los Copresidentes reflejó las deliberaciones acerca de “que toda reforma de la GAI debería basarse en el principio de que la forma debe depender de la función; que las consultas respecto de las funciones deberían generar un debate acerca de las formas, las cuales podrían variar desde cambios progresivos hasta reformas institucionales más amplias; que el debate sobre la GAI debería abordarse en el contexto más amplio de la sostenibilidad ambiental y el desarrollo sostenible; que el desarrollo de una serie de opciones para mejorar la GAI debería provenir de un examen actual de los múltiples desafíos y las oportunidades emergentes; que los cambios progresivos

a la GAI pueden considerarse junto con otras reformas más fundamentales, y que la labor del Grupo Consultivo debería permanecer de naturaleza política” (UNEP 2009d).

Las propuestas de reforma de la GAI han incluido tanto reformas progresivas como reformas más amplias. Un ejemplo de estas últimas es la de crear una organización marco a nivel global. En lugar de diseñar una Organización Mundial (o de las Naciones Unidas) para el Medio Ambiente que permita reunir todos los AMUMA bajo un techo institucional común, algunos investigadores en materia de gobernanza sugirieron métodos de agrupación menos ambiciosos y más viables desde el punto de vista político (Oberthür 2009, Von Moltke 2001). El desarrollo de acuerdos jurídicamente vinculantes ha sido el pilar de la gobernanza ambiental a nivel internacional. No obstante, la creciente cantidad de acuerdos de este tipo y la notable falta de coordinación entre ellos ha sido la base de numerosas críticas a la GAI (Biermann y otros 2009b). El Presidente Sarkozy destacó la proliferación de acuerdos ambientales multilaterales en la Décimo séptima Conferencia de Embajadores que tuvo lugar en París en agosto (Sarkozy 2009). Este tema también se debatió en la Reunión de Jefes de Gobierno del Commonwealth sobre la reforma de instituciones internacionales que se llevó a cabo en junio



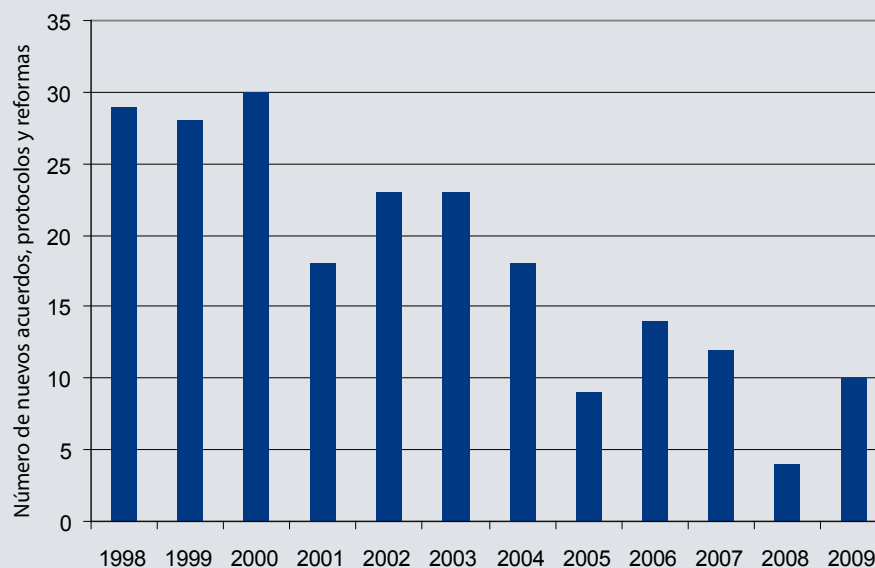
Ministros y otros representantes de alto nivel que asistieron a la primera reunión del Grupo Consultivo de Ministros o Representantes de Alto Nivel sobre Gobernanza Ambiental a Nivel Internacional celebrada el 27 y 28 de junio de 2009 en Belgrado, Serbia. Del 26 al 29 de octubre se realizó una segunda reunión del Grupo Consultivo en Roma, Italia. Crédito: Serbian Ministry of Environmental and Spatial Planning

de 2008 (Commonwealth Secretariat 2009). Si bien el ritmo de crecimiento anual de nuevos acuerdos, protocolos y reformas ha disminuido durante la última década (**Figura 1**), la creciente multiplicidad y la posible fragmentación siguen siendo evidentes. En 2009 hubo un ejemplo notable de agrupación de AMUMA en el área de gestión de productos químicos y desechos. A comienzos de 2009, los signatarios de tres convenios mundiales sobre productos químicos y desechos convinieron consolidar sus funciones comunes y aumentar la cooperación y la coordinación a nivel administrativo y programático. El proceso de sinergia entre el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, el Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional, y el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes fue aclamado como un ejemplo prominente de reforma de la GAI (UNEP POPs 2009).

Se prevé que las experiencias resultantes de este método de agrupación se den a conocer en la Undécima Sesión Especial del CA/FAMM del PNUMA que se llevará a cabo en Bali en 2010. Ya se ha avanzado en muchas áreas, entre ellas la prestación conjunta de asistencia técnica, la representación conjunta en reuniones, la producción conjunta de materiales de concienciación y el establecimiento de un mecanismo conjunto de intercambio de información (UNEP 2009g). Como signo del respaldo político de este proceso de sinergias, la Primera Reunión Extraordinaria de la Conferencia de las Partes en los tres Convenios se llevará a cabo en coordinación con la Sesión Especial del CA/FAMM del PNUMA en Bali.

Con miras al Año Internacional de la Diversidad Biológica, los conocimientos que se obtengan a partir del proceso de sinergias serán valiosos para las Conferencias de las Partes (COP) de los seis convenios relacionados con la diversidad biológica (el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, el Convenio sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres, el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, la Convención relativa a los Humedales, conocida popularmente como Convención de Ramsar, y la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural). Los conocimientos también serán de valor, entre otros, para el Grupo de Enlace de la

**Figura 1: Número de nuevos acuerdos, protocolos y reformas ambientales multilaterales de 1998 a 2009**



Entre 1998 y 2009 hubo un total de 218 nuevos acuerdos, protocolos y reformas ambientales multilaterales.

Fuente: Mitchell (2009)

Diversidad Biológica que está trabajando desde 2004 en pos de mejorar la coherencia y la cooperación en la implementación de los convenios relativos a la diversidad biológica (CBD 2009a).

Tanto académicos como profesionales argumentan que la fragmentación, la superposición y la duplicación se encuentran entre los principales motivos para reformar el sistema de gobernanza ambiental a nivel internacional de la ONU (UNEP 2009c, Ivanova y Roy 2007, UNGA 2007, Biermann y Bauer 2005, Esty 2003, Charnovitz 2002, Runge 2001). Los delegados de la primera reunión del Grupo Consultivo de Ministros o Representantes de Alto Nivel sobre Gobernanza Ambiental a Nivel Internacional enfatizaron que “al abordar las amenazas a los alimentos, la energía y la seguridad del agua y encarar los efectos del cambio climático, los estados se hallan actualmente frente a una multiplicidad de organismos de Naciones Unidas, entidades y mecanismos financieros, intereses del sector privado y organizaciones de la sociedad civil” (UNEP 2009d). Según la información extraída de 18 AMUMA y compilada por el Instituto Internacional de Desarrollo Sostenible, entre 1992 y 2007 se llevaron a cabo 540 reuniones en las cuales se adoptaron más de 5 000 resoluciones o decisiones (UNEP 2009f).

La superposición y fragmentación institucional, mencionadas con anterioridad, están ampliamente consideradas como perjudiciales para una gobernanza eficaz y efectiva. El resumen de la Presidencia de la Vigésimo quinta Sesión del CA/FAMM del PNUMA destacó que “la inconsistencia y la complejidad del sistema de gobernanza ambiental a nivel internacional pueden generar altos costos de transacción, los cuales en algunos casos desalientan la participación en el sistema por parte de los países en desarrollo y de aquellos con economías en transición” (UNEP 2009a).

### **Integración de las políticas ambientales**

La integración de las dimensiones ambientales, económicas y sociales de la sostenibilidad ha sido un tema central de la respuesta internacional a las crisis financiera, alimentaria y energética. Las declaraciones de alto nivel resultantes del proceso de reforma permanente de la GAI han enfatizado en repetidas ocasiones que dicha reforma debería tener lugar en el contexto más amplio del desarrollo sostenible. Las propuestas de integrar las inquietudes ambientales en la recuperación económica y el desarrollo socioeconómico convergieron en líneas generales en el

Nuevo Acuerdo Verde elaborado por Edward Barbier y otros economistas y por la Iniciativa de Economía Verde del PNUMA. El Nuevo Acuerdo Verde Global propone, entre otras cosas, invertir una parte significativa de los aproximadamente USD 3,1 billones correspondientes a paquetes de incentivos fiscales, en eficiencia energética de edificios, tecnologías de energía renovable, tecnologías de transporte sostenible, así como en los ecosistemas del planeta y la agricultura sostenible (Barbier 2010, UNEP 2009e).

La integración de las políticas ambientales no es un concepto nuevo, pero las crisis financiera y climática han impulsado a los científicos, entre otros, a analizar los logros alcanzados a la fecha (Mickwitz y otros 2009). En el ámbito nacional, la integración de políticas ambientales se puede lograr mediante una variedad de instrumentos políticos:

- *Instrumentos comunicativos*: estrategias de desarrollo ambiental y sostenible, requisitos de estrategias sectoriales, informes de desempeño, auditorías externas e independientes, e inclusión de objetivos ambientales en la constitución nacional.
- *Instrumentos organizacionales*: departamentos o ministerios mixtos, gabinetes “verdes”, unidades ambientales dentro de departamentos sectoriales y grupos de trabajo independientes.
- *Instrumentos procesales*: derechos de veto o consulta obligatoria a los departamentos o ministerios de medio ambiente, presupuestos “verdes” y evaluaciones de impacto ambiental.

Un análisis de los 30 países que conforman la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) indicó que la mayor parte de ellos había introducido *instrumentos comunicativos* y muchos habían creado nuevas organizaciones. No obstante, solo unos pocos habían desarrollado nuevos instrumentos procesales (Jacob y otros 2008).

La integración de las políticas ambientales es un tema que concierne tanto a países desarrollados como a aquellos en desarrollo. Un análisis reciente del estado de la integración de políticas ambientales en Asia Central halló que los grupos de trabajo interministeriales son comunes, que los ministerios sectoriales han establecido unidades ambientales especializadas y que se han realizado evaluaciones ambientales de algunas

políticas de energía y transporte. No obstante, sigue habiendo una cultura de cooperación interministerial limitada (OECD 2009a).

¿Cuál es el estado de la integración de políticas ambientales a nivel mundial? El uso de la misma clasificación de los instrumentos políticos revela que se está utilizando una gran diversidad de instrumentos (Biermann y otros 2009a). Los *instrumentos comunicativos* incluyen AMUMA que exigen a los signatarios introducir las disposiciones pertinentes en los marcos legales nacionales. Asimismo, diversos encuentros internacionales que tienen lugar a lo largo del año concluyen con algún tipo de declaración política. También hay una serie de *instrumentos organizacionales* en el ámbito internacional, entre ellos el Grupo de Gestión Ambiental (GGA) de la ONU, a nivel interinstitucional y las reuniones de los Ministros de Medio Ambiente del G8, a nivel intergubernamental. Como ejemplo de *instrumento procesal* a nivel mundial se encuentra la declaración aprobada por la Junta de los Jefes Ejecutivos del Sistema de las Naciones Unidas para la Coordinación (JJE) en su sesión de octubre de 2007, en el sentido de promover un organismo de Naciones Unidas sin consecuencias con respecto al clima, así como la labor realizada por el GGA con el respaldo de la Dependencia sostenible de las Naciones Unidas del PNUMA, dirigida a aplicar la declaración de la Junta y promover prácticas de gestión sostenible de manera más amplia en la ONU (UN 2007).

Un *instrumento procesal* que recibió creciente atención en el año 2009 se refiere a la integración de la adaptación al cambio climático en la asistencia oficial para el desarrollo (AOD) (Persson 2009). Varias de las principales directrices publicadas en 2008 y

2009 por la OCDE, el Banco Mundial y la red PEER de centros europeos de investigación medioambiental destacaron el rol importante de la adaptación al cambio climático como elemento de la AOD (Mani y otros 2009, Mickwitz y otros 2009, OECD 2009b). Numerosas iniciativas de investigación, tales como el proyecto ADAM sobre estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático en el marco de la política ambiental europea, han evaluado en qué medida se ha integrado la adaptación al cambio climático en la asistencia para el desarrollo. El proyecto ADAM, financiado por la UE y finalizado en julio de 2009, concluyó que la adaptación es una cuestión fundamentalmente intersectorial que podría abordarse con un enfoque de integración, aunque el alcance y la naturaleza multidimensional de la adaptación exijan definiciones más específicas por sector. Asimismo, este proyecto demostró que hasta el momento los proyectos de la AOD y las estrategias nacionales han puesto poca atención en la adaptación al cambio climático (ADAM 2009).

Recientemente la red PEER emitió un informe donde analiza el grado de integración de las políticas sobre el clima en Dinamarca, Finlandia, Alemania, los Países Bajos, España y el Reino Unido (Mickwitz y otros 2009). Dicho informe define la integración de las políticas sobre el clima como “la incorporación de los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático en todas las etapas de formulación de políticas en otros sectores ambientales y no ambientales, complementada con la intención de adicionar las consecuencias esperadas de la mitigación y adaptación al cambio climático en una evaluación general de políticas, y un compromiso de minimizar las contradicciones entre las políticas sobre el clima y otras” (Mickwitz y otros 2009). El **Recuadro 2**

## Recuadro 2: Criterios para evaluar el grado de integración de las políticas sobre el clima

CRITERIO	PREGUNTA CLAVE
Inclusión	¿En qué medida están cubiertos los efectos directos e indirectos de la mitigación y la adaptación al cambio climático?
Coherencia	¿Se han evaluado las contradicciones entre los objetivos relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático y otros objetivos políticos? ¿Se ha trabajado en pos de minimizar las contradicciones identificadas?
Ponderación	¿Se han establecido las prioridades relativas de la mitigación y adaptación al cambio climático en comparación con otros objetivos políticos? De lo contrario, ¿existen procedimientos para determinar las prioridades relativas?
Presentación de información	¿Se han definido claramente y con antelación los requisitos y plazos de evaluación y presentación de información acerca de los efectos de la mitigación y adaptación al cambio climático? ¿Se han llevado a cabo dichas evaluaciones y presentación de información con posterioridad? ¿Se han definido, monitoreado y utilizado indicadores?
Recursos	¿Se dispone de conocimientos técnicos internos y externos acerca de los efectos de la mitigación y adaptación al cambio climático y se los utiliza? ¿Se han suministrado los recursos?

Fuente: Mickwitz y otros (2009)

resume los criterios que utilizaron los autores para evaluar el grado de integración de las políticas sobre el clima. El primer criterio (inclusión) es un requisito previo. Se requiere de un nivel mínimo de integración para proceder al análisis. Los demás criterios ayudan a evaluar en qué grado están integradas las inquietudes por el cambio climático a los demás sectores de las políticas, tales como el transporte o la agricultura (integración horizontal) y los niveles del gobierno (integración vertical). El informe de PEER indicó que, mientras que ahora las estrategias y los programas reconocen ampliamente el cambio climático, hay una necesidad apremiante de incorporar con mayor intensidad la integración de políticas sobre el clima en instrumentos políticos específicos, tales como la planificación espacial y la preparación de presupuestos por parte de los gobiernos (Mickwitz y otros 2009).

## GOBERNANZA AMBIENTAL A NIVEL REGIONAL

El término “región” puede referirse a una zona geográfica

### Recuadro 3: Dimensiones regionales de la gobernanza ambiental

#### *Cambio climático*

La decisión del IPCC de incluir un acento regional en el Quinto Informe de Evaluación que emitirá próximamente reconoce la importancia de las proyecciones a nivel regional en materia de cambio climático para la formulación de políticas. El Quinto Informe de Evaluación también analizará las subregiones y los sitios críticos interregionales, tales como el Mediterráneo y los megadeltas (IISD 2009c).

#### *Desertificación*

Los delgados que asistieron a la Novena Conferencia de las Partes de la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación avanzaron en pos del establecimiento de Mecanismos de Coordinación Regional. Aunque la decisión correspondiente no llegó a hacer referencia a “oficinas regionales”, en parte porque los países desarrollados temen que esta descentralización sienta un precedente para otros convenios, se trató de un importante adelanto (UNCCD 2009).

#### *Productos químicos y desechos*

En su cuarta reunión, la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes aprobó las ocho instituciones que funcionarán como centros regionales y subregionales para el desarrollo de capacidades y la transferencia de tecnología (UNEP POPs 2009).

#### *Silvicultura*

En la etapa de preparación para el XIII Congreso Forestal Mundial, un taller previo al Congreso enfatizó que la cooperación a nivel regional traslada las políticas a la práctica y contribuye a promover el desarrollo de la gestión forestal sostenible (McAlpine 2009).

pequeña, como un humedal transfronterizo, o a una vasta, como un continente entero. Las organizaciones regionales de integración económica tales como la UE ofrecen numerosos ejemplos de gobernanza ambiental a nivel regional. En estos casos, las regiones se definen como grupos de estados. Del mismo modo, las posturas regionales en negociaciones intergubernamentales suelen asociarse con grupos de estados.

Algunos problemas ambientales, tales como el cambio climático o el agotamiento de la capa de ozono, se han catalogado como problemas mundiales debido a la necesidad de abordarlos desde el plano internacional. Otros, como la gestión de aguas transfronterizas, se vienen tratando desde hace tiempo en el marco de la cooperación regional. Los acuerdos ambientales regionales, como las comisiones de las cuencas fluviales del Rin o del Danubio, tienen una historia de larga data. Los acuerdos regionales como los convenios regionales para proteger las zonas de montaña de los Alpes y de los Cárpatos han avanzado significativamente al colocar las inquietudes ambientales en el contexto más amplio del desarrollo sostenible.

Los expertos y profesionales en materia de gobernanza han remarcado las ventajas y desventajas de los enfoques regionales. Las iniciativas regionales, que gozan de una mayor familiaridad entre sus participantes, pueden complementar a los acuerdos globales para satisfacer las necesidades específicas de una región. Sin embargo, también pueden debilitar la efectividad de una política ambiental internacional al aumentar la complejidad administrativa y reducir la eficacia de los instrumentos económicos. Al día de hoy, se han realizado pocos trabajos empíricos acerca de las compensaciones entre las estructuras regionales e internacionales, pero se observó que las iniciativas regionales tales como el Programa de Mares Regionales han contribuido significativamente a los objetivos marinos internacionales para los ecosistemas costeros de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (CMDS) de 2002 (Sherman y Hempel 2009).

En el año 2009, los avances en materia de negociaciones ambientales multilaterales sobre cambio climático, silvicultura, desertificación, productos químicos y gestión de desechos pusieron de relieve la importancia de las actividades de cooperación a nivel regional (**Recuadro 3**). Incluso en el campo de gobernanza del cambio climático, que es eminentemente internacional, algunos elementos se abordan desde una perspectiva regional. Por ejemplo, una nota informativa del

Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (DAES) de 2009 destacaba los posibles beneficios de los mecanismos regionales en cuanto a la transferencia eficaz y equitativa de tecnologías de mitigación y adaptación (Vera 2009). Además, sostenía que los mecanismos regionales que brindan facilidades para contar con un conjunto común de recursos y para el desarrollo de economías de escala pueden ayudar a lograr un equilibrio políticamente viable entre lo que pueden ofrecer los acuerdos globales y las necesidades de los países en desarrollo.

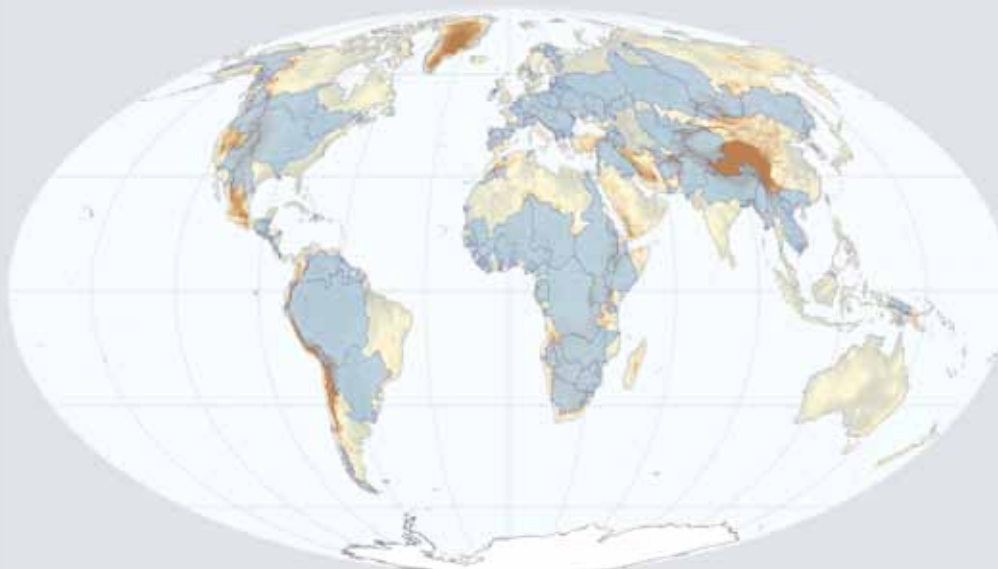
## Gobernanza ecorregional y gestión de aguas transfronterizas

Una de las formas de definir las regiones se basa en sus características ecológicas y biofísicas comunes. Las ecorregiones ampliamente reconocidas incluyen cuencas fluviales y cadenas montañosas. La práctica de la gobernanza sobre la base de ecorregiones es aún muy joven, aunque existen ejemplos de este tipo de gobernanza en todo el mundo (Balsiger y VanDeveer, en prensa). Un ejemplo a destacar es la cooperación regional respecto de las cuencas fluviales transfronterizas. En ese contexto, los Jefes de Estado reunidos en el Quinto Foro Mundial del Agua en Estambul en marzo de 2009 afirmaron su voluntad política de actuar con prontitud, considerando que el diálogo y la cooperación entre vecinos respecto de las aguas transfronterizas son elementos clave para el éxito (Zukang 2009). Hay aproximadamente 279 cuencas fluviales que se extienden a través de fronteras internacionales (Bakker 2009). Las cuencas fluviales transfronterizas cubren el 45,3% de la superficie terrestre del planeta, benefician aproximadamente al 40% de la población mundial y representan alrededor del 60% del flujo fluvial (Wolf y otros 1999) (**Figura 2**).

El cambio climático ha reforzado la creciente importancia de la gestión de aguas transfronterizas en materia de gobernanza. Las variaciones espaciales de los efectos del cambio climático dirigen la atención a las ecorregiones, especialmente a las zonas costeras (Dinar 2009, EEA 2009, WWAP 2009). En sus nuevas directrices respecto de la gestión integrada del agua, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) sostiene que los enfoques a nivel de cuencas adquieren cada vez más importancia a medida que se descubren los efectos del cambio climático mediante las respuestas cualitativas y cuantitativas del ciclo hidrológico, el cual a su vez afecta



**Figura 2: Cuencas fluviales transfronterizas**



Mapa actualizado de las cuencas fluviales internacionales del mundo basado en Wolf y otros (1999).

Fuente: *Transboundary Freshwater Dispute Database* (2010)

directamente a las cuencas fluviales (UNESCO 2009).

El amplio respaldo político del que goza la gestión de aguas transfronterizas está en cierta forma atenuado por los descubrimientos científicos en lo concerniente a los desafíos de elaborar enfoques a nivel de cuencas y a los beneficios ambientales que pueden generar dichos enfoques. Un estudio reciente de 506 tratados internacionales sobre el agua y 86 organizaciones asociadas arrojó que la mayoría de las instituciones internacionales de cuencas fluviales tienen una cantidad de miembros y un alcance limitados (Dombrowsky 2008). Los niveles predominantes de escasez del agua han sido identificados como un factor determinante. Un análisis empírico de 74 casos donde dos países comparten un río reveló que la probabilidad de cooperación, medida en términos de acuerdos internacionales de agua, es mayor cuando la escasez es moderada y menor cuando es muy baja o muy alta (Dinar 2009). Esto implica que cuando la escasez supera cierto umbral puede ser necesario recurrir a actores externos para fomentar la cooperación (véase el capítulo sobre Desastres y conflictos).

A los fines de evaluar la eficacia de la gobernanza del agua a nivel regional, los académicos que entienden

en esta materia hacen cada vez mayor hincapié en el desempeño que en el cumplimiento. El cumplimiento es la medida en la cual las partes celebrantes de un acuerdo observan los términos convenidos, mientras que el desempeño es el grado en el cual realmente se alcanzan los objetivos de un acuerdo. Las partes pueden cumplir con los requisitos dispuestos para establecer nuevas instituciones y formular planes de acción, pero tener un mal desempeño respecto de la reducción de la contaminación del agua y el riesgo de inundación. A modo ilustrativo, un estudio de caso de la cuenca de Asia Central Naryn/Syr Darya indica que si bien se ha cumplido correctamente un acuerdo negociado con anterioridad sobre la descarga de agua desde el embalse de Toktogul, el desempeño a lo largo del tiempo en términos de escorrentía ha sido muy malo y extremadamente variable desde la perspectiva de la gestión de recursos sostenibles (Bernauer y Siegfried 2008).

### **LA GOBERNANZA MÁS ALLÁ DEL GOBIERNO**

La gobernanza está estrechamente asociada con la labor de los gobiernos. No obstante, durante las últimas dos décadas la faceta gubernamental de la gobernanza se ha

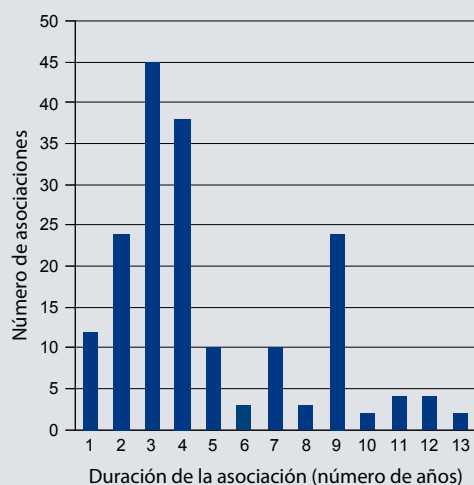
ido complementando con otras modalidades de gobierno que tienen a las ONG y al sector privado como socios clave. El crecimiento sostenido de las normas del sector privado, tales como la certificación, y de las asociaciones público-privadas son muestras de esa tendencia en el ámbito local e internacional (Adger y Jordan 2009, Andonova y otros 2009, Treib y otros 2007).

Si bien los gobiernos siguen siendo en la actualidad la fuente más común y con mayor autoridad de la actividad rectora, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado han desarrollado una profusión de iniciativas que contribuyen a alcanzar las metas públicas de protección ambiental y desarrollo sostenible en la formulación e implementación de políticas (O'Neill 2009). En materia de silvicultura se observan algunos ejemplos de asociaciones público-privadas importantes, como la certificación externa y el etiquetado, y el reparto de poder en las entidades de las partes interesadas (Chan y Pattberg 2008).

Los cientos de asociaciones público-privadas creadas luego de la CMDS 2002 reflejan el aumento de la participación del sector privado en las actividades de gobernanza (**Recuadro 4**). El último informe del Secretario General de la ONU sobre las asociaciones para el desarrollo sostenible afirma que “mediante la congregación de conocimientos, capacidades y recursos, [...] las iniciativas de colaboración están dirigidas a encontrar soluciones innovadoras ante los desafíos del desarrollo sostenible y crear redes de información para contribuir a la toma de decisiones informada” (UN 2008). Entre las asociaciones creadas recientemente se encuentran la Alianza mundial sobre la gestión de los nutrientes y la Asociación para la acción en materia de computadoras (PACE), asociación de interesados múltiples que se ocupa del manejo ambientalmente racional de equipos de computación usados y que han llegado al final de su vida útil. Si bien hay numerosos estudios de caso académicos sobre asociaciones específicas y sus actividades, aún no se dispone de información sistemática con respecto a su efectividad y al impacto total que causan en el medio ambiente. Un nuevo estudio ha detectado que se dispone de poca información acerca de la efectividad de las asociaciones público-privadas para la formulación de políticas y que su eficacia para la implementación de políticas es variada (Schäferhoff y otros 2009).

La utilización de instrumentos de mercado como una herramienta para incidir sobre el comportamiento mediante los precios u otras señales económicas, en

#### Recuadro 4: Asociaciones de desarrollo sostenible



Las asociaciones internacionales de desarrollo sostenible reúnen actores públicos, privados y no gubernamentales, aunque suelen surgir a partir de procesos intergubernamentales. La Asociación para la acción en materia de computadoras (PACE), una de las iniciativas más recientes, es una excelente ilustración. La decisión de lanzar esta asociación partió de los delegados que asistieron a la novena reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea en junio de 2008.

La mencionada asociación se creó al reconocer la necesidad apremiante de un manejo, reacondicionamiento, reciclaje y eliminación ambientalmente racional de equipos de computación usados y que han llegado al final de su vida útil. En marzo de 2009 un grupo de trabajo de interesados múltiples formado por 58 representantes de fabricantes de computadoras, recicladores, organizaciones internacionales, académicos, grupos ambientales y gobiernos convinieron el alcance del trabajo de la asociación, su mandato, finanzas y estructura.

PACE a comenzado a desarrollar directrices, material de concienciación y proyectos experimentales para optimizar el manejo ambientalmente racional de los equipos de computación. Treinta y cuatro miembros del proyecto provenientes de países en desarrollo y países con economías en transición ya han expresado su interés de participar en planes experimentales para suplantar la eliminación en rellenos sanitarios inadecuados de los equipos de computación que han llegado al final de su vida útil, la quema a cielo abierto u operaciones de reciclado peligrosas, por operaciones de reciclado eficaces y racionales desde el punto de vista ambiental, de manera sostenible y teniendo presente la salud y el bienestar de quienes trabajan en el sector informal de la economía.

Fuente: CSD (2009b)

combinación con asociaciones público-privadas, ha contribuido a atraer numerosos adeptos y alianzas comerciales cuyos intereses trascienden las fronteras nacionales. La complejidad de la coordinación vertical de políticas (ámbito local, nacional, regional e internacional) y de la coordinación entre sectores y jurisdicciones también ha generado más puntos de acceso a los procesos de políticas. Asimismo, los mecanismos de flexibilidad de Kyoto, que hacen hincapié en los instrumentos de mercado, han ofrecido oportunidades significativas para la participación no estatal, tanto de ONG como del sector privado (Andonova y otros 2009, Pattberg y Stripple 2008).

Los instrumentos de mercado también pueden contribuir a aumentar la transparencia, fortalecer la legitimidad y fomentar un interés público más amplio (Bartle 2009, Bled 2009, Guesnerie y Tulkens 2009, Löfbrand y otros 2009). Por ejemplo, la Decisión VIII/17 sobre la intervención del sector privado, adoptada por la Conferencia de las Partes en el CDB de 2006, pretende sensibilizar a dicho sector acerca de las buenas prácticas, la presentación de información y la certificación, hacer participar a los actores del sector privado en las reuniones del CDB y reuniones conexas a nivel nacional, y garantizar el cumplimiento de los objetivos del Convenio y la implementación de sus metas. Un análisis reciente del efecto que tuvo esta Decisión concluye que la participación del sector privado ciertamente puede ayudar a fortalecer la legitimidad del CDB y aportar habilidades de negocios fundamentales (Bled 2009). Para garantizar un desarrollo aún más positivo, se sugiere hacer participar al sector financiero e integrar y equilibrar paulatinamente los conocimientos especializados en materia de negocios, con la experiencia social y práctica de otras partes interesadas.

Una de las áreas más importantes de la participación del sector privado en la gobernanza ambiental es el intercambio de derechos de emisión de carbono (Stern 2007). Sólo en el año 2007 la facturación de los mercados internacionales de carbono fue de USD 64 mil millones, superando los 30 mil millones del año anterior. En la actualidad, la principal asociación es el Régimen paneuropeo de comercio de derechos de emisión (ETS) lanzado en 2005. En el año 2008 sus ingresos ascendían a USD 94 mil millones (Frost & Sullivan 2009, Capoor y Ambrosi 2008, Hepburn 2007).

El intercambio de los derechos de emisión de carbono y otros instrumentos de mercado utilizados por la gobernanza ambiental han recibido algunas críticas

(Newell 2008). El régimen de comercio de derechos de emisión de la UE, a pesar de ser un modelo para otros regímenes similares que existen en otras partes del mundo (Skjærseth y Wetttestad 2009), tuvo problemas desde sus comienzos debido a la asignación excesiva de permisos, al tiempo que se ha informado acerca de fraudes generalizados en el impuesto al valor agregado. Algunos científicos han expresado, junto con las Partes del Protocolo de Kyoto, su preocupación por la falta de adicionalidad en muchos proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y lo que perciben como un énfasis en reducir emisiones de bajo costo a expensas de los beneficios de desarrollo sostenible de los países anfitriones (Flåm 2009, Paulsson 2009, Schneider 2009, Skjærseth y Wetttestad 2009). Los críticos también argumentaron que las demandas de eficacia a los regímenes de comercio de los derechos de emisiones pueden dejar de lado consideraciones de equidad y, de esta manera, aumentar las desigualdades favoreciendo a quienes tienen un mejor acceso a la información y a los recursos (Baldwin 2008, Vormedal 2008).

En otras áreas, tales como la planificación estratégica y el financiamiento, se ha intentado aumentar las funciones del sector privado en diferentes actividades de gobernanza ambiental a nivel internacional. Por ejemplo, el *Earth Fund Board* del FMAM, grupo consultivo del sector privado lanzado en 2008, se reunió en abril de 2009 para brindar orientación estratégica al FMAM. Además de asistir al FMAM en la toma de decisiones, se prevé ayudar a movilizar alrededor de USD 150 millones en la primera ronda de financiación (IISD 2009d). En lo atinente al cambio climático, se están considerando mecanismos de hacienda pública para aumentar las inversiones del sector privado y recaudar USD 530 mil millones por año a modo de inversión adicional, la cual se estima que será necesaria para evitar los efectos adversos del cambio climático (UNEP 2009h).

#### MIRADA AL FUTURO

La convergencia de las distintas crisis (ambiental, financiera y social), unida a los esfuerzos internacionales por reformar el sistema de GAI de la ONU, hizo de 2009 un año importante para la gobernanza ambiental a nivel internacional. Las Consultas Ministeriales del PNUMA llevadas a cabo en 2009 y las deliberaciones del Grupo Consultivo de Ministros o Representantes de Alto Nivel sobre GAI, creado por el Consejo de Administración del PNUMA, pusieron de relieve la urgencia de reformar la GAI. Las tendencias a

nivel regional y la participación del sector privado permitieron destacar que la gobernanza ambiental a nivel internacional abarca escalas de acción múltiples y muchos tipos de actores. Las partes de los distintos AMUMA tomaron las medidas necesarias para crear o fortalecer las infraestructuras de gobernanza a nivel regional; la gestión transfronteriza ocupó un lugar más destacado en la agenda política, y las nuevas asociaciones público-privadas y los instrumentos de mercado, especialmente los atinentes a las políticas sobre el clima, permitieron una mayor participación e inversiones privadas.

Los resultados de la Conferencia de Copenhague revelaron la magnitud que ha adquirido el desafío de forjar un acuerdo mundial sobre el cambio climático. Si bien no surgieron metas jurídicamente vinculantes, muchos países se comprometieron por primera vez a desacoplar las emisiones del crecimiento económico. La Conferencia de las Partes “tomó nota” del Acuerdo de Copenhague, que reafirma la voluntad de mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de los 2°C respecto de los niveles preindustriales, respalda la transferencia de tecnología y la creación de capacidad para las economías en desarrollo, y ofrece asistencia financiera para la mitigación y adaptación al cambio climático. En breve, se dispondrá de recursos adicionales por USD 30 mil millones para el período 2010-2012. Los países desarrollados aceptaron el “objetivo de movilizar conjuntamente USD 100 mil millones por año hasta 2020 para atender las necesidades de los países en desarrollo.” Asimismo, el Acuerdo especifica la necesidad de reconocer la Reducción de Emisiones de Carbono causadas por la Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD) mediante la creación de un mecanismo que permita movilizar recursos financieros de los países desarrollados. Si bien el Acuerdo no exige a los países que elaboren un nuevo convenio, las negociaciones continuarán en el año 2010.

Durante 2010, Año Internacional de la Diversidad Biológica, los ojos del mundo estarán puestos en el Objetivo 2010 para la Diversidad Biológica, que está dirigido a lograr una considerable reducción del ritmo de pérdida de la diversidad biológica en el ámbito internacional, regional y nacional a fin de contribuir a aliviar la pobreza y beneficiar todo tipo de vida en la Tierra. Es poco probable que se cumpla con dicha meta (Gilbert 2009). La Décima Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica



Distintas generaciones de líderes ambientales, entre ellos los cinco Directores Ejecutivos que se han sucedido en el PNUMA, asistieron al “Foro sobre gobernanza ambiental a nivel internacional: Reflexionar sobre el pasado y avanzar hacia el futuro” que se llevó a cabo del 28 de junio al 2 de julio en Gllon, Suiza. De izquierda a derecha: El Director Ejecutivo del PNUMA Achim Steiner y los ex Directores Ejecutivos del PNUMA Maurice Strong, Mostafa Tolba, Elizabeth Dowdeswell y Klaus Töpfer.

*Crédito: Global Environmental Governance Project ([www.environmentalgovernance.org](http://www.environmentalgovernance.org))*

se concentrará en el desarrollo de un marco posterior a 2010. Dicha Conferencia tendrá lugar en Nagoya, Japón, inmediatamente después de la Quinta Reunión de las Partes en el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, donde los delegados continuarán las negociaciones por un tratado jurídicamente vinculante sobre responsabilidad y compensación.

Muchos avances, evaluaciones y acontecimientos importantes que tendrán lugar en 2010 estarán relacionados con la gobernanza ambiental a nivel regional. Las Partes de los Convenios sobre productos químicos y desechos, y sobre desertificación seguirán avanzando en pos de establecer mecanismos regionales y explorarán los límites de la descentralización de los AMUMA. Los encargados de formular políticas en el ámbito regional también requerirán la orientación del IPCC cuyo Quinto Informe de Evaluación incluirá un foco regional. Finalmente, acontecimientos clave tales como la Sexta Conferencia Ministerial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en

Asia y el Pacífico generarán perspectivas regionales respecto de problemas acuciantes de la agenda ambiental mundial, entre ellos el crecimiento verde y la gobernanza del cambio climático.

El proceso de reforma de la GAI será un tema clave durante las deliberaciones de la Undécima Sesión Especial del CA/FAMM del PNUMA. El Grupo Consultivo presentará una serie de opciones respecto de los principales objetivos y funciones identificados para la labor de la GAI de la ONU y opciones concretas de reformas progresivas, así como también opciones para seguir avanzando hacia una reforma institucional más amplia. La labor del Consejo de Administración del PNUMA y del Grupo Consultivo en materia de gobernanza ambiental a nivel internacional puede contribuir a los preparativos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible que tendrá lugar en Brasil en 2012, la cual marcará el vigésimo aniversario de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de Río de Janeiro (UNGA 2008).



# Calendario de acontecimientos en 2009



CRÉDITO: WWW.UVX.ORG

## FEBRERO

**16-20 de febrero.** Los gobiernos reunidos en la Vigésimo quinta Sesión del Consejo de Administración/Foro Ambiental Mundial a Nivel Ministerial del PNUMA aprueban el lanzamiento de negociaciones intergubernamentales para alcanzar un tratado jurídicamente vinculante sobre el mercurio y el establecimiento de un Grupo Consultivo de Ministros o Representantes de Alto Nivel sobre Gobernanza Ambiental a Nivel Internacional.

**23-27 de febrero.** En la reunión del Grupo de Amigos de los Copresidentes con respecto a la Responsabilidad y la Compensación en el contexto del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, en la Ciudad de México, se redacta el primer borrador de un protocolo complementario, el cual incluye una disposición vinculante respecto de la responsabilidad civil emergente de los daños causados por movimientos transfronterizos de organismos vivos modificados.

## MARZO

**16-22 de marzo.** El Subsecretario General de la ONU para Asuntos Económicos y Sociales Sha Zukang alienta a los participantes del Quinto Foro Mundial del Agua a entablar un diálogo con otras comunidades políticas acerca de los vínculos entre el agua y el cambio climático, a acelerar el progreso hacia la adaptación al cambio climático y a respaldar la capacidad humana e institucional con una financiación adecuada.



CRÉDITO: MAGNUSSTRAKJAN

## ABRIL

**6 de abril.** El Consejo Europeo adopta una legislación en materia de clima y energía para alcanzar el objetivo general de la UE de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20 por ciento, aumentar el uso de energía renovable también en un 20 por ciento y ahorrar un 20 por ciento de energía para el año 2020.

**20 de abril – 1° de mayo.** Los delegados de la Octava Sesión del Foro de las Naciones Unidas sobre Bosques adoptan una resolución sobre los bosques en un medio ambiente cambiante que contempla los bosques y el cambio climático, la mejora de la cooperación y la coordinación multisectorial y los aportes de entidades regionales y subregionales. Se pospone la toma de decisiones sobre financiación para una ordenación forestal sostenible.

**21 de abril.** La Secretaría de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) celebra la incorporación de Bosnia y Herzegovina como Parte número 175 de la Convención.

## MAYO

**4-8 de mayo.** Más de 800 participantes en representación de 149 gobiernos; organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales, y organismos de Naciones Unidas asisten a la cuarta Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, en la que se agregaron nueve productos químicos a los anexos del Convenio.

**4-15 de mayo.** El Secretario General de la ONU Ban Ki-moon comunica a los participantes de la Décimo séptima Sesión de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (CDS) de las Naciones Unidas que la agricultura puede contribuir a mitigar el cambio climático. Los delegados adoptan las recomendaciones de políticas y debaten acerca de cómo la CDS puede respaldar mejor la gobernanza sectorial internacional.

## JUNIO

**1-5 de junio.** Los delegados de la Tercera Sesión del Órgano Rector del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, primer sistema multilateral operativo de acceso y distribución de beneficios del mundo, instan a mejorar la situación financiera del Tratado.

**16-19 de junio.** En la Segunda Sesión de la Plataforma Global para la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD), el resumen de la Presidencia enfatiza que los líderes locales impulsan cada vez más la RRD en los países en desarrollo y que ésta debería incluirse en las negociaciones sobre cambio climático de diciembre en Copenhague.

**24-26 de junio.** Los líderes políticos reunidos en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la crisis financiera y económica mundial y sus efectos en el desarrollo destacan que las iniciativas ecológicas mundiales deberían abordar el desarrollo sostenible y los desafíos y oportunidades ambientales, con inclusión de la mitigación del cambio climático y adaptación a éste, la financiación y la transferencia de tecnología a países en desarrollo.

**28 de junio – 2 de julio.** Los cinco Directores Ejecutivos que se han sucedido en el PNUMA asisten al Foro sobre gobernanza ambiental a nivel internacional que se lleva a cabo en Giron, Suiza, donde 80 participantes de 26 países debaten acerca del pasado, el presente y el futuro del PNUMA, sus funciones clave en materia de gobernanza ambiental internacional y opciones de reformas.



CRÉDITO: GLOBAL ENVIRONMENTAL GOVERNANCE PROJECT

## JULIO

**8-10 de julio.** La Declaración conjunta sobre la seguridad alimentaria mundial emitida por la Cumbre del G8 en L'Aquila, Italia, sostiene que se deberían combinar acciones eficaces en materia de seguridad alimentaria con medidas de adaptación y mitigación relativas al cambio climático y la gestión sostenible del agua, la tierra, el suelo y otros recursos naturales, entre ellos, la protección de la diversidad biológica.

## AGOSTO

**31 de agosto – 4 de septiembre.** En la Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima en Ginebra, responsables de políticas de alto nivel de más de 150 países establecen un Marco Mundial para los Servicios Climáticos con el fin de reforzar la producción, la disponibilidad, la entrega y la aplicación de predicciones y servicios climáticos basados en conocimientos científicos.

## SEPTIEMBRE

**24-25 de septiembre.** Los líderes políticos de las principales 20 economías del mundo se reúnen en la Cumbre del G20 en Pittsburgh y se comprometen a eliminar los subsidios a combustibles fósiles en el mediano plazo y, a su vez, a brindar asistencia a los más pobres.



CRÉDITO: SAMANTHA APRILETON

**21 de septiembre – 2 de octubre.** Los delegados de la Novena Conferencia de las Partes de la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (UNCCD) instan a fortalecer la efectividad y la eficacia de los mecanismos de coordinación regionales para facilitar la implementación de la Convención.

## OCTUBRE

**5-9 de octubre.** La mayoría de los participantes de la Segunda Reunión especial intergubernamental y de interesados múltiples sobre la plataforma intergubernamental político-científica sobre diversidad biológica y servicios de los ecosistemas (IPBES) respalda un nuevo mecanismo para llevar a cabo evaluaciones, y generar y difundir asesoramiento en materia de políticas.

**7-9 de octubre.** Más de 2 000 participantes de 73 países viajan a León, México, al Foro Global de Energías Renovables organizado para fortalecer la cooperación interregional y fomentar alianzas innovadoras entre interesados múltiples a fin de aumentar progresivamente el uso de energía renovable en América Latina y en otras partes del mundo.

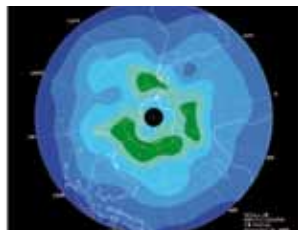
**26-29 de octubre.** El Grupo Consultivo de Ministros o Representantes de Alto Nivel sobre Gobernanza Ambiental a Nivel Internacional (GAI) debate sus objetivos y funciones en el contexto del sistema de Naciones Unidas. Los participantes ministeriales consideran una reforma institucional más amplia y progresiva: la reforma de la GAI debería encuadrarse en el contexto más amplio de la sostenibilidad y el desarrollo sostenible.

**26-29 de octubre.** Los delegados de la Trigésimo primera Sesión del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) convienen el alcance, los tiempos y las reseñas de los capítulos del Quinto Informe de Evaluación (IE-5) que se ha de concluir entre 2013 y 2014. Se decide que las evaluaciones regionales serán centrales para el IE-5 y que el IPCC tendrá como objetivo garantizar la pertinencia del informe en materia de políticas.

**30 de octubre.** En la Sesión Especial del Foro de las Naciones Unidas sobre Bosques se lanzan dos iniciativas para financiar la ordenación forestal sostenible: un proceso intergubernamental para analizar todas las formas de financiación forestal y otro proceso independiente para facilitar la asistencia a los países a fin de que movilicen fondos de diversas fuentes.

## NOVIEMBRE

**4-8 de noviembre.** Se toman 30 decisiones en la Vigésimo primera Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal. Resulta infructuosa una propuesta para enmendar el Protocolo a los efectos de incluir hidrofluorocarbonos (HFC), algunos de los cuales tienen un alto potencial de calentamiento global.



CRÉDITO: NOAA

**2-6 de noviembre.** La Conferencia de Cambio Climático de Barcelona termina 30 días antes del inicio de la COP-15 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en Copenhague. Los ojos del mundo están puestos en los encargados de las negociaciones sobre el cambio climático, pero se minimizan cada vez más las expectativas.

## DICIEMBRE

**7-18 de diciembre.** Los países que asisten a la Conferencia sobre Cambio Climático en Copenhague convienen "tomar nota" del Acuerdo de Copenhague. Por primera vez en la historia de la cooperación sobre cambio climático, los países en desarrollo (entre ellos, Brasil, China, Indonesia, México y Sudáfrica) esbozan sus intenciones de desacoplar las emisiones del crecimiento económico.



CRÉDITO: RUSSEY

Fuentes: Sírvase remitirse a la base de datos en el sitio: [www.unep.org/yearbook/2010](http://www.unep.org/yearbook/2010)



# Calendario de acontecimientos venideros en 2010

## ENERO

**6-7 de enero.** Los participantes de la Segunda Reunión de Curitiba sobre Ciudades y Diversidad Biológica redactarán el Plan de Acción sobre Diversidad Biológica Urbana del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y prepararán la Cumbre de Diversidad Biológica 2010. Dicha reunión estará precedida por las festividades correspondientes a la inauguración del Año Internacional de la Diversidad Biológica.

**20-23 de enero.** Celebración de la Octava Asamblea General Mundial de la Red Internacional de Organismos de Cuenca en Dakar, Senegal. Su lema es "Adaptar a las consecuencias del cambio climático en las cuencas: herramientas para actuar."

## FEBRERO

**8-12 de febrero.** Los participantes de la Segunda Reunión del Grupo de Amigos de los Copresidentes con respecto a la Responsabilidad y la Compensación en el contexto del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología continuarán negociando las reglas de responsabilidad y compensación por los daños causados por movimientos transfronterizos de organismos vivos modificados.



CREDITO: SIMONED. MCCOURTIE/ WORLD BANK

**22-24 de febrero.** Se llevará a cabo la Primera Reunión Extraordinaria de la Conferencia de las Partes de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo en coordinación con la Sesión Especial del Consejo de Administración/Foro Ambiental Mundial a Nivel Ministerial del PNUMA. Hay respaldo político de alto nivel para aumentar la cooperación y coordinación entre las tres convenciones de sustancias químicas y desechos.

**24-26 de febrero.** La Undécima Sesión Especial del Consejo de Administración/ Foro Ambiental Mundial a Nivel Ministerial del PNUMA se reunirá en Bali a fin de considerar las recomendaciones del Grupo Consultivo de Ministros o Representantes de Alto Nivel sobre Gobernanza Ambiental a Nivel Internacional. La economía verde, la diversidad biológica y los ecosistemas también están incluidos en el programa.

## MARZO

**13-25 de marzo.** Toma de decisiones en la Décimo quinta Conferencia de las Partes de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) para tratar las especies más visibles, entre ellas el elefante africano, el tigre y el oso polar. Hay otras propuestas respecto de los controles al comercio de corales y tiburones.

**22 de marzo.** El tema central del Día Mundial del Agua, que se celebrará el 22 de marzo, será la comunicación de los desafíos y oportunidades en materia de calidad del agua. Este evento pretende elevar el perfil de la calidad del agua a nivel político como para que reciba la misma atención que su cantidad.



CREDITO: DOMINIC SANCHEZ/WORLD BANK

## ABRIL

**21-23 de abril.** Empresas, gobiernos, ONG y líderes mediáticos se reunirán en la Cumbre Empresarial Mundial por el Medio Ambiente (B4E) que se ha de desarrollar en Seúl, República de Corea. Se trata de un evento anual co-organizado por el PNUMA, el Pacto Mundial de la ONU y WWF, que promueve el diálogo y la acción impulsada por las empresas en pos de una economía verde a nivel global.

## MAYO

**3-14 de mayo.** La Decimotercera Sesión de la Comisión de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible debatirá acerca de los patrones de producción y consumo sostenibles (PCS) haciendo hincapié en el Proceso de Marrakech, actividad mundial que respalda la elaboración de un marco de programas de diez años sobre PCS.

**10-21 de mayo.** Se celebrará el Año Internacional de la Diversidad Biológica en la Décimo cuarta Reunión del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (OSACTT) del CDB. Se tratarán cuestiones científicas y técnicas relativas al Objetivo 2010 para la Diversidad Biológica.



CREDITO: WWW.CBD.INT



CREDITO: BILLBUCHUNG

**24-28 de mayo.** La Cuarta Asamblea del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) se reunirá en Punta del Este, Uruguay, poco antes de que comience el período de reposición del FMAM-5 el 1° de julio.

**31 de mayo - 11 de junio.** Fechas designadas como primer período de sesiones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC).



CREDITO: ERIC VALENTIN

## JUNIO

**5 de junio.** Día Mundial del Medio Ambiente. El objetivo de este acontecimiento anual reside en estimular la conciencia mundial sobre el medio ambiente y aumentar la atención y la acción política.

**7-11 de junio.** En Estocolmo, tendrá lugar la Primera Sesión del Comité Intergubernamental de Negociación encargado de elaborar un instrumento jurídicamente vinculante a nivel mundial sobre el mercurio. Este será el primero de cinco comités intergubernamentales de negociación que se reunirán para redactar un documento jurídicamente vinculante sobre el mercurio.

**26-27 de junio.** Se reunirá la Cumbre del G20 en Canadá marcando una transición desde las Cumbres del G8. Brasil, China, India y la República de Corea, entre otros países, tendrán un asiento permanente junto a los miembros del G8.

## AGOSTO

**30 de agosto - 3 de septiembre.** Taller sobre gobernanza y descentralización forestal, reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal (REDD) en América Latina.



CREDITO: ERIC VALENTIN

## OCTUBRE

**11-15 de octubre.** Los delegados de la Quinta Reunión de la Conferencia de las Partes, en calidad de Reunión de las Partes en el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (COP-MOP 5) en Nagoya, Japón, considerarán el resultado de las negociaciones del Grupo de Trabajo de Composición Abierta de Expertos Jurídicos y Técnicos sobre Responsabilidad y Compensación.

**18-29 de octubre.** La histórica Décima Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas examinará el progreso en pos del Objetivo 2010 para la Diversidad Biológica, que consiste en reducir significativamente el ritmo de pérdida de la diversidad biológica y considerará el régimen internacional de acceso y participación en los beneficios.



CREDITO: MARTON BAINTUNE

**25-29 de octubre.** Vigésimo segunda Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal en Nairobi, Kenia (fecha a confirmar).

## NOVIEMBRE

**29 de noviembre - 10 de diciembre.** Se llevará a cabo la Décimo sexta Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 16) en México junto con la sexta Reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto (RP-6) (fecha a confirmar).



CREDITO: BARBARA KESSLER

## DICIEMBRE

**11-12 de diciembre.** Se lanzará el Año Internacional de los Bosques en Kanazawa, Japón. En colaboración con gobiernos y otros socios, el Foro de las Naciones Unidas sobre Bosques será el centro de coordinación del Año Internacional de los Bosques 2011 de la ONU.



CREDITO: YUKO YONEDA

## REFERENCIAS

- ACP-EU JPA (2009). Resolution on global governance and the reform of international institutions, adopted at the 18th Session of the African Caribbean and Pacific-European Union Joint Parliamentary Assembly (JPA), Luanda, Angola, 25 November-3 December 2009
- ADAM (Adaptation and Mitigation Strategies) (2009). *Mainstreaming Climate Change Adaptation in Official Development Assistance: Issues and Early Experiences. Final Report*. Stockholm Environment Institute, Stockholm
- Adger, W.N. and Jordan, A. (eds.) (2009). *Governing Sustainability*. Cambridge University Press, UK
- Andonova, L.B., Betsill, M.M. and Bulkeley, H. (2009). Transnational Climate Governance. *Global Environmental Politics*, 9(2), 52-73
- Ansell, C.K. and Balsiger, J. (2009). The Circuits of Regulation: Transatlantic Perspectives on Persistent Organic Pollutants and Endocrine Disrupting Chemicals. In: J. Swinnen, D. Vogel, A. Marx, H. Riss and J. Wouters (eds.), *Handling Global Challenges: Managing Biosafety and Biodiversity in a Global World - EU, US, California and Comparative Perspectives*. Leuven Centre for Global Governance Studies, Leuven, Belgium
- Balkler, M.H.N. (2009). Transboundary river floods: examining countries, international river basins and continents. *Water Policy*, 11, 269-288
- Baldwin, R. (2008). Regulation lite: the rise of emissions trading. *Regulation and Governance*, 2, 193-215
- Balsiger, J. and VanDeveer, S.D. (in press). Regional Governance and Environmental Problems. In: R.A. Denemark (ed.), *The International Studies Compendium*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK
- Barbier, E.B. (2010, in press). *A Global Green New Deal. Rethinking the Economic Recovery*.
- Bartle, I. (2009). A strategy for better climate change regulation: towards a public interest orientated regulatory regime. *Environmental Politics*, 18(5), 689-706
- Beck, U. (2008). *World At Risk*. Polity Press, Cambridge, UK
- Bernauer, T. and Siegfried, T. (2008). Compliance and Performance in International Water Agreements: The Case of the Naryn/Syr Darya Basin. *Global Governance*, 14, 479-501
- Biermann, F. (2000). The Case for a World Environment Organization. *Environment*, 42, 22-31
- Biermann, F. and Bauer, S. (eds.) (2005). *A World Environmental Organization: Solution or Threat for Effective International Environmental Governance?* Ashgate Publishing, Aldershot, UK
- Biermann, F., Davies, O. and Grijs, N.M. van der (2009a). Environmental policy integration and the architecture of global environmental governance. *International Environmental Agreements*, 9, 351-369
- Biermann, F., Pattberg, P., van Asselt, H. and Zelli, F. (2009b). The fragmentation of global governance architectures: A framework for analysis. *Global Environmental Politics*, 9(4), 14-40
- Bled, A.J. (2009). Business to the rescue: private sector actors and global environmental regimes' legitimacy. *International Environmental Agreements*, 9, 153-171
- Capoor, K. and Ambrosi, P. (2008). *State and Trends of the Carbon Market 2008*. The World Bank, Washington, D.C.
- Chan, S. and Pattberg, P. (2008). Private Rule-Making and the Politics of Accountability: Analyzing Global Forest Governance. *Global Environmental Politics*, 8(3), 109-121
- Charnovitz, S. (2002). A World Environment Organization. *Columbia Journal of Environmental Law*, 27(2), 323-362
- Commonwealth Secretariat (2008). *Reform of International Environmental Governance: An Agenda for the Commonwealth*. Commonwealth Heads of Government Meeting on Reform of International Institutions, London, 9-10 June 2008. HGM-RI(08)2. Commonwealth Secretariat, London
- CBD (Convention on Biological Diversity) (2009a). Liaison Group of Biodiversity-related Conventions. <http://www.cbd.int/cooperation/related-conventions/blg.shtml>
- CBD (2009b). "Statement on Biological Diversity to UN General Assembly Second Committee" by the Executive Secretary Ahmed Djogfai. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- CSD (Commission on Sustainable Development) (2009a). Report on the seventeenth session. E/2009/29 E/CN.17/2009/19 (16 May 2008 and 4-15 May 2009). <http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N09/355/72/PDF/N0935572.pdf?OpenElement>
- CSD (2009b). Partnerships for Sustainable Development - CSD Partnerships Database. <http://webapps01.un.org/dsd/partnerships/public/welcome.do>
- Dietz, T., Ostrom, E. and Stern, P.C. (2003). The Struggle to Govern the Commons. *Science*, 302(5652), 1907-1912
- Dinar, S. (2009). Scarcity and Cooperation Along International Rivers. *Global Environmental Politics*, 9(1), 109-135
- Dombrowsky, I. (2008). Integration in the Management of International Waters: Economic Perspectives on a Global Policy Discourse. *Global Governance*, 14, 455-477
- ECOSOC (UN Economic and Social Council) (2006). Definition of basic concepts and terminologies in governance and public administration. Note by the Secretariat. Committee of Experts on Public Administration, Fifth Session, New York, 27-31 March 2006. E/C.16/2006/4. United Nations, New York
- EEA (European Environment Agency) (2009). *Regional climate change and adaptation. The Alps facing the challenge of changing water resources. EEA Technical Report No. 9/2009*. EEA, Copenhagen
- Esty, D.C. (1994). The case for a global environmental organization. In: P.B. Kenen (ed.), *Managing the world economy: Fifty years after Bretton Woods*. Institute for International Economics, Washington, D.C.
- Esty, D.C. (2003). Toward a Global Environmental Mechanism. In: J.G. Speth (ed.), *Worlds Apart: Globalization and the Environment*. Island Press, Washington, D.C.
- Flåm, K.H. (2009). Restricting the import of 'emission credits' in the EU: a power struggle between states and institutions. *International Environmental Agreements*, 9, 23-38
- Frost & Sullivan (2009). *Asset Management - European Emissions Trading Market*. Frost & Sullivan, London
- Galaz, V., Olsson, P., Hahn, R., Folke, C. and Svedin, U. (2008). The Problem of Fit among Biophysical Systems, Environmental and Resource Regimes, and Broader Governance Systems: Insights and Emerging Challenges. In: O.R. Young, L.A. King, and H. Schroeder (eds.), *Institutions and Environmental Change*. MIT Press, Cambridge, USA
- GEOP (Global Environmental Governance Project) (2009). *Global Environmental Governance in the 21st Century: Way Ahead Wide Open*. Report from the Global Environmental Governance Forum: Reflecting on the Past, Moving into the Future, Gion, Switzerland 28 June-2 July 2009
- Giddens, A. (2009). *The Politics of Climate Change*. Polity Press, Cambridge, UK
- Gilbert, N. (2009). Efforts to sustain biodiversity fall short. *Nature*, 462, 263
- Guesnerie, R. and Tulkens, H. (eds.), *The Design of Climate Policy*. MIT Press, Cambridge, USA
- Hepburn, C. (2007). Carbon Trading: A Review of the Kyoto Mechanisms. *Annual Review of Environment and Resources*, 32, 375-93
- Howi, J., Sprinz, D.F. and Underdal, A. (2009). Implementing Long-Term Climate Policy: Time Inconsistency, Domestic Politics, International Anarchy. *Global Environmental Politics*, 9(1), 20-39
- ISD (International Institute for Sustainable Development) (2009a). Summary of Ninth Conference of the Parties to the UN Convention to Combat Desertification: 21 September-2 October 2009. *Earth Negotiations Bulletin*, 4(221), 5 October 2009
- ISD (2009b). Summary of the 21st Meeting of the Parties to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone layer: 4-8 November 2009. *Earth Negotiations Bulletin*, 19(73), 11 November 2009
- ISD (2009c). Summary of the 31st Session of the Intergovernmental Panel on Climate Change: 26-29 October 2009. *Earth Negotiations Bulletin*, 12(441), 1 November 2009
- ISD (2009d). Recent MEA Activities. *MEA Bulletin* 68, 23 April 2009
- Ivanova, M. and Roy, J. (2007). The Architecture of Global Environmental Governance: Pros and Cons of Multiplicity. <http://www.centerforreform.org/node/251>
- Jacob, K., Volker, A. and Lenschow, A. (2008). Instruments for environmental policy integration in 30 OECD countries. In: A. Jordan and A. Lenschow (eds.), *Innovation in Environmental Policy? - Integrating the Environment for Sustainability*. Edward Elgar, Cheltenham, UK
- JIU (Joint Inspection Unit) (2008). *Management Review of Environment Governance Within the United Nations System*. Prepared by Tadanori Inomata. United Nations, Geneva
- Lövbrand, E., Rindeljäli, T. and Nordqvist, J. (2009). Closing the Legitimacy Gap in Global Environmental Governance? Lessons from the Emerging CDM Market. *Global Environmental Politics*, 9(2), 74-100
- McAlpine, J. (2009). Statement to the Workshop on Regional Forest Cooperation, Buenos Aires, 17 October 2009
- McGee, J. and Taplin, R. (2009). The role of the Asia Pacific Partnership in discursive contestation of the international climate regime. *International Environmental Agreements*, 9, 213-238
- Merkel and Sarkozy (2009). Letter by Angela Merkel, Bundeskanzlerin der Bundesrepublik Deutschland, and Nicolas Sarkozy, Président de la République Française, to H.E. Ban Ki-Moon, Secretary-General of the United Nations, dated 21 September 2009
- Mickwitz, P., Aix, F., Beck, S., Carss, D., Ferrand, N., Görg, C., Jensen, A., Kvimaa, P., Kuhllicke, C., Kuindersma, W., Mañiez, M., Melanen, M., Monni, S., Pedersen, A.B., Reinert, H. and van Bommel, S. (2009). *Climate Policy Integration, Coherence and Governance*. PEER Report No 2. Partnership for European Environmental Research, Helsinki
- Mitchell, R.B. (2009). *International Environmental Agreements Database Project (Version 2009.1)*. <http://iea.uoregon.edu/>
- Newell, P. (2008). Civil Society, Corporate Accountability and the Politics of Climate Change. *Global Environmental Politics*, 8(3), 122-153
- Oberthür, S. (2009). Interplay management: enhancing environmental policy integration among international institutions. *International Environmental Agreements*, 9(4), 371-391
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2009a). *Shared Responsibility for the Environment: Brief Overview of Progress in Environmental Policy Integration in Central Asia*. Briefing Note. OECD, Paris
- OECD (2009b). *Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation: Policy Guidance*. OECD, Paris
- O'Neill, K. (2009). *The Environment and International Relations*. Cambridge University Press, UK
- Ostrom, E. (2009). *A Polycentric Approach for Coping with Climate Change*. Policy Research Working Paper 5095. World Bank, Washington, D.C.
- Pattberg, P. and Stripple, J. (2008). Beyond the public and private divide: remapping transnational climate governance in the 21st century. *International Environmental Agreements*, 8, 367-388
- Paulsson, E. (2009). A review of the CDM literature: from fine-tuning to critical scrutiny? *International Environmental Agreements*, 9, 63-80
- Persson, A. (2009). Environmental policy integration and bilateral development assistance: challenges and opportunities with an evolving governance framework. *Ecopapers*, 9(4), 409-429
- Purnama, B.M. (2009). Opening remarks. United Nations Forum on Forests, 8th Session, New York, 20 April-1 May 2009. United Nations, New York
- Ruggie, J.G. (2004). Reconstituting the Global Public Domain: Issues, Actors and Practices. *European Journal of International Relations*, 10(4), 499-531
- Runge, C.F. (2001). A Global Environmental Organization (GEO) and the World Trading System. *Journal of World Trade*, 35(4), 399-426
- Sarkozy, N. (2009). Seventeenth Ambassadors Conference: Speech by Nicolas Sarkozy, President of the Republic, Paris
- Schäferhoff, M., Campe, S. and Kaan, C. (2009). Transnational Public-Private Partnerships in International Relations: Making Sense of Concepts, Research Frameworks, and Results. *International Studies Review*, 11(3), 451-474
- Schneider, L. (2009). A Clean Development Mechanism with global atmospheric benefits for a post-2012 climate regime. *International Environmental Agreements*, 9, 95-111
- Sherman, K. and Hempel, G. (eds.) (2009). *The UNEP Large Marine Ecosystem Report: A perspective on changing conditions in LMEs of the world's Regional Seas. UNEP Regional Seas. Report and Studies No. 182*. UNEP, Nairobi
- Skjærseth, J.B. and Wettestad, J. (2009). The Origin, Evolution and Consequences of the EU Emissions Trading System. *Global Environmental Politics*, 9(2), 101-122
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change. The Stern Review*. Cambridge University Press, UK
- Treib, O., Bahr, H. and Falkner, G. (2007). Modes of governance: towards a conceptual clarification. *Journal of European Public Policy*, 14(1), 1-20
- UN (2007). *Chief Executives Board for Coordination. Report of the Second Regular Session of 2007, New York, 26 October 2007. CEB/2007/2*. United Nations, New York
- UN (2008). *Partnerships for sustainable development. Report of the Secretary-General to the Commission on Sustainable Development, Sixteenth session, 5-16 May 2008. E/CN.17/2008/10*. United Nations, New York
- UN (2009). *Millennium Development Goals Progress Report 2009*. United Nations, New York
- UNCCD (2009). Report of the Conference of the Parties to its ninth session, held in Buenos Aires from 21 September to 2 October 2009. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its ninth session. UNCCD, Bonn. <http://www.unccd.int/cop/officialdocs/cop9/pdf/18add1eng.pdf>
- UNECE (2009). *Kiev Protocol on Pollutant Release and Transfer Registers*. <http://www.unecce.org/env/pp/prtr.htm>
- UNEPA (2009a). Twenty-fifth session of the Governing Council/Global Ministerial Environment Forum of UNEP. Ministerial consultations. President's summary. UNEP, Nairobi
- UNEPA (2009b). Letter from the co-chairs of the informal process of the General Assembly on the strengthening of international environmental governance. UNEP/GC.25/INF/35. UNEP, Nairobi
- UNEPA (2009c). Proceedings of the Governing Council/Global Ministerial Environment Forum at its twenty-fifth session. UNEP/GC.25/17. UNEP, Nairobi
- UNEPA (2009d). Belgrade Process. Moving Forward with Developing a Set of Options on International Environmental Governance. Co-Chairs Summary. First meeting of the Consultative Group of Ministers or High-level Representatives on International Environmental Governance, Belgrade, 27-28 June 2009. UNEP, Nairobi. <http://www.unep.org/environmental/governance/LinkClick.aspx?fileticket=7RzudGTFKR%3D&tabid=341&language=en-US>
- UNEPA (2009e). *Global Green New Deal. Policy Brief*. UNEP, Nairobi
- UNEPA (2009f). *International environmental governance: help or hindrance? - international environmental governance from a country perspective*. Background paper for the ministerial consultations. Discussion paper presented by the Executive Director. Addendum. International environmental governance and United Nations reform. UNEP/GC.25/16/Add.1. UNEP, Nairobi
- UNEPA (2009g). Report of the second meeting of the advisory committee on the simultaneous extraordinary meetings of the conferences of the Parties to the Basel, Rotterdam and Stockholm conventions. UNEP/FAO/AdComm.2/1. UNEP/FAO, Bangkok
- UNEPA (2009h). Catalyzing low-carbon growth in developing countries. Public finance mechanisms to scale up private sector investment in climate solutions. UNEP, Geneva
- UNEPA POPs (2009). *Report of the Conference of the Parties of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants on the work of its fourth meeting*. UNEP/POPs/COP.4/38. UNEP, Geneva
- UNESCO (2009). *MWRM Guidelines at River Basin Level. Part I: Principles*. UNESCO, Paris
- UNGA (2005). *2005 World Summit Outcome. A/60/L.1*. United Nations General Assembly, New York. <http://www.who.int/hiv/universallaccess2010/worldsummit.pdf>
- UNGA (2007). Informal Consultative Process on the Institutional Framework for the United Nations' Environmental Activities: Co-Chairs' Options Paper. United Nations General Assembly, New York. <http://www.un.org/ga/president/61/follow-up/environment/EG-OptionsPaper.pdf>
- UNGA (2008). *Implementation of Agenda 21, the Programme for the Further Implementation of Agenda 21 and the outcomes of the World Summit on Sustainable Development*. Resolution 63/212 adopted by the General Assembly at its Sixty-third session. A/RES/63/212. United Nations, New York
- Van Schalkwyk, M. (2009). Keynote address by Marthinus van Schalkwyk, South African Minister of Environmental Affairs and Tourism, at the plenary Ministerial consultations on "International environmental governance: help or hindrance?" held during the UNEP Global Ministerial Environment Forum in Nairobi on 19 February 2009. UNEP, Nairobi
- Vera, I. (2009). *Climate Change and Technology Transfer: The Need for a Regional Perspective*. UN-DESA Policy Brief No. 18. United Nations, New York
- Von Moltke, K. (2001). *On Clustering International Environmental Agreements*. International Institute for Sustainable Development, Winnipeg, Canada
- Vormedal, I. (2008). The Influence of Business and Industry NGOs in the Negotiation of the Kyoto Mechanisms: the Case of Carbon Capture and Storage in the CDM. *Global Environmental Politics*, 8(4), 36-65
- Walker, B., Barrett, S., Polasky, S., Galaz, V., Folke, C., Engström, E., Ackerman, F., Arrow, K., Carpenter, S., Chopra, K., Dally, G., Ehrlich, P., Hughes, T., Kautsky, N., Levin, S., Mäler, K.-G., Shogren, J., Vincent, J., Xepapadeas, T. and de Zeeuw, A. (2009). Looming Global-Scale Failures and Missing Institutions. *Science*, 325(5946), 1345-1346
- Wolf, A.T., Natharius, J.A., Danielson, J.J., Ward, B.S. and Pender, J.K. (1999). International River Basins of the World. *International Journal of Water Resources Development*, 15(4), 387-427
- WWAP (World Water Assessment Programme) (2009). *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*. UNESCO, Paris, and Earthscan, London
- Zukang, S. (2009) Statement. 5th World Water Forum, Istanbul



# Gestión de los ecosistemas

Algunos ecosistemas ya han alcanzado umbrales críticos, empujados por las crecientes presiones ejercidas por la población humana, la explotación de los recursos, la contaminación y el cambio climático. Otros ecosistemas están acercándose poco a poco al umbral desde el cual resultaría difícil, si no imposible, retornar a condiciones estables.



Muchos ecosistemas naturales han sido convertidos para otros usos, tales como tierras agrícolas. Trabajadores agrícolas en China.

Crédito: Rob Broek

## INTRODUCCIN

La recuperación de un ecosistema dañado es una tarea difícil y compleja sobre la cual aún tenemos mucho que aprender (Jackson y Hobbs 2009, Scheffer y otros 2009). Se está emprendiendo la tarea de definir los “límites planetarios” con el objetivo de precisar un “espacio operativo seguro” para la humanidad en relación con los sistemas de la Tierra. Estos límites están asociados con los subsistemas o procesos biofísicos del planeta (**Figura 1**). Se cree que la pérdida de la diversidad biológica es un límite que ya se ha atravesado. Se estima que en la actualidad se pierden cien especies por millón al año (Rockström y otros 2009a, Rockström y otros 2009b).

Los otros límites que ya se habrían cruzado son el cambio climático y la interferencia en el ciclo del nitrógeno. Es difícil determinar el límite planetario correspondiente a la alteración del ciclo del nitrógeno, pero los científicos han propuesto uno sobre la base de la cantidad total de nitrógeno retirado de la atmósfera para uso humano. Si el promedio aceptable de fijación de nitrógeno por actividades humanas es de 35 millones de toneladas al año, como se ha anticipado provisionalmente, la cantidad que se convierte hoy, estimada en 120 millones por año, es más de tres veces mayor. La fijación de nitrógeno resulta en gran parte de la producción de fertilizantes, y también, en menor medida, de los cultivos de leguminosas, como la soja.

El nitrógeno reactivo, que se libera de manera involuntaria en el medio ambiente, contamina los cursos de agua y las zonas costeras, se acumula en los sistemas terrestres, descarga varios gases a la atmósfera y, eventualmente, debilita la capacidad de recuperación de subsistemas fundamentales de la Tierra (véase el capítulo Sustancias nocivas y desechos peligrosos). Los científicos advierten que pronto “podríamos estar acercándonos, a nivel mundial, a los límites en el uso de agua dulce, en los cambios de uso del suelo, en la acidificación de los océanos y en la interferencia en el ciclo del fósforo” (Rockström y otros 2009a, Rockström y otros 2009b).

El aumento de las temperaturas, la disminución del suministro de agua dulce, el deterioro de las condiciones agrícolas y el crecimiento del nivel del mar son una amenaza cada vez mayor para la provisión mundial de alimentos (Battisti y Naylor 2009, FAO 2009a, FAO 2009b). Para el año 2050, Asia Oriental necesitará un 70 por ciento más de agua para riego que en la actualidad a fin de alimentar a su creciente población, mientras que Asia Meridional necesitará un 57 por ciento más (FAO 2009a, Mukherji y otros 2009).

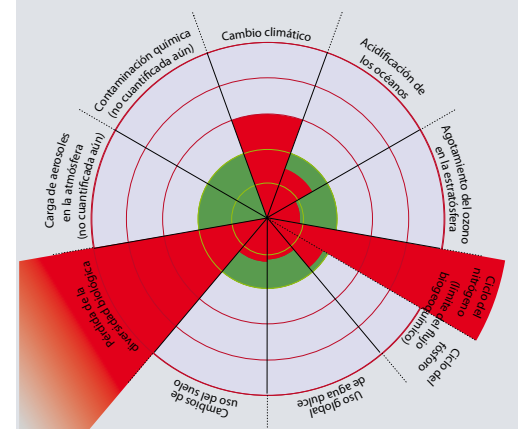
Para el año 2025, se calcula que 3,4 mil millones de personas vivirán en países clasificados como países con escasez de agua (Calzolaio 2009).

## Figura 1: Límites planetarios

En 2009, un equipo de investigadores sugirió que se debería considerar un espacio o límite operativo seguro para las actividades humanas, con el objetivo de sostener la integridad del funcionamiento de los sistemas naturales del planeta. En ese sentido, propusieron nueve componentes de los sistemas de la Tierra que muestran signos de cambio en el medio ambiente mundial generados por las actividades humanas. Como se ilustra más adelante, dichos componentes son: el cambio climático, la alteración del ciclo biogeoquímico, la pérdida de la diversidad biológica, el agotamiento de la capa de ozono en la estratosfera, la acidificación de los océanos, el consumo de agua dulce, los cambios de uso del suelo, la carga de aerosoles en la atmósfera y la contaminación química. Las partes en verde representan el espacio operativo seguro propuesto para los nueve sistemas planetarios. Las porciones en rojo representan la posición actual estimada para cada variable. Ya se han cruzado los límites correspondientes al cambio climático, la pérdida de la diversidad biológica y la interferencia en el ciclo del nitrógeno.

La interdependencia entre estos componentes es extremadamente compleja. Por ejemplo, el aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera puede producir la acidificación de los océanos y aumentar el forzamiento radiativo. A su vez, el forzamiento radiativo, contribuye al desplazamiento de las zonas climáticas, lo cual puede agravar los cambios de uso del suelo y aumentar el consumo de agua dulce. Los desplazamientos de las zonas climáticas, la acidificación de los océanos, las alteraciones de los ciclos del nitrógeno y del fósforo, y la contaminación química pueden favorecer la pérdida de la diversidad biológica.

Fuente: Rockström y otros (2009a)



La salud de los suelos y su capacidad para procesar carbono, nutrientes, desechos, toxinas y agua son factores importantes que permiten que la Tierra minimice los efectos adversos para el medio ambiente. Resultaría imposible cubrir las demandas nutricionales del planeta sin una reforma seria de las prácticas agrícolas, del uso del suelo y de la gestión de los ecosistemas (FAO 2009b, Montgomery 2008, Montgomery 2007).

La crisis económica y financiera de 2008-2009 ya ha llevado a otros 90 millones de personas a caer en la extrema pobreza (UN 2009). Sin embargo, la desaceleración de la economía mundial podría ofrecer oportunidades para detener las prácticas destructivas, controlar el uso de la energía, procurar nuevas fuentes de energía, comenzar a crear trabajos “verdes”, y para concentrarse en desarrollar caminos sostenibles para el crecimiento y enfoques novedosos para la restauración de los ecosistemas (Levin 2009, UK 2009, Stern 2007).

### La prdi da de la diversidad biolgi ca

El Índice de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) es la fuente más completa de información sobre el estado de conservación de las especies de animales y plantas, y se basa en un sistema objetivo de evaluación del riesgo de extinción de las especies, de no tomarse medidas para su conservación. La Lista Roja no sólo identifica las especies y les asigna la correspondiente categoría de amenaza (en grave peligro de extinción, en peligro de extinción o vulnerable), sino que también ofrece una rica fuente de información sobre la naturaleza de las amenazas, los requisitos ecológicos, la distribución de las especies y las acciones de conservación que podrían evitar o reducir el riesgo de extinción (Walpole y otros 2009).

Según la última Lista Roja, están amenazadas 17 291 especies de un total de 47 677 especies evaluadas: 21 por ciento de todos los mamíferos conocidos, 30 por ciento de todos los anfibios conocidos, 12 por ciento de todas las aves conocidas, 28 por ciento de los reptiles, 37 por ciento de los peces de agua dulce, 70 por ciento de las plantas y 35 por ciento de los invertebrados (IUCN 2009).

La diversidad biológica es la base de la salud de los ecosistemas y del suministro de los servicios de los ecosistemas (Mooney y Mace 2009). Es también un factor fundamental en la gestión de dichos ecosistemas en lo que concierne a su capacidad de recuperación, es decir, su habilidad de absorber las perturbaciones y recuperarse de ellas. La Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica instó a

una reducción considerable de las tasas de pérdida de diversidad biológica para el año 2010, pero es probable que esa meta no sea alcanzada (Diversitas 2009, Gilbert 2009). Tampoco se alcanzarán los objetivos aprobados para proteger el diez por ciento de los bosques en todo el mundo, a pesar de que hay acuerdo generalizado sobre el papel esencial de los bosques en la conservación de la diversidad biológica, la mitigación de los cambios climáticos y la adaptación a ellos (Coad y otros 2009). El conjunto de indicadores globales que se utiliza para verificar el progreso en el cumplimiento de los objetivos sobre diversidad biológica para 2010 carece del desarrollo y la financiación necesarios. A fin de mejorar la confiabilidad de los datos, el monitoreo global debe guardar equilibrio con el desarrollo de capacidad a nivel nacional. En 2010, la Conferencia de las Partes examinará el progreso realizado en los objetivos fijados para ese mismo año. Se espera que logre un acuerdo con respecto a un nuevo conjunto de objetivos y a la revisión del marco de los indicadores (Walpole y otros 2009).

### DEGRADACI N DE LOS ECOSISTEMAS

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) se realizó entre 2001 y 2005 con el propósito de evaluar los cambios de los ecosistemas. Analizó las opciones disponibles para mejorar la conservación y el uso sustentable de los ecosistemas y se centró en las relaciones entre estos y el bienestar humano. En especial, examinó los “servicios de los ecosistemas” (los beneficios que nos brindan). La EM tuvo en cuenta a los generadores directos e indirectos de los cambios referidos a los ecosistemas y a sus servicios, a la condición actual de esos servicios y a los efectos para el bienestar humano de los cambios en los servicios de los ecosistemas (MA 2009).

Los cambios en la diversidad biológica producidos por las actividades humanas han sido más rápidos en los últimos 50 años que en cualquier otro período de la historia humana. Están aumentando en intensidad muchos de los generadores que producen la pérdida de diversidad biológica y cambios en los servicios de los ecosistemas. La extensión de las zonas muertas en los océanos se ha duplicado cada diez años desde la década de los años sesenta. Actualmente, existen 400 zonas costeras con agotamiento de oxígeno periódico o constante, debido a escorrentías que contienen fertilizantes, a la descarga cloacal y al uso de los combustibles fósiles (Díaz y Rosenberg 2008).

La magnitud e importancia de las transformaciones de los ecosistemas han llevado a pensar que la humanidad ha

entrado en una nueva era geológica posterior a los 10 000 años del Holoceno. Se ha sugerido que la Revolución Industrial dio inicio al “Antropoceno”, era geológica en la cual la actividad humana es el principal generador de cambio ambiental. Algunos científicos podrían sostener que el desafío actual es encontrar la forma de mantener el medio ambiente en el estado más conveniente del Holoceno (IGIP 2009, Rockström y otros 2009a, Zalasiewicz y otros 2008).

### Amenaza a las pesquer as marinas

La sobreexplotación, la contaminación y el aumento de las temperaturas amenazan al 63 por ciento de la población de peces evaluada del mundo (Worm y otros 2009) (**Recuadro 1**).

En 2009, se cerró a la pesca, por tercer año consecutivo, la importante remonta del río del salmón rojo o sockeye en Columbia Británica, Canadá. De los 10 millones de salmones rojos que se esperaban, sólo aparecieron 1,3 millones, con el consiguiente impacto en la economía, y en las personas y animales que dependen de ellos para su alimentación. Algunos expertos culparon al aumento de las temperaturas de los océanos y de los ríos, junto con la menor oferta de alimentos en los océanos abiertos (CBC 2009, Orr 2009).

Los ecosistemas acuáticos pueden recuperarse con éxito luego de sufrir daños. En un estudio de población de peces de dos años de duración, los datos sobre captura se complementaron con otras fuentes de información, entre ellas, las tasas de concentración de población y de explotación en diez ecosistemas, levantamientos de ecosistemas de 20 regiones y modelos de ecosistemas de 30 regiones, con el objetivo de brindar una evaluación precisa y certera del estado de determinadas pesquerías. La población de peces mostró signos de recuperación en cinco de los diez ecosistemas estudiados. Las regiones



Carrera de desove del salmón en el lago Shuswap y el río Adams, Canadá. Crédito: Hank Tweedy

## Recuadro 1: La Evaluación de Evaluaciones del Medio Marino publicada en 2009

La Asamblea General de las Naciones Unidas encomendó al PNUMA y a la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO la dirección conjunta de un proceso de evaluación del establecimiento de un mecanismo ordinario de evaluación del estado del medio marino, con el objetivo de brindar a los responsables de la toma de decisiones información precisa y oportuna en la materia, que abarque, además, aspectos socioeconómicos. La etapa inicial es la "Evaluación de las Evaluaciones" (AoA, por sus siglas en inglés), una síntesis detallada de las acciones a nivel nacional, regional y mundial para evaluar el medio marino y los aspectos socio-económicos relacionados.

El informe de la AoA, lanzado en 2009, establece el marco y las opciones para una evaluación e información coordinada a escala mundial. El informe recomienda algunos productos y actividades posibles de realizar en la primera etapa del ciclo, tales como creación de capacidad, la mejora del conocimiento y los métodos de análisis, el perfeccionamiento de las redes entre los procesos de evaluación existentes, el monitoreo existentes y de los programas internacionales de monitoreo e investigación, y la creación de herramientas y estrategias de comunicación.

Fuente: UNEP IOC-UNESCO (2009)



Las islas de Sundarbans en Bangladesh son parte de uno de los deltas más grandes del mundo, formado por los ríos Ganges, Brahmaputra y Meghna. El bosque de manglares cubre casi 38 000 kilómetros cuadrados. Crédito: [www.sundarbans.org](http://www.sundarbans.org)

en algunos casos, a la conservación de la diversidad biológica (Pritchard 2009, Walters y otros 2008).

Los bosques de manglares, como los arrecifes de coral y las planicies de marea, atenúan la fuerza del oleaje y contribuyen con las defensas costeras en forma mucho más efectiva y económica que las defensas "rígidas". Durante el tsunami de 2004 en Asia, las zonas protegidas por bosques de manglares intactos y por arrecifes de coral se vieron mucho menos afectadas que las zonas que no tenían estas barreras naturales (Pritchard 2009, Wetlands International 2008). En 2009, la atención internacional se concentró en la necesidad de conservar y recuperar los "sumideros de carbono azul" en los océanos, mares y ecosistemas marinos para combatir los cambios climáticos. De toda la captación de carbono en el mundo, más de la mitad es realizada por organismos marinos vivos ("carbono azul") (Nellemann y otros 2009, UNEP 2009).

### MODELOS DE GESTIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

Los encargados de la formulación de políticas deben tener la capacidad de crear e implementar políticas para los sistemas socioecológicos, prever consecuencias y evaluar resultados. Las investigaciones más importantes deberían constituir un puente efectivo entre las distintas disciplinas y crear las áreas de conocimiento necesarias para construir sistemas que puedan recuperarse.

Los ecosistemas que tienen una alta diversidad biológica se recuperan mejor que aquellos que no la tienen. Es necesario que la formulación de la gestión y de las políticas se base en la comprensión de cómo la diversidad biológica aumenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas. En una biosfera conformada por las acciones humanas, la gestión

que mostraron una mejor recuperación fueron Islandia, y las costas de California y de Nueva Inglaterra, en Estados Unidos (Worm y otros 2009). También se observan signos positivos en algunos países en desarrollo. En Kenya y Tanzania, por ejemplo, existe cooperación entre sectores científicos, de la administración y las comunidades locales para limitar la utilización de algunos equipos de pesca y para cerrar determinadas zonas pesqueras (Nyandwi 2009).

Un enfoque prometedor es la combinación de medidas de control tradicional (cuotas de captura, por ejemplo) con la gestión comunal (que incluye cierres de zonas pesqueras, limitación de equipos, zonificación de los océanos e incentivos económicos). El estudio concluyó que la gestión de los ecosistemas puede resultar eficaz cuando la industria pesquera, los científicos y los biólogos de la conservación trabajan en forma conjunta, al compartir información confiable y tender puentes entre las distintas disciplinas (Worm y otros 2009).

La mitad de todos los peces que se consumen en el mundo se produce mediante la acuicultura. Esto no significa necesariamente un alivio a la presión ejercida en las especies silvestres, ya que gran parte de la alimentación con la que se abastecen los criaderos proviene de esas especies. Se necesitan hasta cinco kilogramos de peces silvestres para obtener un kilogramo de salmón de acuicultura (Dewailly y Rouja 2009, Naylor y otros 2009). La expansión de la piscicultura en las zonas costeras ha contribuido a la pérdida de más del 50 por ciento de los bosques de manglares que existían a principios del siglo XX. La cría de camarones es responsable de casi un tercio de esa pérdida (Bosire y otros 2008).

### Zonas costeras

Casi la mitad de las mayores ciudades del mundo están ubicadas a menos de 50 kilómetros de la costa. Las

zonas costeras ricas ofrecen alimentos, recreación y transporte, además de servir como enormes procesadores biogeoquímicos (Vörösmarty y otros 2009). Dichas zonas están bajo una doble presión cada vez mayor: desde el lado de la tierra, por el crecimiento de la población y la pérdida de los humedales costeros que se destinan a la agricultura y la expansión urbana, y desde el océano, por las inundaciones progresivas que erosionan la costa (Vörösmarty y otros 2009).

La mayoría de los mayores deltas del mundo tiene alta densidad de población y gran explotación agrícola. Sin embargo, cada vez son más vulnerables a las inundaciones y a la conversión de tierras en mar. Un estudio reciente descubrió que 24 de los 33 deltas más grandes del mundo se están hundiendo y que, con la excepción de cinco, todos han sufrido inundaciones temporarias en la última década. Decenas de millones de personas se han visto afectadas y se ha inundado un total de 250 000 kilómetros cuadrados (Syvitski y otros 2009). Los deltas están en situación de riesgo por el aumento del nivel del mar, a lo que se suma una creciente vulnerabilidad por causa de las actividades humanas: las represas y los diques, por ejemplo, interrumpen el flujo natural de los ríos e impiden que los sedimentos lleguen a los deltas.

Se estima que en los próximos 40 años el total de suelos vulnerables a las inundaciones aumentará en un 50 por ciento en todo el mundo (Syvitski y otros 2009). Ya se han perdido miles de vidas como resultado de las repetidas inundaciones en los deltas del río Irrawady en Myanmar y de los ríos Ganges y Brahmaputra en India y Bangladesh.

Los ecosistemas de los bosques de manglares suministran servicios valiosos, no sólo porque funcionan como zonas de desove, sino también porque estabilizan las costas (Alongi 2008), al protegerlas de las tormentas y al ayudar a evitar inundaciones y salinización subterránea o río arriba. También proveen combustible, alimentos y medicinas a las comunidades locales, contribuyendo



de la recuperación es fundamental para sobrellevar la incertidumbre. (Resilience Alliance 2007, Elmqvist 2003).

Los encargados de la gestión pueden hacer una mejor anticipación de los impactos que tendrán sus acciones, al cuantificar las conexiones socioecológicas y las compensaciones asociadas de distintas acciones en los marcos cronológicos correspondientes (Carpenter y otros 2009). Los ecosistemas responden a la acción de estresores y generadores en formas complejas, no lineales y, a veces, abruptas. Además, los servicios de los ecosistemas se ven afectados por la interacción de múltiples generadores, por las extensiones espaciales y demoras variables de los procesos, y por las conexiones conflictivas entre los distintos servicios. Los cambios en el servicio de un ecosistema impactan invariablemente en otro (Kellner y Hastings 2009, Mitchell y otros 2009).

Se ha demostrado la dificultad de aplicar las recomendaciones que hiciera la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio alrededor de cinco años atrás. Lograr el equilibrio entre las necesidades humanas y la

salud de los ecosistemas es un especial desafío. A la luz de las complejas interacciones entre los múltiples generadores y la respuesta humana, las decisiones políticas necesarias para gestionar y mejorar los ecosistemas pueden resultar extremadamente difíciles de tomar y más aún de evaluar. Esta preocupación quedó ilustrada en el análisis de los proyectos del Banco Mundial entre 1998 y 2006 que tuvo el doble propósito de promover la diversidad biológica y aliviar la pobreza. Sólo se consideró exitoso el 16 por ciento de los proyectos en ambas áreas (Tallis y otros 2008).

Aún se sabe muy poco sobre cómo cuantificar las compensaciones que se dan cuando los servicios de los ecosistemas interactúan con las necesidades humanas. Los investigadores han sugerido desarrollar un marco conceptual para evaluar los cambios en los sistemas socioecológicos mediante la aplicación de un conjunto ampliamente aceptado de mediciones e indicadores, que puedan obtenerse de forma sistemática y compararse en un rango de casos (Carpenter y otros 2009). Sólo

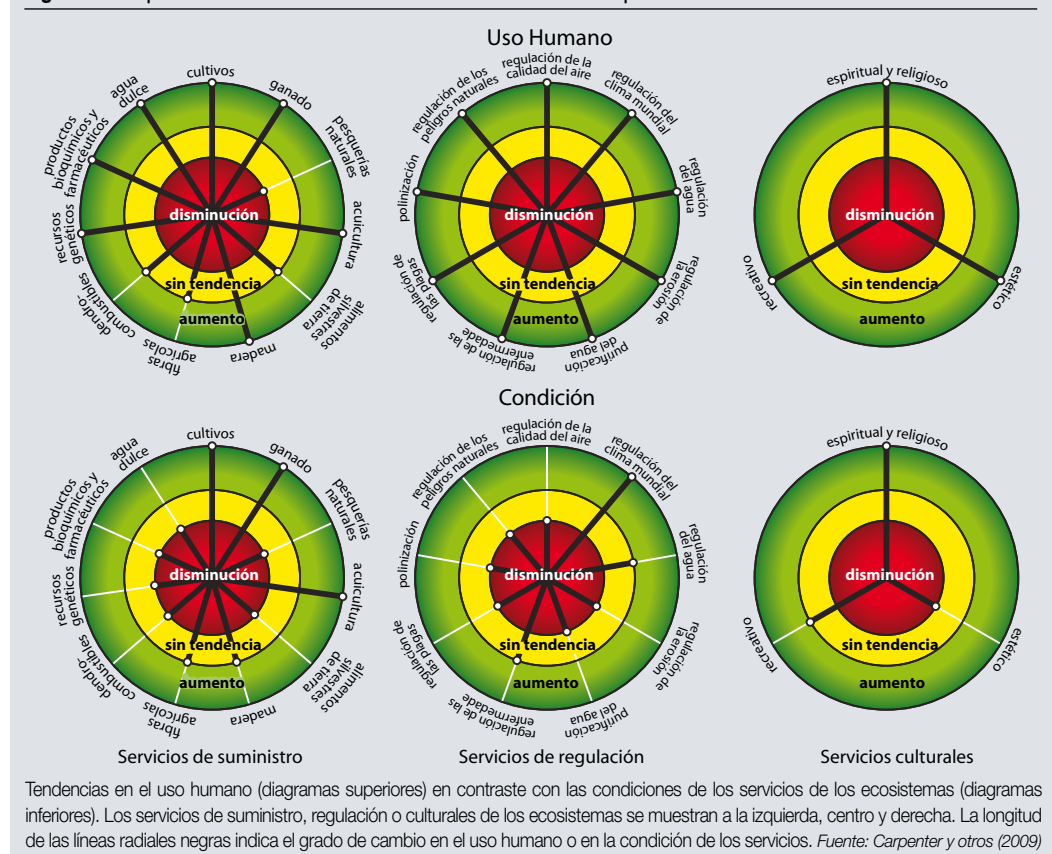
así podría efectuarse un análisis preciso de las prácticas políticas y de gestión destinadas a aumentar la capacidad de recuperación de los ecosistemas y mejorar sus servicios (**Figura 2**).

Algunos científicos creen que las investigaciones que se realicen en el futuro deberán concentrarse en los controles de los propios servicios de los ecosistemas, considerando los efectos de generadores múltiples. Estas investigaciones se enfocarían directamente en la necesidad de obtener información de la manera en que los servicios de los ecosistemas resultan modificados por las intervenciones de los generadores y de la gestión. No sólo evaluarían los efectos directos de la diversidad biológica, sino también el papel de esta en la modificación de los efectos de los generadores en los servicios de los ecosistemas. Es necesario desarrollar nuevos modelos integrados para identificar los marcos conceptuales adecuados para la evaluación de ecosistemas, además de tratar las escalas y los generadores en situaciones específicas. Los cambios en los servicios de los ecosistemas podrían luego suscitar reacciones a través de la respuesta humana (Carpenter y otros 2009).

Existen importantes brechas en las observaciones a largo plazo y en los programas de monitoreo, en especial con respecto a los datos e interacciones entre los generadores de cambio, los ecosistemas y el bienestar humano. Es necesario que la recopilación de datos se realice en forma sistemática y rigurosa, y que esté disponible en bases de datos accesibles, bibliotecas virtuales en línea y programas de capacitación. También es necesario reunir y considerar el conocimiento local y tradicional. Un aspecto clave es el desarrollo de herramientas que puedan ayudar a construir modelos o analizar las respuestas a generadores de cambio por parte de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas y que, a su vez, ayuden a predecir cómo esas respuestas afectarían al bienestar humano. Las diferentes disciplinas científicas deben trabajar en forma conjunta para crear un marco de trabajo común, fiable, con posibilidad de replicación y escalabilidad (Connelley y otros 2009, Daily 2009, Ostrom 2009, UNEP IPBES 2009a).

La Plataforma Intergubernamental sobre la Diversidad Biológica y los Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés) fue diseñada para servir de mecanismo internacional con el objeto de ofrecer conocimientos científicos sobre la diversidad biológica y hacer el seguimiento del desarrollo de las estrategias mundiales de la EM para enfrentar los problemas presentados en las conclusiones de esta última (UNEP IPBES 2009b). La cooperación internacional destinada a detener la pérdida de la diversidad biológica se centra en

**Figura 2:** Expansión de los servicios de los ecosistemas para el uso humano



la importancia de estos esfuerzos en pos del bienestar humano y la erradicación de la pobreza. Con el propósito de destacar la importancia de la diversidad biológica entre los científicos, los gobiernos y el público en general las Naciones Unidas han declarado a 2010 como el Año Internacional de la Diversidad Biológica.

## Ecosistemas agrícolos

La crisis mundial de alimentos se produjo como resultado de los efectos combinados de la competencia por las tierras de cultivo, las condiciones del clima, las enfermedades que afectan a los cultivos y las restricciones a la exportación (Battisti y Naylor 2009). La producción de alimentos depende íntegramente de la capacidad de los ecosistemas para suministrar agua, suelos ricos en nutrientes y polinizadores, regular el clima y ayudar a controlar las infestaciones. Estos factores, junto con la conversión de las tierras de cultivo en tierras para la

producción de biocombustibles, pueden reducir entre un 8 y un 20 por ciento la cantidad de tierra destinada a una creciente producción de cultivos alimentarios para 2050 (Erickson 2008). La degradación del medio ambiente será, en el futuro, una importante limitación para la producción mundial y afectará tanto a los precios de los alimentos como a la seguridad alimentaria. La erosión del suelo ya ha provocado una caída, a nivel mundial, del 40 por ciento de la productividad agrícola (Erickson 2008).

Uno de los desafíos más serios que el mundo enfrenta hoy es la creación y conservación de sistemas alimentarios eficientes de cara a las presiones ejercidas por una población en crecimiento y por el cambio climático. Se estima que en las regiones tropicales y subtropicales las temperaturas de la estación de crecimiento, al finalizar el siglo XXI, superen a las más altas que se hayan registrado en los últimos 100 años (Battisti y Naylor 2009), lo cual afectaría profundamente a la

producción agropecuaria. Además, con el fin de asegurar la provisión de productos agrícolas, algunos países están haciendo inversiones en cultivos de alimentos fuera de sus fronteras en países en desarrollo (**Recuadro 2**). El alza de los precios de los alimentos en la primera mitad de 2008 ha aumentado la preocupación sobre la futura provisión mundial de alimentos. Aunque parezca técnicamente posible alimentar a los 9 mil millones de habitantes que se calculan para el planeta hacia la mitad del siglo, la caída del rendimiento, el aumento del precio de los insumos, los problemas logísticos, los arreglos institucionales y las restricciones por seguridad en algunas zonas, indican que la economía alimentaria mundial probablemente llegue a su techo mucho antes de alcanzar ese potencial técnico.

Basados en el análisis de la literatura, algunos investigadores sostienen que de cambiar la prolongada tendencia descendente de los precios de los alimentos verificada en siglo XX, los sectores públicos y privados involucrados podrían enfrentarse a riesgos especiales en el corto plazo, al limitar inversiones oportunas en favor de una mayor capacidad de producción de alimentos en el mundo. Los gobiernos tienen varias opciones para mitigar este riesgo como, por ejemplo, influir en la oferta y la demanda de los productos alimentarios, invertir en investigación e infraestructura y reducir la inestabilidad de los precios en los mercados agrícolas (Koning y Van Ittersum 2009).

## Expansión de la base de recursos agrícolas de África

La mayoría de la población de África sufre regularmente situaciones de estrés y conmoción como resultado de la inestabilidad climática. Sin embargo, la magnitud y naturaleza de esos impactos se verán modificadas drásticamente con el cambio climático (Conway 2009).

Desde la crisis por los precios de los alimentos en 2007-2008, la seguridad alimentaria se ha instalado como un tema cada vez más importante y además existe especial preocupación acerca de la vulnerabilidad ante las fluctuaciones en el suministro de alimentos (Mittal 2009). Hay estudios recientes que reclaman esfuerzos concertados de adaptación a fin de crear capacidad de recuperación en los sistemas agrícolas africanos frente al cambio climático (Burke y otros 2009, Conway 2009, Lobell y otros 2008). Durante esa adaptación, los agricultores africanos podrían beneficiarse de la amplia experiencia disponible en distintas partes del continente y del acceso a recursos genéticos disponibles en otros lugares.

También es necesario conocer la velocidad y magnitud potenciales de los cambios en las condiciones climáticas

### Recuadro 2: Adquisición de tierras en el extranjero

Los países que exportan capital pero que carecen de suficiente tierra o agua para sus cultivos han desencadenado una poderosa y polémica tendencia inversora en los países en desarrollo, principalmente en África. De acuerdo con un estudio reciente de la FAO, el arrendamiento de tierras agrícolas por parte de empresas, fondos de inversión y gobiernos extranjeros se ha vuelto un fenómeno mundial. Abu Dhabi ha arrendado 28 000 hectáreas en Sudán para producir maíz, frijoles y papas para los Emiratos Árabes Unidos (EAU). China está produciendo aceite de palma para biocombustibles en 2,8 millones de hectáreas en la República Democrática del Congo. India ha invertido USD 4 mil millones en tierras de cultivo en Etiopía para cultivos de flores y caña de azúcar.

La tercerización de la producción agrícola en países que necesitan capital no es una novedad, pero estas adquisiciones de tierras es diferente en calidad y cantidad. Los mayores importadores de alimentos, entre ellos, China, India, República de Corea, Qatar, Arabia Saudita y EAU están arrendando o comprando vastas extensiones de tierras agrícolas en países en desarrollo, que llegan a 15-20 millones de hectáreas. Según el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria, el valor de estas operaciones se estima entre USD 20 y 30 mil millones.

Estas adquisiciones a gran escala fueron, fundamentalmente, posteriores a la crisis alimentaria de 2007 y 2008, cuando se dispararon los precios del trigo, arroz y otros cereales. Las turbulencias en el mercado de alimentos y la preocupación por el costo de las importaciones, junto a la amenaza del cambio climático y la escasez actual de agua, han dado impulso a esta oleada de operaciones comerciales con la tierra. Algunos países también buscan oportunidades para obtener ganancias con los alimentos y con productos tales como los biocombustibles.

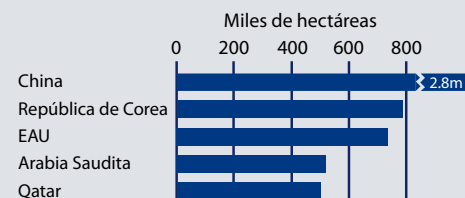
Los defensores de estas operaciones, señalan que ofrecen ingresos a los países que luchan por mejorar y que las comunidades locales podrían beneficiarse con el acceso a nuevas variedades de cultivos y tecnologías. Sus detractores, por otra parte, advierten que las comunidades locales podrían ser expulsadas de sus tierras. Además, los países en donde se mueren de hambre millones de personas se transformarán en exportadores de alimentos. Esta práctica ha sido descrita como "neo-colonial".

En 2009 se produjeron disturbios en Madagascar cuando la empresa coreana Daewood Logistics intentó arrendar 1,3 millones de hectáreas (casi la mitad del total de la tierra cultivable de la isla) para producir maíz y aceite de palma.

Las críticas a estas operaciones han ido en aumento. En respuesta, varias organizaciones como la FAO, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) y el Banco Mundial, están desarrollando lineamientos para regular tales prácticas.

Las corridas por la tierra parecen estar desacelerándose. Como dice Jean-Philippe Audinet, Director en Funciones de la División de Políticas del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) de las Naciones Unidas, "algunos no quieren asumir el riesgo político, el riesgo para la reputación y el riesgo económico." Sin embargo, preocupa que comience a crecer nuevamente este tipo de adquisiciones en caso de subas en los precios de los alimentos.

#### Hectáreas obtenidas por inversores claves entre 2006 y 2009

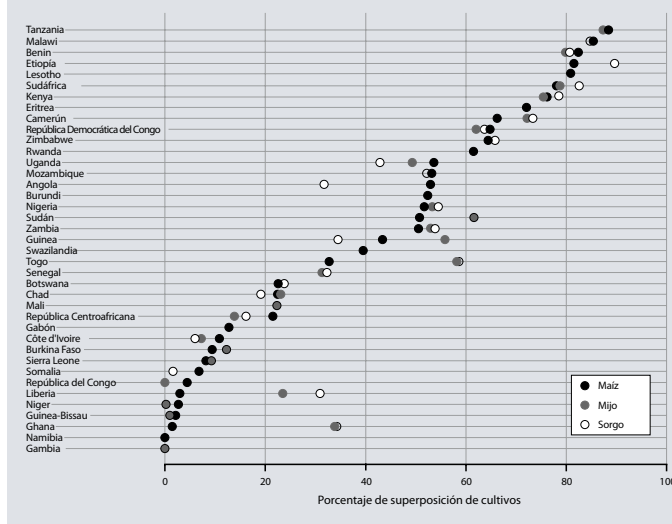


Fuente: International Food Policy Research Institute

Según el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria, entre 15 y 20 millones de hectáreas de tierras agrícolas en los países en desarrollo (equivalentes a alrededor de un quinto de toda la tierra agrícola en la Unión Europea), se han visto sujetas, desde 2006, a operaciones o tratativas que involucran a extranjeros.

Fuentes: BBC (2009), Coluta y otros (2009), Economist (2009) FAO (2009c), Viana y otros (2009), Rice (2008)

**Figura 3: Porcentaje de superposición de cultivos en países africanos, 2002-2050**



La figura muestra el porcentaje de superposición en la distribución de las temperaturas en la estación de crecimiento de los cultivos para cada país y para tres cultivos (maíz, mijo y sorgo) tomando como base actual el promedio 1993-2002, comparada con la distribución simulada para 2050. En la mayoría de los países, las temperaturas actuales en la estación de crecimiento de las zonas productoras de maíz, mijo y sorgo dentro del país representarán algo menos de la mitad del rango esperado para 2050, en las mismas zonas.

Fuente: Burke y otros (2009)

(Figura 3). Las instituciones donantes y de investigación deben entender cuán rápido y cuán extremos serán estos cambios para poder priorizar la recolección, evaluación y conservación de los recursos genéticos. Es posible que la diversidad de los cultivos africanos no sea suficiente para permitir la adaptación de la producción agrícola al cambio climático. Mientras que en los últimos cincuenta años se han dado pasos importantes en la recolección de recursos genéticos de plantas con el objeto de destinarlos a bancos de semillas, por distintas razones hay una gran falta de colecciones provenientes de zonas clave para la diversidad de cultivos de África (Burke y otros 2009).

Las inversiones en la recolección y conservación de distintos cultivos en los países, entre ellos Camerún, Nigeria, Sudán y Tanzania, serían acciones promisorias para comenzar.

Muchos países africanos se beneficiarían con los recursos genéticos de otros países del continente, si estos recursos fueran gestionados y compartidos en forma eficiente. La interdependencia entre países en lo que concierne a recursos fitogenéticos ha llevado a desarrollar mecanismos de colaboración como, por ejemplo, el Sistema Multilateral para compartir el acceso y la participación en los beneficios del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, conocido como "Tratado de las semillas". Esta interdependencia aumentará visiblemente con el cambio climático, como lo hará también la necesidad de colaboración internacional para la conservación y el uso de la diversidad genética de cultivos (Burke y otros 2009).

## INTERACCIONES ENTRE LOS ECOSISTEMAS Y EL CLIMA

La capacidad de los ecosistemas de brindar servicios esenciales a la sociedad está ya bajo presión. El estrés adicional por acción del cambio climático en los próximos años requerirá una adaptación extraordinaria. Será necesario hacer un seguimiento del cambio de estado de los ecosistemas, profundizar nuestra comprensión de los apuntalamientos biológicos de los servicios suministrados por los ecosistemas, y desarrollar nuevas herramientas y técnicas para mantener y restaurar la capacidad de recuperación biológica y social de los sistemas, construyendo sobre los cimientos de un ecosistema que ha sido radicalmente alterado durante los últimos cincuenta años. Los ríos han sido totalmente reestructurados en su mayoría, los cuerpos de agua sufren de contaminación grave y las poblaciones de peces se agotan, los arrecifes de coral están cerca del punto de inflexión y podrían desaparecer como ecosistemas funcionales debido al calentamiento, la contaminación y la acidificación, y más de la mitad de la superficie terrestre del planeta está dedicada a la producción agropecuaria, sin mayor consideración por los servicios de los ecosistemas que se pierden en consecuencia (Fagre y otros 2009, Smol y Douglas 2007).

El cambio climático, causado principalmente por las emisiones antropogénicas de los GEI, alterará la base de nuestros ecosistemas de nuevas maneras. Ya se ven signos generalizados del cambio. El comportamiento de las especies está sufriendo cambios, alterando el mutualismo

que viene de larga data. Se observan casos de extinción en hábitats vulnerables y condiciones en las que las migraciones son necesarias para sobrevivir. Esto representa una amenaza inusual que requiere de la atención urgente de la comunidad científica (Mooney y otros 2009).

Los científicos y los responsables de la gestión de la conservación están revisando los enfoques sobre la gestión de los ecosistemas en lo relativo al cambio climático, observando cómo los ecosistemas influyen en el clima y cómo el clima genera cambios en los ecosistemas (Glick y otros 2009, Chapin y otros 2008, Hoegh-Guldberg y otros 2008, Campbell y otros 2008, MacLachlan y otros 2007).

La consideración de las múltiples interacciones y efectos recíprocos entre el clima y la gestión de los ecosistemas podría llevar a la creación de estrategias innovadoras de mitigación climática para reducir simultáneamente, por ejemplo, las emisiones de GEI y el ritmo de degradación de los suelos y de la deforestación. Si se alcanzara cada uno de estos objetivos se obtendrían muchos beneficios ecológicos y sociales. La evaluación de la eficacia de dichas estrategias requiere entender bien las interacciones entre los procesos de efectos recíprocos, sus consecuencias a nivel local y mundial, y las formas en que están vinculados los cambios en distintas escalas y en diferentes regiones (Chapin y otros 2008).

El papel de los océanos en la mitigación climática está siendo explorado a través de la observación de la captación del "carbono azul". Una publicación reciente del PNUMA, realizada en colaboración con FAO y UNESCO, estima que un 50 por ciento de la captación del carbono de la atmósfera se produce en sistemas naturales como los mares y océanos (Nellemann y otros 2009). El setenta por ciento del carbono almacenado permanentemente en las zonas marinas se encuentra en los ecosistemas de manglares, sedabales y marismas. Sin embargo, estos ecosistemas marinos fundamentales están desapareciendo más rápidamente que los sistemas terrestres y necesitan urgentemente recibir mayor atención.

Una herramienta esencial basada en los ecosistemas para responder al cambio climático es la gestión activa para la adaptación, en la cual se monitorean los sistemas cuidadosamente y se modifican las estrategias de gestión para enfrentar los cambios actuales y los estimados para el futuro (Lawler y otros 2009). Si bien aún se debate la naturaleza exacta de los efectos de un aumento medio de la temperatura en el mundo de 2°C para el año 2100, estos podrían ser catastróficos.



El Cuarto Informe de Evaluación del IPCC de 2007 predijo que las sequías, las altas temperaturas y otras condiciones climáticas extremas podrían afectar la productividad, poner en peligro de extinción al 30 por ciento de las especies y causar el blanqueamiento de los arrecifes de coral (IPCC 2007a, IPCC 2007b). En la actualidad, son muchos los científicos convencidos de que el aumento de la temperatura y sus impactos en el siglo XXI superarán a los proyectados en el informe del IPCC de 2007 (Le Quére y otros 2009, Rockström y otros 2009a, Rockström y otros 2009b, Smith y otros 2009, UNEP 2009).

Una gestión de ecosistemas que ignore los probables impactos del cambio climático llevaría al fracaso de sus objetivos más elementales. Por lo tanto, la incertidumbre de estos impactos es uno de los grandes desafíos que enfrentan los responsables de la gestión de los ecosistemas. Para que las estrategias de gestión tengan éxito es necesario considerar la incertidumbre inherente en la proyección de los impactos en el clima, y cómo esta incertidumbre podrá afectar el resultado de las actividades desarrolladas por la gestión.

### Progreso en REDD

La protección activa de los bosques tropicales hoy es ampliamente percibida como una prioridad fundamental de la gestión de los ecosistemas y como una forma efectiva y no costosa de reducir las emisiones de carbono a nivel mundial. El objetivo del nuevo Programa UN-REDD es formalizar el concepto de “reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación de los bosques” (REDD), mientras se crea consenso, conocimiento y conciencia sobre la importancia de incluir un mecanismo REDD en un tratado sobre cambio climático posterior a 2012.

REDD es un plan ambicioso e innovador de incentivos para los servicios de los ecosistemas. Reconoce a los bosques como un importante factor para la mitigación del cambio climático. También ofrece estímulos financieros para mantener los bosques tropicales en pie y en crecimiento. Aproximadamente el 25 por ciento del carbono terrestre se almacena en los bosques. La deforestación es responsable de alrededor del 20 por ciento de la emisión de gases de efecto invernadero producidos por el hombre, porcentaje mucho mayor que el correspondiente a todo el sector del transporte. REDD asigna un valor monetario a la mantención de los bosques en los países en desarrollo y permite a éstos compensar las emisiones de CO<sub>2</sub>, indemnizando a los

### Recuadro 3: Utilización de imágenes satelitales para el rastreo de la destrucción y degradación de los bosques

Entre 2000 y 2005 se perdió más del uno por ciento de todos los bosques húmedos tropicales. El Espectroradiómetro de Imágenes de Resolución Moderada de la NASA (MODIS) puede captar imágenes de deforestación a gran escala. Se pueden identificar zonas de tala rasa de entre 15 y 20 hectáreas. Brasil tiene un muy buen programa de imágenes satelitales, el Proyecto de Monitoreo de la Deforestación en la Amazonía (PRODES), el cual monitorea al bosque pluvial tropical más grande del mundo. Estas son solo algunas de las herramientas que se utilizan para tratar de detener la explotación forestal ilegal y la destrucción de los bosques pluviales, que contribuyen con el 30 por ciento de las emisiones de carbono en el mundo. Un proyecto piloto realizado conjuntamente con Japón (el satélite Daichi) ha hecho posible la visión por debajo de la nubosidad, desafío frecuente en los casos de captación de imágenes satelitales de los bosques tropicales.

Esos satélites son parte del Sistema Mundial de Sistemas de Observación de la Tierra (GEOSS, por sus siglas en inglés). Esta iniciativa, lanzada en respuesta a un reclamo de acción de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible del G8 en 2002, en la que participaron 80 gobiernos y la Unión Europea, vincula a todas las organizaciones y a todos los sistemas de observación de la Tierra con el objetivo de obtener un cuadro completo del planeta. El Portal GEO es el único punto de acceso en Internet, donde se pueden encontrar imágenes, datos y paquetes de software analíticos correspondientes a todas las áreas del mundo.

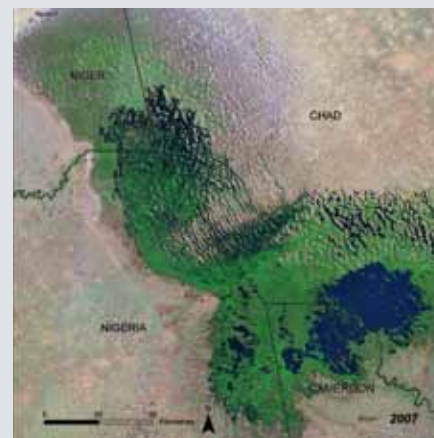
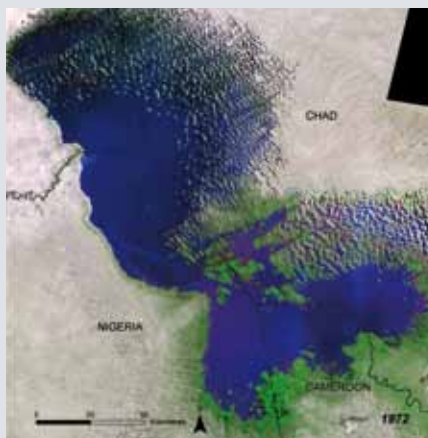
Este proyecto está diseñado para ayudar a entender y predecir los cambios climáticos, mejorar la gestión hídrica y hacer más eficaces la gestión y la protección de los recursos terrestres, costeros y marinos.

Dentro del GEOSS se ha creado una nueva iniciativa centrada en la diversidad biológica, la Red de Observación de la Diversidad Biológica del Grupo sobre Observaciones de la Tierra, (GEO-BON, por sus siglas en inglés), que se ha agregado a la familia GEO.

A pesar de que los satélites pueden rastrear la destrucción y degradación de los bosques, no pueden evaluar el contenido de carbono, parámetro que requeriría una evaluación REDD precisa. La determinación del contenido de carbono y el monitoreo de las emisiones de carbono proveniente de los bosques es hoy una tarea difícil y que demanda mucho tiempo. Con frecuencia, el cálculo de la biomasa y, eventualmente, de la cantidad de carbono captado en un bosque, requiere de la medición manual del diámetro y altura de los árboles. Esta tarea se hace parcela por parcela, árbol por árbol. Sin embargo, un nuevo software permitirá a los usuarios trazar el mapa y monitorear la degradación y deforestación de los bosques con una computadora personal.

El Sistema de Análisis Carnegie Landsat - Lite (CLASlite) utiliza imágenes satelitales de observación de la Tierra como Landsat, en combinación con el sistema LIDAR (*Light Detection and Ranging*, que significa detección y medición a través de la luz), para calcular la cantidad de carbono contenida en un bosque. Esta será una herramienta especialmente importante para el monitoreo de los grandes bosques tropicales apartados. Los datos se basan en técnicas de teleobservación que pueden trazar el mapa de una superficie de 10 000 kilómetros cuadrados por hora. Además, ClasLite es tan preciso como las técnicas más tradicionales de recopilación de datos.

Fuentes: Asner (2009), GEOSS (2009), Tollefson (2009)



La cuenca fluvial del Lago Chad, un área de captación cerrada de 2 500 000 km<sup>2</sup>, se extiende a través de ocho países: Argelia, Camerún, la República Centroafricana, Chad, Jamahiriya Árabe Libia, Níger, Nigeria y Sudán. Allí viven 20 millones de personas que obtienen su sustento directa o indirectamente del lago. La mayor parte de las precipitaciones en la región se producen en el tercio meridional de la cuenca, contribuyendo con alrededor del 90 por ciento de la escorrentía de la cuenca. En los dos tercios septentrionales dominan condiciones de aridez.

Como lo muestran estas imágenes satelitales de 1972 y de 2007, con el tiempo la superficie del lago se ha reducido considerablemente a pesar del reciente aumento del nivel del agua. La disminución de las precipitaciones y el aumento del consumo de agua por parte de la población de la zona han cambiado el balance hídrico de la cuenca fluvial y continúan haciéndolo. El lago es especialmente susceptible a la inestabilidad climática ya que es poco profundo, con 4,11 metros de profundidad promedio. Como resultado de la disminución en las precipitaciones y la mayor demanda de agua, el Lago Chad se redujo en un 95% en aproximadamente 35 años.

Crédito: Atlas of Our Changing Environment ([http://na.unep.net/digital\\_atlas2/google.php](http://na.unep.net/digital_atlas2/google.php))

propietarios locales de la tierra, entre ellos, los pueblos originarios, por proteger a los bosques en lugar de talarlos. Por ejemplo, el primer proyecto REDD en Brasil es en la Reserva de Desarrollo Sostenible Juma, en el estado de Amazonas, donde cada familia recibe USD 28 por mes, si se abstienen de talar los bosques (Viana 2009).

El trabajo de monitoreo es uno de los diversos desafíos para que el programa funcione eficientemente y tenga el mayor impacto posible. En la actualidad, las imágenes satelitales constituyen la principal herramienta utilizada en el rastreo de la destrucción y degradación de los bosques (**Recuadro 3**).

Para poder obtener resultados respecto a las concentraciones de CO<sub>2</sub>, se debe proteger a los bosques durante al menos 100 años contra todo tipo de degradación, incendio o explotación forestal (Shrope 2009).

Un segundo desafío, aún más difícil, es determinar el “nivel de referencia” con el que se mediría la reducción de los gases de efecto invernadero. El problema es encontrar la manera de asegurar que los mecanismos REDD no recompensen perversamente a países que tienen tasas de deforestación altas, perjudicando a aquellos que tienen tasas bajas. Es más, los países que reciben fondos deben tener una administración responsable y eficiente para asegurar que los pagos recibidos sean redistribuidos entre las comunidades y propietarios de las tierras, como compensación por no talar los bosques. La propiedad de la tierra tiene que estar claramente demostrada y se deben hacer esfuerzos especiales para proteger y hacer participar a las poblaciones indígenas (Cotula y Meyers 2009, Viana 2009). El mayor impacto lo tendrán las comunidades que dependen de estos ecosistemas para su sustento.

Las iniciativas REDD tienen más posibilidades de ser exitosas cuando se basan en los intereses de los pueblos originarios y de las comunidades que habitan los bosques. Es necesario prestar atención al equilibrio entre incentivos, beneficios, derechos y participación política a través de los distintos niveles de la toma de decisiones, de los grupos de interés y de la administración. Los incentivos pueden consistir en pagos u otros beneficios por las buenas prácticas, desarrollo de medios de sustento alternativos, formalización de la tenencia de la tierra y de los derechos sobre los recursos locales, e intensificación de la productividad de las tierras no forestadas.

La presión para reducir la deforestación se debe ejercer en distintos niveles para así aliviar la carga sobre las comunidades que habitan los bosques. Un bosque sano brinda muchos otros beneficios, además de la captación de carbono y la mitigación del cambio

climático. Los bosques también protegen la diversidad biológica, impiden la erosión de los suelos y mantienen la calidad del agua. A los críticos de REDD les gustaría que estos otros beneficios tuvieran un mayor reconocimiento del que tienen en la actualidad.

Se ha estimado que si se invirtiesen entre USD 22 y 29 mil millones en REDD, se reduciría la deforestación en el mundo en un 25 por ciento hacia 2015 (IWG-IFR 2009).

Es probable que los costos de las operaciones sean muy altos, aunque menores a cualquier otra forma de mitigación que tenga impactos similares. REDD ofrece un mecanismo útil para compensar las emisiones de CO<sub>2</sub> de los países desarrollados, siempre y cuando estos países no lo utilicen como una forma, comparativamente fácil, de no reducir sus propias emisiones (Wollenberg y Springate-Baginski 2009).

### **Colonización asistida**

El cambio climático ya ha provocado una modificación en la distribución de gran cantidad de plantas y animales a nivel local, lo cual, en algunos casos, ha causado graves contracciones de rango y hasta la potencial extinción de algunas especies. El rango geográfico de muchas especies se está trasladando a latitudes y altitudes superiores, en respuesta a los cambios ocurridos en los hábitats a los que se habían adaptado durante largos períodos. Algunas especies no tienen la capacidad de dispersión o de adaptación lo suficientemente rápida como para seguir el ritmo de los cambios en las condiciones climáticas. No sólo estas especies corren un creciente riesgo de extinción, sino que hay ecosistemas enteros, como los bosques tropicales de zonas nubosas y los arrecifes de coral, que podrían dejar de funcionar en su forma habitual, debido a la falta de opciones para migrar o adaptarse a tiempo (Hoegh-Guldberg y otros 2008).

En los debates sobre las respuestas de conservación al cambio climático, se considera como una opción válida a la “colonización asistida”, es decir, la translocación y colonización exitosa de las especies que están en peligro de extinción (McLachlan y otros 2007). Los investigadores han propuesto la adopción de un marco de trabajo para la evaluación y gestión del riesgo, que ayude a diferenciar las circunstancias que requieran una acción moderada como, por ejemplo, el aumento de las medidas de conservación convencionales, de aquellas que necesiten una respuesta mucho más extrema, como la colonización asistida.

Existen aspectos tanto socioeconómicos como biofísicos que merecen ser considerados. Por ejemplo,

resulta polémico el traslado de grandes carnívoros en peligro a zonas de pastoreo de ganado. En algunos casos, el uso de bancos genéticos podría resultar una opción práctica para la conservación de las especies, al menos hasta que se puedan encontrar o desarrollar hábitats más adecuados. Los actuales bancos genéticos de semillas importantes para la agricultura fueron creados con miras a la conservación en un mundo con temperaturas en aumento. Este enfoque podría ser una alternativa útil para muchas plantas y animales que quizás hoy no tengan importancia económica y que, sin embargo, podrían resultar muy valiosos en un futuro incierto (Swaminathan 2009, Hoegh-Guldberg y otros 2008).

La colonización asistida implica algunos riesgos, especialmente cuando las especies objeto de translocación se vuelven invasivas, hecho que debe sopesarse con la posibilidad de extinción y pérdida de los ecosistemas. Algunas regiones, entre ellas, el Ártico, están sufriendo un aumento de la temperatura. Es posible que otras regiones experimenten un calentamiento sin precedentes dentro de los próximos 100 años, como así también se verifique la alteración de los patrones de las precipitaciones y el aumento de la acidez en los océanos. El futuro de algunas especies y ecosistemas es tan incierto que la colonización asistida podría ser la mejor oportunidad para ellos. Las decisiones más importantes de gestión requerirán una cuidadosa consideración, que deberá estar sustentada por conocimientos científicos sólidos (Running y Mills 2009, Hoegh-Guldberg y otros 2008).

### **MIRADA AL FUTURO**

Muchas de las preguntas relacionadas con la salud, las funciones y la capacidad de recuperación de los ecosistemas quedan aún sin responder. Sin embargo, está claro que la gestión de los ecosistemas tiene que jugar un papel muy importante en la mitigación de los impactos del cambio climático y la adaptación a ellos. Bajo una gestión correcta, los ecosistemas pueden ofrecer un camino efectivo, no costoso, para la reducción de tales impactos. Es fundamental que la gestión apunte a la capacidad de recuperación de los ecosistemas y que la protección de la diversidad biológica respalde esa capacidad, tanto para alcanzar los objetivos de desarrollo como para enfrentar los desafíos que plantea el cambio climático.

Existen intervenciones, como las que se detallan a continuación, que pueden mitigar o facilitar la adaptación al cambio climático: la adaptación *de base*

tecnológica, como un nuevo dique marítimo; la *gestión directa de los ecosistemas* destinadas a ecosistemas o servicios de ecosistemas específicos, por ejemplo, el diseño de humedales artificiales; o la *gestión indirecta*

de los ecosistemas, a más largo plazo, relacionada con la capacidad de recuperación de los ecosistemas y sus funciones, que aportaría una serie de beneficios adicionales. Estos beneficios dan prioridad directa a los

servicios de los ecosistemas. Por lo tanto, resulta clave mantener la salud y la capacidad de recuperación de los ecosistemas a fin de mitigar el cambio climático y adaptarse a él (**Figura 4**).

**Figura 4:** Opciones de adaptación para la gestión de los ecosistemas costeros

Opciones de Adaptación	Estresores climáticos considerados	Otros objetivos de gestión considerados	Beneficios	Limitaciones
Permitir que los humedales costeros migren al interior, por ejemplo, con obras de retranqueo, restricciones a la densidad o compra de tierras	Aumento del nivel del mar	Preservación del hábitat de las especies vulnerables; preservación de tierras/desarrollo costero	Conserva el hábitat de las especies; mantiene la protección de ecosistemas interiores	En zonas muy desarrolladas, generalmente no queda tierra para que los humedales migren, o puede resultar costoso para los propietarios
Incorporar la protección de humedales a la planificación de la infraestructura, como la del alcantarillado	Aumento del nivel del mar; cambios en las precipitaciones	Conservación de la calidad del agua; preservación del hábitat de las especies vulnerables	Protección de infraestructura valiosa e importante	
Preservar y restaurar la complejidad estructural y la diversidad biológica de las marismas de marea, praderas de fanerógamas y manglares	Aumento de la temperatura del agua; cambios en las precipitaciones	Mantenimiento de la calidad del agua y de las costas; gestión de las especies invasivas	La vegetación protege contra la erosión, protege a las costas continentales de la energía de las mareas y del oleaje, de las mareas de tormenta, filtra los contaminantes y absorbe el CO <sub>2</sub> atmosférico	
Identificar y proteger zonas de importancia ecológica, por ejemplo, las zonas de cría, de desove y de gran diversidad	Alteración del calendario de cambios de estación; aumento de la temperatura del aire y el agua	Gestión de las especies invasivas; preservación del hábitat de las especies vulnerables	La protección de zonas críticas promoverá la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas (por ejemplo, producir y agregar nutrientes a los sistemas costeros, que sirven como refugio y zona de cría para las especies)	Puede requerir protección federal o estatal
Enfoques de gestión integrada de zonas costeras con el propósito de lograr su sostenibilidad	Cambios en las precipitaciones; aumento del nivel del mar; aumento de la temperatura del aire y del agua; cambios en la intensidad de las tormentas	Preservación del hábitat de las especies vulnerables; conservación/restauración de humedales; mantenimiento de la disponibilidad y calidad del agua; mantenimiento del transporte de sedimentos; mantenimiento de las costas	En la planificación se tiene en cuenta a todas las partes interesadas, se equilibran objetivos; se abordan todos los aspectos del cambio climático	Las partes interesadas deben comprometerse; la planificación requiere mucho más esfuerzo
Incorporar la consideración de los impactos del cambio climático a la planificación de nueva infraestructura	Aumento del nivel del mar; cambios en las precipitaciones; cambios en la intensidad de las tormentas	Preservación del hábitat de las especies vulnerables; conservación/restauración de humedales	Se puede modificar la ingeniería para explicar los cambios en las precipitaciones o los movimientos del calendario estacional; las decisiones sobre emplazamiento podrían tener en cuenta el aumento del nivel del mar	Es probable que los propietarios de las tierras se resistan a ser trasladados de los principales lugares costeros
Crear zonas pantanosas plantando, en el sustrato existente, especies apropiadas, como las características gramíneas, juncias y juncos	Aumento del nivel del mar	Mantenimiento de la calidad del agua; mantenimiento/restauración de humedales; preservación del hábitat de especies vulnerables; gestión de las especies invasivas	Provee barreras protectoras; conserva y, a menudo, incrementa el hábitat	Se deben dar condiciones adecuadas para que sobrevivan zonas pantanosas, por ejemplo, luz solar para las gramíneas y aguas calmas; pueden ser afectados por los cambios estacionales
Utilizar los rompeolas de bivalvos u otros rompeolas naturales para disipar la acción de las olas y proteger la costa	Aumento de la temperatura del agua; aumento del nivel del mar; cambios en las precipitaciones; cambios en la fuerza de las tormentas	Preservación de tierras/desarrollo costeros; conservación de la calidad del agua; gestión de las especies invasivas	Protección natural de costas y zonas pantanosas e inhibición de la erosión costera; estímulo a la deposición de sedimentos	Es posible que no sea sostenible en el tiempo ya que, probablemente, los rompeolas no ofrezcan protección segura contra la erosión ante fuertes tormentas
Reemplazar las barreras artificiales de las costas con otras formas naturales, como la formación de playas y plantación de vegetación	Aumento del nivel del mar; cambios en la fuerza de las tormentas	Conservación/restauración de humedales; preservación del hábitat de especies vulnerables; preservación de tierras/desarrollo costero	Reduce los efectos negativos de las barreras artificiales de las costas, como la erosión parcial por desequilibrio del sistema; conserva el hábitat de las playas	Puede ser costoso, requiere mayor planificación y materiales que la protección artificial
Retirar las estructuras de protección costera rígidas, como muros o diques artificiales para permitir la migración de la costa	Aumento del nivel del mar	Mantenimiento del transporte de sedimentos	Permite la migración de la costa	Costoso y destructivo para las propiedades de la costa
Plantar vegetación acuática sumergida tales como fanerógamas, para estabilizar los sedimentos y reducir la erosión	Cambios en las precipitaciones; aumento del nivel del mar	Mantenimiento/restauración de humedales; preservación del hábitat de las especies vulnerables; preservación/desarrollo costeros	Estabiliza los sedimentos; no requiere procedimientos de construcción costosos	Estacionales: las gramíneas disminuyen en los meses de invierno cuando habitualmente aumenta el oleaje por las tormentas; la existencia de luz es esencial

Fuentes: Adaptado de Hale y otros (2009)

## REFERENCIAS

- Alongi, M.D. (2008). Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 76, 1-13
- Asner, G.P. (2009). Tropical forest carbon assessment: Integrating satellite and airborne mapping approaches. *Environmental Research Letters*, 7 September 2009
- Battisti, D.S. and Naylor, R.L. (2009). Historical Warnings of Future Food Insecurity with Unprecedented Seasonal Heat. *Science*, 323(5911), 240-244
- BBC (2009). Madagascar leader axes land deal. BBC News. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/afrika/7952628.stm>
- Bosire, J.O., Dahdouh-Guebas, F., Walton, M., Crona, B.I., Lewis III, R.R., Field, C., Kairo, J.G. and Koe-dam, M. (2008). Functionality of restored mangroves: a review. *Aquatic Botany* 89(2), 251-259
- Burke, M., Lobell, D. and Guarino, L. (2009). Shifts in African crop climates by 2050, and the implications for crop improvement and genetic resources conservation. *Global Environmental Change*, 19(3), 317-325
- Calzolaio, V. (2009). Securing water resources for water scarce ecosystems. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) Secretariat, Bonn
- Campbell, A., Kapos, V., Chenery, A., Kahn, S.I., Rashid, M., Scharlemann, J.P.W. and Dickson, B. (2008). *The linkages between biodiversity and climate change mitigation*. UNEP World Conservation Monitoring Centre
- Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, J., Capistrano, D., Defries, R.S., Diaz, S., Dietz, T., Duraipah, A.K., Oting-Yeboah, A., Pereira, H.M., Perrings, C., Reid, W.V., Sarukhan, J., Scholes, R.J. and Whyte, A. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 1305-1312
- CBC (2009) Fraser River sockeye salmon fishery closed again. Canadian Broadcasting Corporation, 13 August 2009. <http://www.cbc.ca/canada/british-columbia/story/2009/08/12/bc-fraser-river-sockeye-salmon-closure.html>
- Chapin III, F.S., Randerson, J.T., McGuire, A.D., Foley, J.A. and Field, C.B. (2008). Changing feedbacks in the climate-biosphere system. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(6), 313-320
- Coad, L., Burgess, N.D., Bomhard, B. and Besançon, C. (2009). *Progress towards the Convention on Biological Diversity's 2010 and 2012 Targets for Protected Area Coverage: A technical report for the IUCN international workshop 'Looking to the Future of the CBD Programme of Work on Protected Areas, 'Jeju Island, Republic of Korea, 14-17 September 2009*. UNEP World Conservation Monitoring Centre (WCMC), Cambridge, UK
- Connelly, S., Pringle, C.M., Bixby, R.J., Brenes, R., Whiles, M.R., Lips, K.R., Kilham, S. and Huryn, A.D. (2008). Changes in Stream Primary Producer Communities Resulting from Large-Scale Catastrophic Amphibian Declines: Can Small-Scale Experiments Predict Effects of Tadpole Loss? *Ecosystems*, 11, 1262-1276
- Conway, G. (2009). *The science of climate change in Africa: impacts and adaptation*. *Grantham Institute for Climate Change, Discussion paper No. 1*. Imperial College, London
- Cotula, L. and Mayers, J. (2009). *Tenure in REDD: Start-point or afterthought?* *Natural Resource Issues No. 15*. International Institute for Environment and Development, London
- Cotula, L., Vermeulen, S., Leonard, R. and Keeley, J. (2009). *Land Grab or Development Opportunity? Agricultural Investment and International Land Deals in Africa*. International Institute for Environment and Development (IIED)/FAO/International Fund for Agricultural Development (IFAD). <http://ftp.fao.org/docrep/tao/011/ak241e/ak241e.pdf>
- Daily, G.C., Polaskya, S., Goldstein, J., Kareivas, P.M., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ricketts, T.H., Salzman, J. and Shallenberger, R. (2009). Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Front. Ecol. Environ.*, 7(1), 21-28
- Devall, E. and Rouja, P. (2009). Think Big, Eat Small. *Science*, 326(5949), 44
- Diaz, R.J. and Rosenberg, R. (2008). Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems. *Science*, 321(5891), 926-929
- Diversitas (2009). Open Science Conference II, 2009. World won't meet 2010 Biodiversity targets. <http://owl.english.purdue.edu/owl/resource/560/10/>
- Economist (2009). Buying farmland abroad: Outsourcing's third wave. *The Economist*, 21 May 2009.
- Elmqvist, T., Folke, C., Nyström, M., Peterson, G., Bengtsson, J., Walker, B. and Norberg, J. (2003). Response diversity, ecosystem change, and resilience. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(9), 488-494
- Erickson, P.J. (2008). What is the vulnerability of a food system to global environmental change? *Ecology and Society*, 13(2), 14
- Fagre, D.B., Charles, C.W., Allen, C.D., Birkeland, C., Chapin III, F.S., Goffman, P.M., Guntenspergen, G.R., Knapp, A.K., McGuire, A.D., Mulholland, P.J., Peters, D.P.C., Roby, D.D. and Sughara, G. (2009). *COSP 2009: Thresholds of Climate Change in Ecosystems. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research*. US Geological Survey, Washington, D.C.
- FAO (2009a). 1.02 Billion People Hungry. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/news/story/en/item/20568/icode/>
- FAO (2009b). *Feeding the World, Eradicating Hunger: Executive Summary of the World Summit on Food Security, WSFS 2009/INF2*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/WSFS\\_issues\\_papers/WSFS\\_Background\\_paper\\_Feeding\\_the\\_world.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/WSFS_issues_papers/WSFS_Background_paper_Feeding_the_world.pdf)
- FAO (2009c). *From Land Grab to Win-Win: Seizing the Opportunities of International Investments in Agriculture. Economic and Social Perspectives, Policy Brief 4*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://ftp.fao.org/docrep/tao/011/ak357e/ak357e00.pdf>
- GEOS (2009) Earth Observation in Support of Climate Monitoring within the GEO International Initiative. Global Earth Observation System of Systems. European Commission. [http://www.earthobservations.org/meetings/20091207\\_18\\_cop15\\_leaflet\\_geo.pdf](http://www.earthobservations.org/meetings/20091207_18_cop15_leaflet_geo.pdf)
- Gilbert, N. (2009) Efforts to sustain biodiversity fall short. *Nature*, 462, 263
- Glick, P., Staudt, A. and Stein, B. A New Era for Conservation: Review of Climate Change Adaptation Literature. Discussion Draft. 2009. National Wildlife Federation
- Hale, Z.L., Malane, I., Davidson, S., Sandwith, T., Beck, M., Hoekstra, J., Spalding, M., Murawski, S., Cyr, N., Osgood, K., Hajjok, M., Eijk, van P., Davidson, N., Eichbaum, W., Drex, C., Oburu, D., Tamelander, J., Herr, D., McClennen, C., and Marshall, P. (2009). Ecosystem-based Adaptation in Marine and Coastal Ecosystems. *Renewable Resources Journal*, 25, 4
- Hoegh-Guldberg, O., Hughes, L., McIntyre, S., Lindenmayer, D.B., Parnesan, C., Possingham, H.P. and Thomas, C.D. (2008). Ecology: Assisted Colonization and Rapid Climate Change. *Science*, 321 (5887), 345-346
- IGIP (2009). Welcome to the Anthropocene. International Geosphere and Biosphere Programme. <http://www.igbp.net/page.php?pid=293>
- IPCC (2007a). *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. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller). Cambridge University Press, UK
- IPCC (2007b). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson). Cambridge University Press, UK
- IUCN (2009). Extinction crisis continues apace. International Union for Conservation of Nature. [http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/red\\_list/74143/Extinction-crisis-continues-apace](http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/red_list/74143/Extinction-crisis-continues-apace)
- IWG-IFR (2009). Putting \$22-29 Billion into REDD cuts deforestation by 25% by 2015. Informal Working Group on Interim Finance for REDD+. <http://www.un-redd.org/NewsCentre/NewsUnitedNationseventfor-estsandclimate/tabid/1530/language/en-US/Default.aspx>
- Jackson, S.T. and Hobbs, R.J. (2009). Ecological Restoration in the Light of Ecological History. *Science*, 325(5940), 567-569
- Kellner, J.B. and Hastings, A. (2009). A reserve paradox: introduced heterogeneity may increase regional invisibility. *Conservation Letters*, 2, 115-122
- Koning, N. and Van Ittersum, M.K. (2009). Will the world have enough to eat? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1, 77-82
- Lawler, J.J., Shafer, S.L., White, D., Kareiva, P., Maurer, E.P., Blaustein, A.R. and Bartlein, P.J. (2009). Projected climate-induced faunal change in the Western Hemisphere. *Ecology*, 90(3), 588-597
- Le Quérec, C., Raupach, M.R., Canadell, J.G., Marland, G., Bopp, L., Ciais, P., Conway, T.J., Doney, S.C., Feely, R.A., Foster, P., Friedlingstein, P., Gurney, K., Houghton, R.A., House, J.I., Huntingford, C., Levy, P.E., Lomas, M.R., Majkut, J., Metz, N., Ometto, J.P., Peters, G.P., Prentice, I.C., Panderson, J.T., Running, S.W., Sarmiento, J.L., Schuster, U., Sitch, S., Takahashi, T., Viovy, N., van der Werf, G.R. and Woodward, F.I. (2009). Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. *Nature Geoscience*, 2, 831-836
- Levin, P.S., Fogarty, M.J., Murawski, S.A. and Fluharty, D. (2009). Integrated Ecosystem Assessments: Developing the Scientific Basis for Ecosystem-Based Management of the Ocean. Public Library of Science, *Biology* 7(1), 23-28
- Lobell, D., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P. and Naylor, R.L. (2008). Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030. *Science*, 319 (5863), 607-610
- MA (2009). Millennium Ecosystem Assessment web site. <http://www.millenniumassessment.org/en/Index.aspx>
- McLachlan, J.S., Hellmann, J.J. and Schwartz, M.W. (2007). A framework for debate of assisted migration in an era of climate change. *Conservation Biology*, 21, 297-302
- Mitchell, S.R., Harmon, M.E. and O'Connell, K.E.B. (2009). Forest fuel reduction alters fire severity and long-term carbon storage in three Pacific Northwest ecosystems. *Ecological Applications*, 19(3), 643
- Mittal, A. (2009). *The 2008 Food Price Crisis: Rethinking Food Security Policies, G-24 Discussion Paper Series, No. 56*. UN Conference on Trade and Development (UNCTAD)
- Montgomery, R.D. (2007). Why We Need Another Agricultural Revolution. *Chronicle of Higher Education*, 13 April 2007
- Montgomery, R.D. (2008).  *Dirt: The Erosion of Civilizations*. University of California Press
- Mooney, H., Larigauderie, A., Cesarini, M., Elmqvist, T., Hoegh-Guldberg, O., Lavorel, S., Mace, G.M., Palmer, M., Scholes, R. and Yahara, T. (2009). Biodiversity, climate change, and ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1, 46-54
- Mooney, H. and Mace, G. (2009). Biodiversity Policy Challenges. *Science*, 325(5947), 1474
- Mukherji, A., Facon, T., Burke, J., de Fraiture, C., Faurès, J.-M., Fülék, B., Giordano, M., Molden, D. and Shah, T. (2009). *Revitalizing Asia's irrigation: to sustainably meet tomorrow's food needs*. International Water Management Institute (IWMI) and FAO
- Naylor, R.L., Hardy, R.W., Bures, D.P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A.P., Forster, I., Gatlin, D.M., Goldberg, R.J., Hua, K. and Nichols, P.D. (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106,15103-15110
- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C.M., Valdes, L., DeYoung, C. Fonseca, L., Grimsditch, G. (eds.) (2009). *Blue Carbon: A Rapid Response Assessment*. United Nations Environment Programme, in collaboration with the Food and Agriculture Organization and UNESCO. GRID-Arendal
- Nyandwi, N. (2009). Protection of the coelacanth: A primitive fish in the coastal waters of Tanzania. *Ocean & Coastal Management*, 52(12), 655-659
- Orr, C. (2009). A call to action on B.C. sockeye salmon. Watershed Watch Salmon Society, 30 December 2009
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419-422
- Pritchard, D. (2009). Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in developing countries (REDD)-the link with wetlands. A background paper for FIELD. Foundation for International Law and Development. <http://ccsl.iccip.net/wetlands.pdf>
- Resilience Alliance (2007). Assessing and managing resilience in social-ecological systems: A practitioners workbook. Volume 1, version 1.0. <http://www.resilience.org/3871.php>
- Rice, X. (2008). Qatar looks to grow food in Kenya. *The Guardian*. <http://www.guardian.co.uk/environment/2008/dec/02/land-for-food-qatar-kenya> [Accessed 23 November 2009]
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, S.F., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., Wit, C.A., Hughes, T., Leuw, S., Roche, H., Sörin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. and Foley, J.A. (2009a). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, S.F., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., Wit, C.A., Hughes, T., Leuw, S., Roche, H., Sörin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. and Foley, J.A. (2009b). Planetary Boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14, 2 (issue in progress: this is a longer version 2009a, above). <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Running, S.W. and Mills, L.S. (2009). Terrestrial Ecosystem Adaptation. Resources for the Future report. <http://www.rff.org/rff/documents/RFF-Rpt-Adaptation-RunningMills.pdf>
- Scheffer, M., Bascompte, J., Brock, W.A., Brokvin, V., Carpenter, S.R., Dakos, V., Held, H., van Nes, E.H., Rietkerk, M. and Sugihara, G. (2009). Early-warning signals for critical transitions. *Nature*, 461, 53-59
- Schrope, M. (2009). When money grows on trees: Protecting forests offers a quick and cost-effective way of reducing emissions, but agreeing a means to do so won't be easy. *Nature Reports Climate Change*, 14 August 2009
- Smith, J.B., Schneider, S.H., Oppenheimer, M., Yohe, W., Hare, W., Mastrandrea, M.D., Patwardhan, A., Burton, I., Corfee-Morlot, J., Magada, C.H.O., Fussler, H.-M., Pittock, A.B., Rahman, A., Suarez, E. and Ypersele, J.-P. (2009). Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) "reasons for concern". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(11), 4133-4137
- Smol, J.P. and Douglas, M.S.V. (2007). Crossing the final ecological threshold in high Arctic ponds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(30), 12395-12397
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, UK
- Swaminathan, M.S. (2009). Gene Banks for a Warming Planet. *Science*, 325(5940), 517
- Syvtitski, J.P.M., Kettner, A.J., Overeem, I., Hutton, E.W.H., Hannon, M.T., Brakenridge, G.R., Day, J., Vörösmarty, C., Saito, Y., Gossan, L. and Nicholls, R.J. (2009). Sinking Deltas due to Human Activities. *Nature Geoscience*, 2, 681-686
- Tallis, H., Kareiva, P., Manier, M. and Chang, A. (2008). An ecosystem services framework to support both practical conservation and economic development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(28), 9457-9464
- Tolefson, J. (2009). Climate: Counting the Carbon in the Amazon. *Nature*, 461, 7261
- UN (2009). The Millennium Development Goals Report 2009. United Nations, New York. [http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/MDG\\_Report\\_2009\\_ENG.pdf](http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/MDG_Report_2009_ENG.pdf)
- UNEP (2009). *Climate Change Science Compendium 2009*. Earthprint, Nairobi
- UNEP IOC-UNESCO (2009). *An Assessment of Assessments, Findings of the Group of Experts. Start-up Phase of a Regular Process for Global Reporting and Assessment of the State of the Marine Environment including Socio-economic Aspects*. UNEP/Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC)-UNESCO
- UNEP IIPBES (2009a). *Second ad hoc intergovernmental and multi-stakeholder meeting on an intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services, Nairobi, 5-9 October 2009. Summary of perspectives from the scientific community and broader civil society*. UNEP/Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES)
- UNEP IPBES (2009b). *Gap analysis for the purpose of facilitating the discussions on how to improve and strengthen the science-policy interface on biodiversity and ecosystem services. Information document*. UNEP/Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES)
- Viana, V. (2009). Seeing REDD in the Amazon: a win for people, trees and climate. International Institute for Environment and Development (IIED). <http://www.iied.org/pubs/pdfs/17052IIED.pdf>
- Vörösmarty, C.J., Syvtitski, J., Day, J., de Sherbinin, A., Gossan, L. and Paola, C. (2009). Battling to save the world's river deltas. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 65(2), 31-43
- Walpole, M., Almond, R.E.A., Besançon, C., Butchart, S.H.M., Campbell-Lendrum, D., Carr, G.M., Collen, B., Collette, B., Davidson, N.C., Duloo, E., Fazal, A.M., Galoway, J.N., Gill, M., Govers, T., Hockings, M., Leaman, D.J., Morgan, D.H.W., Revenga, C., Rickwood, C.J., Schuyser, F., Simons, S., Stattersfield, A.J., Tyrell, T.D., Vié, J.-C. and Zimsky, M. (2009). Tracking Progress Toward the 2010 Biodiversity Target and Beyond. *Science*, 325(5947), 1503-1504
- Walters, B.B., Pionnäck, P., Kovacs, J.M., Crona, B., Hussain, S.A., Badola, R., Primavera, J.H., Barbier, E. and Dahdouh-Guebas, F. (2008). Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89, 220-236
- Wetlands International (2008). Wetlands and climate change adaptation. Sustaining and restoring wetlands: an effective climate change response. <http://www.wetlands.org/Default.aspx?TabId=56&articleType=ArticleView&articleId=1953>
- Wollenberg, E. and Springate-Baginski, O. (2009). *Incentives + How can REDD improve well-being in forest communities?* Info-Brief, Center for International Forestry Research (CIFOR)
- Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K., Branch, T.A., Collie, J.S., Costello, C., Fogarty, M.J., Fulton, E.A., Hutchings, J.A., Jennings, S., Jensen, O.P., Lotze, H.K., Mace, P.M., McClean, T.R., Minto, C., Palumbi, S.R., Parma, A.M., Ricard, D., Rosenberg, A.A., Watson, R. and Zeller, D. (2009). Rebuilding Global Fisheries. *Science*, 325(5940), 578-585
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Smith, A., Barry, T.L., Coe, A.L., Bown, P.R., Brenchley, P., Cantrill, D., Gale, A., Gibbard, P., Gregory, F.J., Hounslow, M.W., Kerr, A.C., Pearson, P., Knox, R., Powell, J., Waters, C., Marshall, J., Oates, M., Rawson, P., Rawson, P. and Stone, P. (2008). Are we now living in the Anthropocene? *GSA Today*, 18(2), 4-8



# Sustancias nocivas y desechos peligrosos

Aún queda mucho trabajo por hacer para comprender y encontrar caminos que reduzcan y atenúen los efectos que las sustancias nocivas tienen en la salud humana y en el medio ambiente. Cada vez hay más preocupación por la exposición a las sustancias nocivas, especialmente en el caso de los niños.



Un trabajador agrícola, sin máscara, esparce plaguicidas químicos en un campo de frijoles en Ecuador. El uso de métodos para el almacenamiento, manejo y uso seguros de plaguicidas está mucho menos extendido en los países en desarrollo. En consecuencia, los plaguicidas pueden plantear graves peligros para la salud de los trabajadores agrícolas.

Crédito: Philippe Henry / Biosphoto

## INTRODUCCIÓN

Están surgiendo nuevos peligros y riesgos potenciales para el medio ambiente. Quizás de manera más notable, los nanomateriales plantean a los responsables de políticas de varios países, el problema de cómo evaluar los peligros y riesgos y cómo regularlos. La ciencia aumenta nuestra comprensión de los peligros sutiles, y con frecuencia ocultos, de los químicos existentes y ampliamente utilizados que actúan como alteradores endocrinos, los cuales interfieren en los sistemas hormonales. Los responsables de políticas enfrentan aquí también nuevos e importantes desafíos para interpretar los avances científicos emergentes y decidir cuándo y cómo actuar.

El control de los materiales nocivos es un aspecto importante de la cooperación internacional. El Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP) detalla un número creciente de sustancias nocivas.

En 2009, varios retardantes de fuego bromados (BFR, por sus siglas en inglés) se agregaron a la lista de sustancias cuya liberación en el medio ambiente se debe eliminar o reducir de conformidad con el Convenio de Estocolmo. En el caso de dos plaguicidas usados habitualmente, el endosulfan y la atrazina, la ciencia no es clara y la regulación es dispersa.

Los flujos de desechos tienen un impacto profundo en la salud y el medio ambiente. En 2009, aumentó el transporte internacional de desechos electrónicos y peligrosos, acentuando la necesidad de la cooperación internacional en este tema. Si se los maneja adecuadamente, muchos desechos pueden ser convertidos en valiosos recursos naturales. Esto podría incluir hasta las aguas residuales urbanas, las cuales, una vez tratadas, podrían ser una importante fuente de irrigación de agua y nutrientes

agrícolas. Muchos países enfrentarán, en los próximos años, el desafío de manejar con seguridad los materiales peligrosos. En los países de rápido desarrollo industrial, las actividades que van desde la minería y el procesamiento de minerales hasta la fabricación y el reciclaje de desechos son tema de preocupación tanto para los ciudadanos locales como para los consumidores extranjeros. El creciente conocimiento de las amenazas para la salud humana y el medio ambiente derivadas de esas actividades constituye una fuente de información para las opciones políticas.

Algunos problemas de salud y del medio ambiente parecen persistir más allá de lo que se conozca sobre ellos o cuán simples parezcan las soluciones. La contaminación del aire en interiores causada por el humo de fogones que plantean serios riesgos para la salud de millones de personas, podría reducirse considerablemente si se hicieran unos pocos y no costosos cambios de comportamiento.

## PREOCUPACIONES PERMANENTES Interrogantes pendientes sobre los nanomateriales

En 2009, los investigadores registraron la aparición del milésimo producto de consumo que contiene nanomateriales (Nanotechproject 2009a). Se estima que los ingresos provenientes de la nanotecnología y de sus muchas aplicaciones, tales como la nanoelectrónica y la nanobiotecnología podrían centuplicar los 32 mil millones de dólares actuales en la próxima década. Se podrían crear millones de trabajos nuevos (Kelly 2009, Lux 2009, Palmberg y otros 2009).

Un informe reciente presentado por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) señala que si bien se considera en general que la nanotecnología brinda una importante promesa que abarca desde oportunidades de negocios a través de distintas industrias hasta beneficios socioeconómicos más amplios, especialmente en el contexto de la energía, el cuidado de la salud, el agua limpia y el

cambio climático, es necesario mejorar el control de las inversiones y de la participación de las empresas en el desarrollo de la nanotecnología. Del mismo modo en que aún persiste el debate entre científicos respecto de la definición de las nanopartículas, puede resultar difícil definir una empresa de nanotecnología. Los estudios sobre las dificultades que enfrentan dichas compañías en cuanto a la comercialización de la nanotecnología demuestra que “los altos costos de procesamiento, los problemas en la escalabilidad de la investigación y desarrollo (I&D) de los prototipos y la producción industrial, la orientación en la investigación básica de las ciencias relacionadas y las preocupaciones respecto del medio ambiente, la salud y la seguridad... surgen como los desafíos clave” (Palmberg y otros 2009).

Existen programas de I&D de nanotecnología en docenas de países, como Brasil, China, India y otras economías en desarrollo. El Presidente Medvedev anunció en 2009 que Rusia intenta convertirse en líder en nanotecnología (PRIME-TASS 2009). A medida que aumenta el número de trabajadores y consumidores expuestos a los nanomateriales en todo el mundo, se brinda mayor atención a la necesidad de comprender los riesgos potenciales para la salud y el medio ambiente asociados con la fabricación, el uso, la distribución y eliminación de los mismos (Figura 1).

En 2008, un informe del Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos (NRC, por sus siglas en inglés), reconoció lo que los autores consideran como una debilidad grave en los planes del gobierno para la investigación de riesgos potenciales para la salud y el medio ambiente. Al pedirseles que evalúen la Iniciativa Nacional de Nanotecnología (NNI, por sus siglas en inglés), que coordina los fondos para la I&D de nanotecnología entre 25 departamentos y agencias federales, encontraron

que había algunos tipos importantes de investigación que no se cubrían adecuadamente. Es más, varias agencias líderes, como los Institutos Nacionales de la Salud, el Organismo de Protección del Medio Ambiente (EPA) y la Administración de Alimentos y Fármacos (FDA, por sus siglas en inglés), por ejemplo, cumplen el rol de supervisar las investigaciones, pero ninguna entidad gubernamental es responsable de la implementación exitosa de la estrategia (NRC 2009).

Algunos nanomateriales son considerados “sustancias químicas” según la Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA, por sus siglas en inglés) y están por lo tanto regulados por el Organismo de Protección del Medio Ambiente. La investigación sobre los nanomateriales que realiza la Oficina de Investigación y Desarrollo del EPA se guía por la Estrategia de Investigación sobre Nanomateriales (US EPA 2009a), en la cual se tratan algunas cuestiones planteadas en el informe del NRC.

Los gobiernos, industrias e instituciones de investigación utilizan información obtenida a nivel internacional para desarrollar sus políticas y lineamientos en cuanto a la seguridad de la nanotecnología. Los organismos gubernamentales de varios países participan en actividades de cooperación con organismos internacionales, como la Organización Internacional de Normalización (ISO) y las Naciones Unidas, con el objetivo de identificar y direccionar las necesidades de investigación de la nanotecnología y acordar normas internacionales. Esto también permite compartir información sobre los mecanismos regulatorios nacionales (OECD 2009a, OECD 2009b, ISO 2008a, ISO 2008b, OECD 2008).

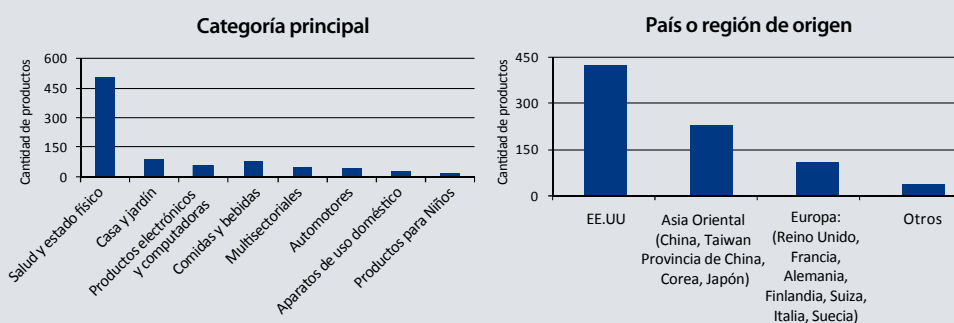
Un estudio realizado en 2008 por el independiente Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (CCRSERI) de la Comisión

Europea examinó los avances recientes en la evaluación del riesgo de los nanomateriales tanto para los humanos como para el medio ambiente. El CCRSERI llegó a la conclusión de que una de las principales limitaciones para la evaluación del riesgo es la falta general de datos de exposición de alta calidad. Se han identificado algunos peligros específicos para la salud humana, como la posibilidad de que los nanotubos (un tipo de nanomaterial) pudieran presentar los mismos riesgos, al ser inhalados, que las fibras de asbestos. Se ha señalado la posibilidad de que tengan efectos tóxicos en los organismos, como así también la probabilidad de que se transfieran entre especies, indicando el riesgo de que los nanomateriales pudieran bioacumularse.

Al no disponerse de un paradigma general para la identificación de los peligros relativos a los nanomateriales, el CCRSERI ha advertido que es necesario realizar la evaluación de riesgo caso por caso. Como otros tipos de sustancias, algunos nanomateriales pueden resultar tóxicos mientras que otros no. El CCRSERI reclamó estrategias coordinadas de investigación con el objetivo de obtener datos comparables y confiables para la evaluación del riesgo humano y del medio ambiente que no existen en la actualidad (SCENIHR 2009).

Se han definido como nanopartículas a aquellas que tienen una dimensión menor a 100 nanómetros (mil millonésimas de un metro, o 1/80 000 el ancho de un cabello humano). En la nanoescala, las características de los materiales, tales como el color, la resistencia y la reactividad, cambian con frecuencia. Son innumerables las aplicaciones de la nanotecnología que se han introducido o que se vaticinan. Los revestimientos creados mediante la nanoingeniería pueden lograr tejidos a prueba de manchas o libres de estática.

**Figura 1: Productos de consumo basados en la nanotecnología por categoría principal y país o región de origen**



El Inventario de Productos de Consumo del Proyecto sobre Nanotecnologías Emergentes contiene información sobre el fabricante de cada producto, su país de origen y categoría. El gráfico muestra la distribución de estos productos por categoría principal y país o región de origen basado en la información de 2008. En total, participaron 21 países al momento de recopilar ese inventario. Resultó clara la supremacía de las empresas de Estados Unidos, con 426 productos, seguida por los países de Asia Oriental, con 227 productos y Europa, con 108 productos.

Fuente: Woodrow Wilson International Center for Scholars (2008) (<http://www.nanotechproject.org>)

Las nanopartículas de plata se agregan a los productos médicos y de consumo por sus propiedades antimicrobiales. Sin embargo, preocupa que se estén usando nanomateriales en bienes de consumo con fines relativamente triviales (Dowling y otros 2004). Los fabricantes de productos de protección solar les agregan nanopartículas de dióxido de titanio y de óxido de zinc. Estos usos han sido condenados por las principales ONG ambientales (FoE 2009).

Se ha realizado la liberación deliberada de nanopartículas para recuperar suelos y aguas subterráneas contaminados en los Estados Unidos y en Europa (Karn y otros 2009, Nanotechproject 2009b) a pesar de las recomendaciones de prestigiosos organismos científicos independientes, tales como el Consejo de Ciencias de Japón y la *Royal Society* del Reino Unido, de que primero se realicen investigaciones para evaluar los efectos en la salud y el medio ambiente (Maynard 2009, Royal Society 2005). Como ejemplo de una técnica de recuperación que está siendo desarrollada por la "tecnología pequeña", los científicos del EPA de Estados Unidos han sintetizado carbón activado con nanopartículas de hierro/paladio bimetálico para producir un tratamiento nuevo, a nanoescala, que podría ser más exitoso que los métodos convencionales para detectar, tratar y remover los contaminantes peligrosos (US EPA 2009b).

### **Retardantes de fuego bromados a ser retirados**

Los productos combustibles son frecuentemente tratados con retardantes de fuego. Los retardantes químicos más utilizados son los retardantes de fuego bromados (BFR). La evidencia de la toxicidad de algunos BFR, de su prolongada permanencia en el medio ambiente y de la posibilidad de bioacumulación ha aumentado la presión para que se prohíba la producción y el uso de este tipo de químicos y para que se desarrollen alternativas menos peligrosas.

La cantidad total de BFR producida cada año excede las 200 000 toneladas. Además de las fábricas donde se producen, los BFR se encuentran en el polvo en los hogares, en vertederos para desechos electrónicos, en rellenos sanitarios y en el sedimento de los ríos. Hasta se han encontrado BFR en el fondo oceánico (Kimbrough y otros 2008, Alae y otros 2003).

La mayor consumidora de BFR es la industria electrónica. Las plantas de reciclaje de residuos electrónicos en los países en desarrollo están entre las fuentes más importantes de liberación de BFR en

el medio ambiente. El suelo cerca de las conocidas plantas de reciclaje de Guiyu en el sur de China contiene hasta 3 partes por millón (ppm) de BFR y las cenizas producidas por las quemaduras en estas plantas contienen hasta 60 ppm, uno de los niveles más altos que se haya registrado (Luo y otros 2009, Leung y otros 2007).

Existen tres grandes clases de BFR: el tetra-bromobisfenol A (TBBPA), el hexabromociclododecano (HBCD), y los difeniléteres polibromados (PBDE). La mayor preocupación es por los PBDE, en parte porque se degradan lentamente y porque se sabe que se acumulan en el aire y en el suelo de las regiones urbanas que los producen. Los PBDE también migran en gran medida hacia áreas no urbanas (Law y otros 2008). Un estudio reciente de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) demostró que hay PBDE "en toda la zona costera de los Estados Unidos, inclusive en los Grandes Lagos," con niveles especialmente altos en moluscos y sedimentos cerca de Los Angeles y Nueva York (Kimbrough y otros 2008).

Los PBDE son tóxicos y pueden afectar el desarrollo del cerebro. Se acumula en la grasa corporal de los mamíferos que los consumen, incluso en los humanos. Un estudio los detectó en la leche materna en varios países, encontrándose la mayor concentración en los Estados Unidos (Kotz y otros 2005). Otro estudio demostró que las concentraciones de PBDE en la sangre y el tejido humano se habían duplicado cada cinco años a partir de la década de los 70 (Hites 2004). En China, se han encontrado niveles extremadamente altos (más de 3 ppm) en la grasa corporal de los desmontadores de desechos electrónicos (Wen y otros 2008).

Hay dos tipos de PBDE (penta-BDE and octa-BDE) que están prohibidos en muchos países. En 2009, fueron agregados a la lista de COP a ser retirados según el Convenio de Estocolmo (Stockholm Convention 2009a). Mientras el Convenio pide que se detenga la producción nueva de estos químicos, se permiten el reciclaje y la reutilización de productos que los contengan hasta 2030. Esto significa que algunas de las personas que corren más riesgos seguirán estando expuestas a los mismos (ChemSec 2009).

Un tercer tipo de PBDE, el deca-BDE, no está en la lista del Convenio de Estocolmo aunque está prohibido en muchas partes de Europa y en algunos estados de los Estados Unidos. Cuando se completaron las evaluaciones del deca-BDE en 2004, había menos evidencias científicas de las actuales con respecto a la posibilidad de su bioacumulación y sus efectos para la

salud humana. Algunos estudios realizados en animales han demostrado que el deca-BDE daña el hígado y los sistemas neurológicos, además de que es cancerígeno. Desde 2004, los estudios realizados en osos polares de Noruega, en aves de presa de China y en otros animales también demostraron que el deca-BDE se bioacumula (Chen y otros 2007, Verreault y otros 2005).

Cada vez es mayor la evidencia de que el deca-BDE se degrada a la luz solar a otras formas de PBDE, incluso a aquellos que ya están prohibidos por el Convenio de Estocolmo. Un estudio de modelización ha estimado que el 13 por ciento del penta-BDE en el medio ambiente proviene de la degradación del deca-BDE (Schenker 2008). Como respuesta parcial a esta preocupación, algunos fabricantes de muebles y electrodomésticos han dejado de usar el deca-BDE voluntariamente y lo han reemplazado por alternativas que plantean menores riesgos (Gue y MacDonald 2007).

### **Mayor atención a los alteradores endocrinos**

Muchas toxinas existentes en el medio ambiente alteran los procesos de desarrollo de los mamíferos en el útero, poniendo especialmente en riesgo a fetos y niños pequeños. Este tema se discutió en profundidad en la Reunión Ministerial del G8 sobre el medio ambiente realizada en Italia en abril de 2009. En Japón, por ejemplo, la tasa de anomalías congénitas, como la columna bífida y el síndrome de Down, se ha duplicado en el último cuarto de siglo, mientras que el deterioro del sistema inmunológico de los niños, asociado con enfermedades que incluyen el asma, se ha triplicado en 20 años (Saito 2009). Los estudios japoneses también sugieren que el aumento de los niveles de obesidad puede ser resultado de la alteración de los sistemas hormonales en las personas jóvenes (Takimoto y Tamura 2006).

La Reunión Ministerial del G8 convino que los países deberían trabajar conjuntamente para identificar los generadores ambientales de las enfermedades infantiles comunes (G8 2009). Esta preocupación se ve reflejada en una cantidad de iniciativas nacionales. En 2009, el gobierno de los Estados Unidos emprendió una serie de estudios en los que participarán alrededor de 60 000 mujeres embarazadas. Sus hijos serán observados desde la etapa fetal hasta los 12 años con el objetivo de identificar la influencia del medio ambiente en su salud y desarrollo. En Italia, se ha comenzado a evaluar la exposición a sustancias tóxicas persistentes en las etapas prenatal y perinatal.

Algunos de los productos químicos que más preocupación causan son los alteradores endocrinos. Estos productos dañan el sistema hormonal de los animales provocando efectos reales y potenciales en los sistemas reproductivos e incluyen los BFR, los PCB y otros químicos industriales; los plaguicidas como la atrazina y el DDT; los plastificados con ftalatos y bisfenol A, que se encuentran en muchos productos plásticos y latas de bebidas, y los anabólicos esteroides. Mientras que la producción de alguno de estos productos químicos está prohibida en muchos países, se siguen encontrando en productos, flujos de desechos y el medio ambiente en general (Connolly 2009) (**Recuadro 1**).

Los alteradores endocrinos se comportan en forma similar a las hormonas naturales en el cuerpo humano, alterando los sistemas de señales químicas que guían el desarrollo del cerebro y de los sistemas de reproducción (**Figura 2**). Se cree que los alteradores endocrinos y sus productos de degradación pueden imitar el estrógeno, hormona femenina, y bloquear los andrógenos, hormonas masculinas. Los efectos de estos químicos pueden ser más dañinos cuando el feto se ve expuesto a ellos en el útero. El descubrimiento de crías hermafroditas de osos polares en el Ártico se ha relacionado con los PCB usados en los submarinos nucleares (Steiner 2009). El cáncer de testículos en los humanos ha sido relacionado con la exposición a alteradores endocrinos en la etapa perinatal (Hardell y otros 2006).

La cantidad de estos químicos encontrados en productos de consumo diario y en el medio ambiente significa que, aún cuando presenten una pequeña amenaza a nivel individual en dosis a las que la mayoría de las personas está expuesta, podrían llegar a ser una amenaza colectiva. Este “efecto cóctel” de pequeñas dosis acumuladas podría crear sinergias e interacciones complejas que resultan imposibles de predecir sobre la base de los estudios de compuestos individuales (Connolly 2009).

### FLUJO DE DESECHOS Y EL CICLO DEL NITRÓGENO Tráfico internacional de desechos tóxicos

El tráfico de desechos es un negocio mundial, en parte regulado por normas para el manejo de desechos peligrosos, que son más estrictas en algunos países, especialmente en Europa. Lejos de suprimir la eliminación ilegal y peligrosa de los desechos, las nuevas normas con frecuencia apenas han logrado exportarlos. Preocupa el hecho de que el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos

### Recuadro 1: Dos plaguicidas peligrosos pero muy utilizados

Los plaguicidas tienen el propósito de matar las plagas que atacan a plantas y animales. Es un desafío constante asegurarse que maten a los organismos correctos y que hagan más bien que mal, en especial cuando no resulta clara la base científica de las evaluaciones sobre salud y seguridad. Hay dos plaguicidas muy comunes, el endosulfán y la atrazina que están autorizados en muchos países a pesar de su conocida peligrosidad.

El endosulfán se usa para matar insectos que afectan los cultivos. Su uso ha aumentado ya que sustancias similares como el aldrin y el heptacloro fueron agregadas a la lista del Convenio de Estocolmo. El endosulfán es económico y altamente efectivo, especialmente cuando se lo usa para controlar insectos que se están volviendo resistentes a otros plaguicidas. Está prohibido en más de 60 países, incluso en la Unión Europea. El endosulfán es responsable por la muerte de miles de trabajadores agrícolas, principalmente en los países en desarrollo. En Jharkhand, India oriental, cinco escolares murieron a fines de 2008 después de beber leche contaminada con endosulfán. El endosulfán es un alterador endocrino. En el estado de Kerala, al sudoeste de India, se descubrió que los niños que viven en aldeas expuestas a la fumigación aérea de las plantaciones de castañas de cajú durante un período de 20 años sufren de madurez sexual retrasada, bajos niveles de testosterona y criptoquidismo (los testículos no descienden durante el desarrollo fetal). Al producirse una serie de estos casos, el gobierno terminó prohibiendo el uso del endosulfán.

Mientras que un estudio realizado en 2007 en los Estados Unidos demostró que las mujeres que vivían cerca de campos fumigados con endosulfán tenían más probabilidades de dar a luz niños autistas, investigaciones más recientes han cuestionado estas conclusiones. En 2010, el Convenio de Estocolmo revisará el caso para incorporar al endosulfán a la lista de contaminantes orgánicos persistentes (COP) a ser retirados.



Respuestas de las plantas a la aplicación controlada de la atrazina. Mientras que este herbicida otorga un margen mayor de seguridad en las cosechas en comparación con muchos de sus posibles reemplazantes, hay preocupación por su uso extensivo. La atrazina ha sido detectada tanto en las aguas superficiales como en las subterráneas.

Crédito: James L. Griffin

La atrazina es posiblemente el herbicida más usado en el mundo. Aplicado en las plantas en más de 80 países, mayormente en Asia y África, está muy presente en la escorrentía agrícola, ríos y humedales, como así también en las precipitaciones. La atrazina puede ser transportada hasta 1 000 kilómetros a través de la atmósfera y se la ha encontrado en el Ártico.

La atrazina es el segundo herbicida más popular de los Estados Unidos, donde se lo utiliza en el maíz y en otros cultivos, tierras de pastura, canchas de golf y césped doméstico. En 2009, 43 sistemas de provisión de agua de Illinois y otros cinco estados se unieron para presentar una demanda colectiva contra el principal fabricante de atrazina, Monsanto, pidiendo que pagara la instalación de filtros de carbón activado para remover esa sustancia química.

Después de haber sido detectada en provisiones de agua subterránea potable, en 2004 se prohibió el uso de la atrazina en la Unión Europea. Utilizando un enfoque preventivo, la UE concluyó que la evidencia era insuficiente para demostrar su seguridad.

En septiembre de 2009, el análisis independiente de más de 100 trabajos de investigación concluyó que hay datos “coherentes” que muestran amplias amenazas no letales a animales, que incluyen la alteración del funcionamiento de las gónadas y producción de esperma reducida. La atrazina ha sido relacionada con defectos de nacimiento en seres humanos y con el bajo nivel de esperma en los hombres. Podría ser cancerígena y produciría cáncer de pulmón y de vejiga, linfomas no Hodgkin y mieloma múltiple.

Fuentes: Duhigg 2009, Rohr y McCoy 2009, Silva y Gammon 2009, Stockholm Convention 2009b, Roberts y otros 2007, Rusiecki y otros 2004, Saiyed y otros 2004, US EPA 2009c

Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación no logre evitar una explosión en el tráfico ilegal de desechos.

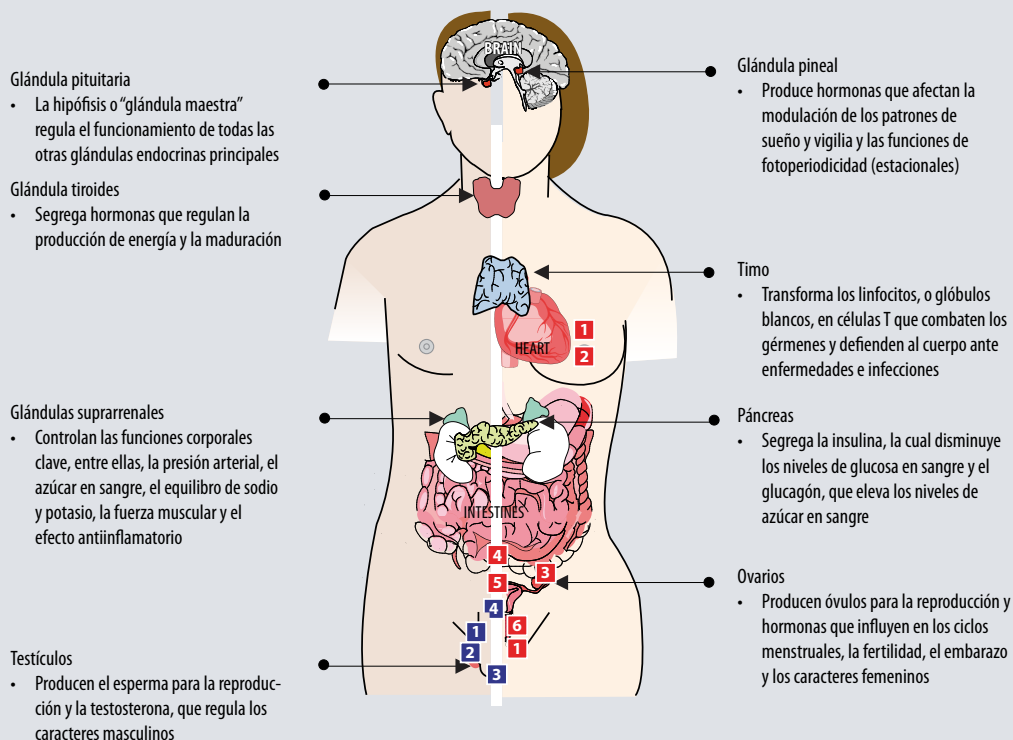
El resultado de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), que entró en vigencia en 2007, también está siendo examinado.

La Directiva RAEE tiene como intención alentar a aquellos que están involucrados en el diseño y la producción de equipos eléctricos y electrónicos para que tengan en cuenta y faciliten su reutilización, reciclaje y recuperación. Un estudio de 2009 de la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) mostró que no siempre había sido ese el resultado (EEA 2009).



**Figura 2:** El sistema endocrino y los efectos de los alteradores endocrinos

Durante más de una década, los científicos han reconocido que los productos químicos presentes en el medio ambiente pueden alterar el normal funcionamiento del cuerpo. Se sabe que algunos de ellos imitan a las hormonas, mientras que otros bloquean sus efectos. Los investigadores están especialmente preocupados por sus efectos en el desarrollo de fetos y niños, quienes dependen de los mensajes hormonales para el buen desarrollo orgánico, cerebral y sexual. Cada vez son más los científicos preocupados en los picos de casos de cáncer, anomalías en la reproducción, infertilidad y trastornos de la conducta como posibles resultados de la interferencia de estas sustancias químicas en los mensajes fundamentales para el desarrollo de fetos y niños.



#### Posibles efectos de los alteradores endocrinos en hombres y mujeres

##### Hombres

- 1** Baja calidad del semen, bajo recuento espermático, bajo volumen de eyaculación, alta cantidad de espermatozoides anormales, baja cantidad de espermatozoides móviles
- 2** Cáncer testicular
- 3** Malformaciones del tejido reproductivo: testículos no descendidos, tamaño pequeño del pene
- 4** Enfermedad de la próstata y otras anomalías de los tejidos masculinos

##### Mujeres

- 1** Cáncer de mama y de otros tejidos reproductores
- 2** Fibroquiste de mama
- 3** Síndrome de ovario poliquístico
- 4** Endometriosis
- 5** Fibromas uterinos y enfermedades inflamatorias pélvicas
- 6** Descenso en el índice de feminidad (menos mujeres)

#### Otros efectos posibles tanto en hombres como en mujeres

- Alteración de las funciones de conducta/mentales, de inmunidad y tiroideas en niños en desarrollo
- Osteoporosis
- Pubertad adelantada

Fuente: Adaptado de Atlas of Anatomy

Mientras que por un lado la Directiva RAEE prohíbe la exportación de desechos electrónicos, permite que se exporte equipamiento funcional para su reutilización. Existe un gran mercado, legítimo y valioso, para los equipos electrónicos que pueden ser reutilizados en países en desarrollo.

Por ejemplo, una institución de caridad británica que ha despachado más de 150 000 computadoras reacondicionadas durante más de diez años, mayormente a África, informó que podría encontrar nuevos hogares para diez veces esa cantidad (CAI 2009).

Sin embargo, esto representa sólo una pequeña fracción de los 4 millones de computadoras que según cálculos se descartan anualmente sólo en el Reino Unido. La mayor parte del resto, según información ampliamente difundida aunque oficiosa, pasa a formar parte del tráfico ilegal de desechos electrónicos. En Europa, la exportación ilegal de desechos electrónicos cuesta sólo la cuarta parte de lo que sale deshacerse de ellos legalmente (Rosenthal 2009). La EEA estima que cada año se despachan 20 millones de contenedores de desechos desde Europa, en forma legal e ilegal, la mitad de ellos a través de Rotterdam. La dificultad para las autoridades portuarias y aduaneras es que, aún cuando la documentación parezca estar en regla, no siempre es fácil distinguir entre el material apto para ser reutilizado y el destinado a su eliminación. Los equipos que se despachan bajo la descripción de reutilizables pueden ser desmontados y procesados en formas extremadamente peligrosas en el país de recepción (EEA 2009, Greenpeace 2009).

#### Escándalos por desechos tóxicos

En 2009 se produjeron varios escándalos por desechos tóxicos. En septiembre se informó que delincuentes italianos habían hundido hasta 30 barcos que contenían carga radioactiva y tóxica cerca de la costa de Calabria. Un informante condujo a los investigadores a uno de esos barcos, el cual, según dijo, había sido hundido por la Mafía en 1992 junto con 120 barriles de fango radioactivo producido por empresas farmacéuticas europeas. Aún se tienen dudas considerables respecto del cargamento de los barcos, pero el organismo de medio ambiente de Calabria ha advertido que la contaminación podría estar diseminada y que la limpieza y remoción de los materiales podría ser compleja y costosa (Day 2009).

En el mismo mes, Brasil devolvió un cargamento de 2 000 toneladas de desechos domésticos y hospitalarios provenientes del Reino Unido, con el reclamo de que los desechos habían sido clasificados erróneamente como plásticos reciclables en contravención con el Convenio de Basilea y la ley brasileña. El Presidente Lula da Silva acusó a Gran Bretaña de tratar a su país como “basurero del mundo”, pero se supo luego que esos desechos provenían de empresas brasileñas establecidas en la ciudad británica de Swindon (Milmo 2009).

En 2009 volvió a llamar la atención de los medios un caso ocurrido tiempo atrás en Côte d'Ivoire. En 2006, el gobierno de Côte d'Ivoire se vio afectado por las consecuencias de un escándalo muy publicitado relativo a 500 toneladas de fango tóxico que fueron descargadas de un carguero para ser distribuidos en rellenos sanitarios locales. Los gases tóxicos provenientes del lugar habrían causado 15 muertes y la hospitalización de 69 personas. El fango comenzó como un producto secundario de una refinería de petróleo mexicana. Una empresa petrolera con base en Holanda, Trafigura, compró petróleo sucio rico en azufre llamado “nafta de coquizador” con la esperanza de limpiarlo y obtener una ganancia. A bordo del carguero *Probo Koala*, se lo mezcló con soda cáustica para retirarle el azufre y este “baño cáustico” dejó atrás residuos tóxicos sulfurosos. Luego de que el *Probo Koala* no lograra descargar los residuos en los Países Bajos para su tratamiento y eliminación, se dirigió a Côte d'Ivoire, donde se pagó a un contratista local para que se deshiciera de los residuos. El contratista, que no tenía instalaciones para el tratamiento de desechos tóxicos, dispuso los residuos en los rellenos sanitarios del lugar. Trafigura ha negado repetidas veces que haya cometido alguna infracción, afirmando haber cumplido con las leyes locales y que los desechos no habrían podido causar las muertes y lesiones registradas (UN 2009).

### **El ciclo del nitrógeno en el hiperespacio**

Un importante estudio realizado en 2009 identificó a la interferencia de los seres humanos en los ciclos biogeoquímicos, especialmente en el ciclo del nitrógeno, como una de las tres áreas clave donde se han cruzado los “límites planetarios”, amenazando la habitabilidad de la Tierra. Las otras dos áreas son el cambio climático y el índice de pérdida de la diversidad biológica (Rockström y otros 2009).

Se calcula que por año 120 millones de toneladas de nitrógeno atmosférico se convierten en formas reactivas

a través de procesos humanos, principalmente por la fabricación de fertilizantes y por el cultivo de leguminosas como la soja. Los fertilizantes industriales se utilizan en los cultivos que actualmente alimentan alrededor de 3 mil millones de personas. La mitad de las aplicaciones totales de esos fertilizantes corresponde a los últimos 20 años (Erisman y otros 2008, UNESCO 2007).

Muchos sistemas agrícolas reciben mucho más nitrógeno que el que necesitan (Vitousek y otros 2009). Los cultivos toman menos de la mitad del nitrógeno que se aplica en los campos en todo el mundo. Las pérdidas de nitrógeno son especialmente importantes en China, donde las tasas de aplicación están entre las más altas del mundo. Como muchas variedades de cultivos de alto rendimiento utilizan el nitrógeno de forma ineficaz, hay grandes posibilidades de mejorar este aspecto. Se estima que un mejor manejo del nitrógeno en China podría disminuir las emanaciones de este en el medio ambiente en un 25 por ciento sin afectar la producción agrícola (Ermolieva y otros 2009).

La mayoría de las zonas de gran diversidad biológica en el mundo recibe nitrógeno del aire y del agua en niveles que, se sabe, afectan a muchas especies (Phoenix y otros 2006). Los estudios han mostrado que los ríos saturados de nitrógeno están perdiendo la capacidad de reducir los nitratos de los fertilizantes y de las aguas residuales por desnitrificación, proceso natural que convierte compuestos de nitrógenos existentes biológicamente en óxidos de nitrógeno y finalmente, en nitrógeno inerte (Mulholland 2008).

En las aguas costeras, donde va a parar la mayoría del exceso de nitrógenos proveniente de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales urbanas, están formando algunas veces el florecimiento de algas nocivas (FAN). En 2009 se informó que la principal neurotoxina del florecimiento de las algas, el ácido domoico, letal para los moluscos, no se degrada tan rápido como los propios florecimientos, como se pensaba antes. Por el contrario, se hunde con el alga muerta y persiste durante semanas en el fondo marino. Además, los investigadores encontraron esta toxina acumulada en la cadena trófica o cadena alimentaria, después de haber sido ingerida por gusanos y por especies importantes para el mercado como cangrejos y peces planos (Sekula-Wood 2009).

El impacto del exceso de nitrógeno en los océanos está en aumento. La eutrofización ha causado zonas muertas en las aguas costeras, que se producen cuando

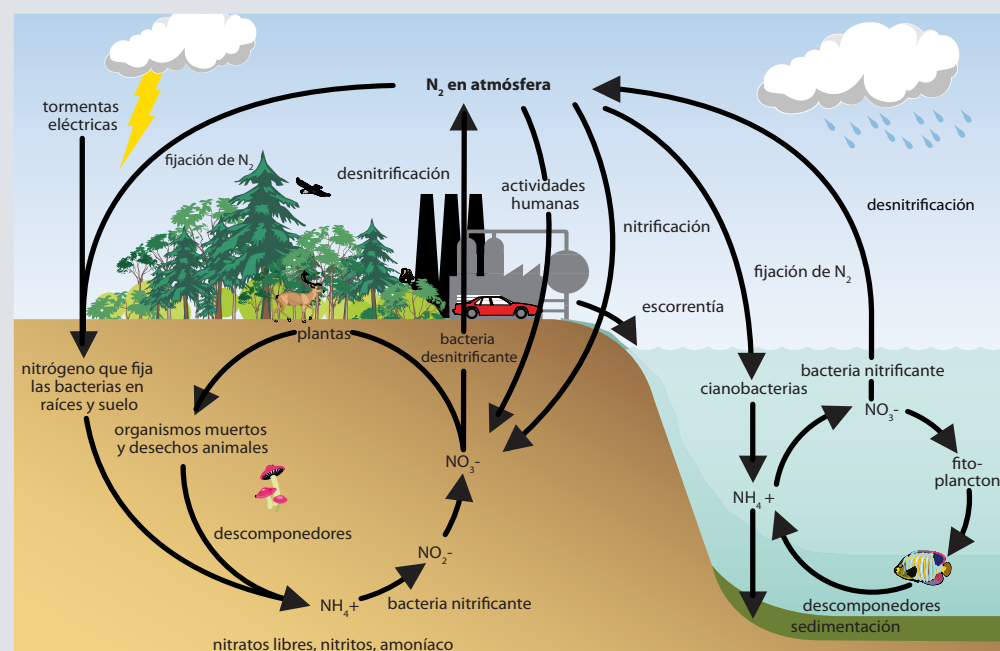
el alga muere y se descompone, utilizando en el proceso el oxígeno disponible. Un estudio reciente encontró que hay más de 400 zonas muertas en las zonas costeras mundiales, la mayoría de las cuales se formaron en la última mitad del siglo pasado. Estas zonas muertas, que cubren un cuarto de millón de kilómetros cuadrados, se encuentran habitualmente en el lugar donde los ríos descargan grandes cantidades de fertilizantes y aguas residuales en zonas marítimas relativamente cerradas (Diaz y Rosenberg 2008). Algunos ejemplos son los 20 000 kilómetros cuadrados de zona muerta en el Golfo de México, las aguas parcialmente cerradas entre Japón y Corea, zonas del Mar Negro, las aguas frente a las playas turísticas en el norte del Mar Adriático y en el Mar Báltico, el cual cuenta con la zona muerta más extensa del mundo. El límite de seguridad de fijación de nitrógeno en la atmósfera por actividades humanas se ha estimado en 35 millones de toneladas, menos de un tercio de los niveles actuales. Sin embargo, el nitrógeno mundial utilizado en la agricultura se duplicará hasta cerca de 220 millones de toneladas anuales en 2050 de continuar la tendencia actual (Pearce 2009, Rockström y otros 2009).

Será difícil reducir el uso del nitrógeno en el mundo. La transformación de la agricultura deberá ser tan profunda como la que ya se requiere en otros sectores, para alcanzar los objetivos de reducción de emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, es esencial evitar que los ecosistemas se sobreenriquezcan con nitrógeno hasta convertirse en los equivalentes terrestres de las zonas muertas en los océanos (INI 2009).

### **Otra mirada al uso de las aguas residuales urbanas en la agricultura**

Durante siglos se han utilizado las aguas residuales urbanas en la agricultura. Aún siguen siendo ampliamente aceptadas en algunas partes del mundo como una fuente económica de riego y nutrientes. Aunque generalizado, este uso plantea riesgos para la salud y el medio ambiente. Las aguas residuales sin tratar pueden contener bacterias patógenas, parásitos, virus y metales pesados, además de peligrosos compuestos orgánicos producidos por los seres humanos. Con base en un estudio sobre la agricultura urbana realizado en 53 ciudades de países en desarrollo, el Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI, por sus siglas en inglés), estima que la mitad de los jardines, bordes de caminos y pequeños campos donde se cultivan alimentos en las zonas urbanas y periurbanas de todo el mundo son regados y fertilizados con aguas

**Figura 3: Ciclo del nitrógeno**



El nitrógeno en la atmósfera se convierte ("se fija") de distintas maneras para que pueda ser asimilado por las plantas y otros organismos. Fuente: Adaptado de Michigan Water Research Center

residuales. En particular, la mayoría de los vegetales verdes y perennales se cultivan de esta manera (Raschid-Sally y Jayakody 2008). El IWMI también estima que alrededor de 20 millones de hectáreas de campos en el mundo se riegan con aguas residuales, aunque dicha práctica esté teóricamente prohibida en muchos países. En Pakistán, donde es posible que un cuarto de los vegetales reciban este tipo de riego, los investigadores del IWMI descubrieron que las autoridades de la ciudad de Faisalabad vendían aguas residuales sin tratar a los agricultores durante las épocas de sequía (Scott y otros 2004). En Ghana, la tierra se riega con aguas residuales más que con agua limpia. En Accra, se estima que 200 000 personas consumen a diario vegetales regados con esas aguas (IWMI 2006).

Existen investigaciones recientes que sugieren que los riesgos para la salud podrían ser exagerados en algunos casos. Un estudio de cultivos regados con aguas residuales en la riberia del río Musi, que atraviesa la ciudad de Hyderabad en India, encontró que los indicadores de riesgo eran menores que los que se esperaban. El río Musi recibe un millón de litros de desechos por día, en su mayoría sin tratar.

Se estudiaron seis aldeas aguas abajo que utilizan esa agua para regar la mayoría de sus campos. Se encontraron niveles bajos de anquilostoma y de otras infecciones parasitarias; el agua contenía plomo y cadmio, pero la mayoría del suelo examinado no contenía niveles altos de estos metales pesados y la absorción de las plantas era baja. El estudio concluyó que "contrario a la impresión habitual, las aguas residuales pueden considerarse como un recurso valioso" (Weckenbrock y otros 2009).

Los riesgos pueden cambiar con el tiempo, especialmente cuando los contaminantes tienden a acumularse. Los posibles riesgos para la salud dependen también de la composición del suelo y del contenido de los efluentes. En Irán, un estudio de los cultivos regados con aguas residuales a lo largo del Río Khoshk en la ciudad de Shiraz, mostró que mientras había más materia orgánica en los suelos como resultado del riego, había también una marcada acumulación de cadmio, plomo y otros metales pesados (Salati y Moore 2009).

El IWMI propone realizar esfuerzos para ayudar a los agricultores a usar aguas residuales en forma más segura,

y al mismo tiempo tratar que las aguas residuales sean menos peligrosas. Este enfoque tiene el apoyo de la Organización Mundial de la Salud y de otras organizaciones de la Declaración de Hyderabad (IWMI 2002).

Al respecto, se podrían implementar medidas de seguridad de baja tecnología como el almacenamiento de agua en estanques por algunos días para que los elementos sólidos, que incluyen los huevos de los parásitos intestinales, se depositen en el fondo. Se debe alentar también el lavado de vegetales con agua limpia antes de su venta en los mercados.

Probablemente, una solución a largo plazo sea el tratamiento más centralizado del agua cloacal, como ya se ha adoptado en países donde el riego con aguas residuales tratadas es una práctica aceptada, como por ejemplo en Israel, Jordania y México. Aún utilizando una tecnología más avanzada, el tratamiento no removería los virus, compuestos orgánicos complejos, hormonas y metales pesados. Un estudio sobre campos de Israel regados con aguas residuales tratadas demostró también que los microbios tenían una actividad microbiana más alta, resultante en el agotamiento de la materia orgánica del suelo, lo cual podría tener, a largo plazo, efectos negativos para la calidad del suelo (Juschke y otros 2009).

### CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS

El manejo de los desechos peligrosos es un desafío para muchos países que viven una rápida industrialización. China, cuyo crecimiento económico es el más rápido del mundo, se enfrenta a riesgos para la salud y el medio ambiente asociados con la industrialización. Mientras que los productos químicos juegan un papel económico importante y contribuyen a mejorar el estándar de vida en China, se deben reconocer también los posibles riesgos para la salud. En 2009, hubo mucha preocupación por la contaminación por metales pesados cerca de instalaciones industriales y mineras. Los siguientes casos no son, de ninguna manera, excepcionales entre los países industrializados, pero ilustran el tema de la contaminación por metales pesados.

En septiembre, se comprobó que 121 niños de los 287 examinados en las comunidades de Jiaoyang, Tangxia, y Chongtuo, en la Provincia de Fujian, sufrían de saturnismo. Los niveles de plomo en la sangre eran superiores al nivel de peligro de 100 microgramos por litro, aparentemente como resultado de la exposición a la contaminación proveniente de una fábrica de baterías de ácido y plomo (Zhu y Wang 2009). El caso Fujian fue

uno de los tantos escándalos por casos de saturnismo surgidos durante el año. En agosto, las autoridades de la Provincia de Hunan cerraron una planta industrial y detuvieron a dos gerentes después de una protesta de padres. Más de 1 300 niños se habían enfermado de saturnismo y algunos estaban perdiendo el cabello. La planta había estado operando durante 15 meses, según se informó, sin la aprobación de la oficina local de protección ambiental (BBC 2009).

Unos días antes, en la Provincia de Shaanxi, un grupo de padres irrumpió en los trabajos de la fundidora de plomo y zinc Dongling en la Ciudad de Changing. De los 731 niños examinados, 615 recibieron diagnóstico de saturnismo y 166 fueron hospitalizados.

Todos los niños vivían cerca de la planta. Aunque aparentemente dicha planta cumplía con las normas nacionales de seguridad ambiental, durante el año anterior había emitido 1,11 toneladas de plomo al aire y a los cursos de agua. Esa planta también fue cerrada. Las autoridades distribuyeron laver, ajo, té Wulong y algas para ayudar a eliminar el plomo de los cuerpos de los niños (Bristow 2009, Li 2009).

En otro hecho ocurrido en la provincia de Hunan, los médicos diagnosticaron 500 casos de envenenamiento por cadmio en el municipio de Zhentou, en la ciudad de Liuyang. Este hecho salió a la luz luego de que murieran dos residentes. Cerca de allí, la planta de Changsha



Planta en un lago contaminado cerca de la mina de Daboashan en Shangba, Provincia de Guangdong, China. Las aguas del lago están contaminadas con cadmio, plomo, zinc y otros metales pesados. Crédito: Dreamcatcher

Xianghe, inaugurada en 2003, fabrica sulfato de zinc, un aditivo para la alimentación animal. El cadmio se encuentra con frecuencia en los yacimientos de zinc. Según informaron los medios, la planta de Changsha descargó desechos industriales que contenían cadmio en los cursos de agua utilizados por los pobladores para regar sus cultivos (BBC 2009b, Xinhua 2009).

Cada vez más se admite que el plomo, el cadmio, el zinc y otros metales pesados son una amenaza para la salud humana en las zonas mineras de China. La mina de Dabaoshan, de propiedad estatal, que opera desde 1958, fue objeto de críticas en 2009. La mina descarga

grandes cantidades de agua ácida con contenido de metales, entre ellos el cadmio, lo que ha provocado la muerte de casi toda vida acuática en el río Hengshihe. Los pobladores beben agua de pozo contaminada con cadmio y zinc, y la utilizan para regar sus cultivos de arroz. Un estudio publicado en 2009 reveló que la cantidad de metales presentes en el suelo de los arrozales está por encima de los niveles permitidos en China y que las dietas locales también superan los límites saludables (Zhuang y otros 2009). Otro estudio halló niveles altos de plomo, cadmio y zinc en niños que habitan aguas abajo de la mina. Entre los síntomas,

## Recuadro 2: Abordar los problemas de salud y del medio ambiente con un cambio en el comportamiento de las personas

Algunos problemas de salud y de medio ambiente parecen persistir más allá de lo que se conozca sobre ellos o cuán simples parezcan las soluciones. Según se estima, la contaminación en el interior de las viviendas causada por el humo de los fogones utilizados para cocinar y calefaccionar es uno de los peores asesinos ambientales en el mundo en desarrollo. Cada vez que la gente quema leña, estiércol vacuno y otro tipo de biomasa en espacios cerrados, el impacto sobre los pulmones es catastrófico. No obstante, los investigadores han descubierto que los más afectados pueden ser extremadamente renuentes a adoptar cambios de conducta que, para los demás, parecen muy razonables.

Según la Organización Mundial de la Salud son 3 mil millones de personas las que cocinan en fogones interiores que llenan sus hogares con humo, monóxido de carbono y otros venenos. Habitualmente, las mujeres y los niños pasan entre tres y cinco horas cerca de un fogón. Tres cuartos de las mujeres en Asia Meridional viven de esta manera. El problema es serio, aún en países con un rápido desarrollo industrial. En México, por ejemplo, uno de cada cuatro hogares cocina con combustible de biomasa. Se han diseñado y fabricado cocinas mejoradas, con mayor ventilación y quema más eficiente, que reducen la contaminación. Existen docenas de modelos, muchos de ellos desarrollados por ONG indígenas. Los estudios demuestran que la mayoría de esas cocinas reducen síntomas tales como las dificultades en la respiración, molestias oculares, dolores de cabeza y mejoran el funcionamiento pulmonar de las mujeres que las utilizan. Es posible que, a largo plazo, estas cocinas reduzcan el riesgo de enfermedades graves del pulmón.

El grado de aceptación de estas cocinas mejoradas con frecuencia es bajo. En un estudio realizado en México y publicado en 2009, se dio a las mujeres cocinas Patsari nuevas, con ventilación, las cuales por lo general reducen la contaminación en el interior de la vivienda en un 70 por ciento. Un año después, sólo el 30 por ciento de ellas usaba estas cocinas para la mayoría de sus comidas. Un quinto las usaba ocasionalmente, y la mayoría había vuelto a cocinar en un fogón. El mismo estudio demostró que las mujeres que usaban las



Un artesano calificado puede construir una cocina Patsari en 40 minutos. Desde que se introdujeron estas cocinas, ha mejorado notablemente la salud de las mujeres que las utilizan para cocinar en sus hogares. El uso de estas cocinas ha reducido también la contaminación y el consumo de leña.

Crédito: The Ashden Awards for Sustainable Energy (<http://www.ashdenawards.org>)

cocinas nuevas habían mejorado la salud considerablemente, registrando sólo la mitad de la pérdida del funcionamiento de los pulmones observado en el grupo que cocinaba en fogones.

Los investigadores tratan de entender el por qué de este rechazo. En 2009, un equipo de la Universidad de Stanford, California, descubrió que las mujeres que habitaban en las aldeas de Bangladesh eran perfectamente conscientes del beneficio que las nuevas cocinas traían a la salud, pero eran en extremo conservadoras al momento de adoptar la nueva tecnología. No querían ser "las primeras" en adoptarlas y se sentían limitadas por lo que hacían sus familias, vecinos, amigas y líderes comunales. También contaron a los investigadores que tenían que una cocina nueva pudiera cambiar la opinión de sus maridos con respecto a la comida.

Fuentes: McCann (2009), Romieu y otros (2009)



se pueden mencionar mayor ansiedad, depresión, problemas sociales, dolencias somáticas y dificultades en la concentración (Bao y otros 2009).

Preocupados por la magnitud y la posible cantidad de ese tipo de casos, China ha comenzado la ambiciosa tarea de vigilar las fuentes principales de contaminación. Se ha pedido a miles de empresas que informen sobre sus emisiones. El gobierno sostiene que evaluará las emisiones y emprenderá acciones legales si las empresas presentan datos falsos (Bristow 2008).

En 2009, el director de la Comisión Nacional de Población y Planificación Familiar de China advirtió que los nacimientos con defectos congénitos habían aumentado un 40 por ciento desde 2001. Esto es en parte atribuido a las emisiones provenientes de las industrias químicas y mineras. Se anunció un nuevo programa de detección para las zonas más afectadas (BBC 2009c).

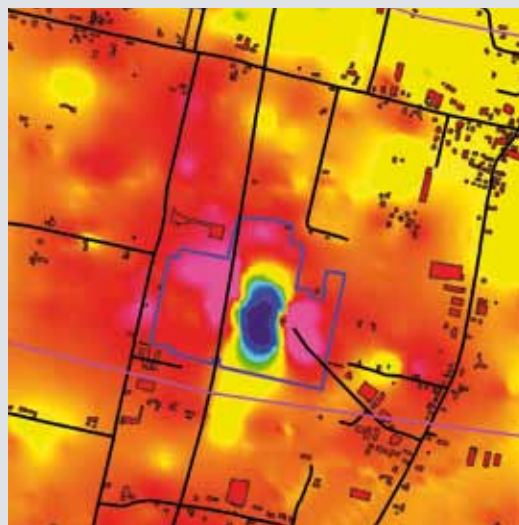
Muchas de las preocupaciones que surgen en China y en otros países de rápido desarrollo industrial se asemejan a aquellas de Europa y América del Norte, varios años atrás. Algunos de estos problemas son más persistentes que otros. En lo concerniente al envenenamiento por metales pesados como el plomo y el cadmio, por ejemplo, China está lejos de ser la única que enfrenta problemas relacionados con la exposición a metales pesados. El Organismo Internacional de Energía Atómica calcula que alrededor de 120 millones de personas en el mundo están expuestas a concentraciones de plomo potencialmente peligrosas en el aire, el suelo y el agua. En alrededor de 80 países se han encontrado niveles peligrosos de plomo en la sangre de los niños. La mayor parte de este plomo está asociada con la fundición ilegal o mal reglamentada de baterías de ácido y plomo (IAEA 2009) (**Recuadro 2**).

## MIRADA AL FUTURO

En los últimos años, el rápido proceso de industrialización de muchas economías en desarrollo ha tenido un impacto muy importante en cuanto al origen de las sustancias nocivas y al destino de los desechos peligrosos. Los materiales tóxicos y los flujos de desechos que antes estaban localizados en un puñado de países industrializados se encuentran, actualmente, mucho más diseminados.

Los críticos comparan la rápida introducción de los nanomateriales, entre ellos, los empleados en productos alimenticios y sus envases, con los organismos modificados genéticamente (OMG) en la década de los

### Recuadro 3: Sensor remoto de rellenos sanitarios



Crédito: Sonia Silvestri

Los desechos tóxicos de los rellenos sanitarios pueden filtrarse en el agua y el suelo. Nadie sabe cuántas bombas de tiempo de estos tóxicos hay en el mundo. Una nueva tecnología puede ayudar a descubrir rellenos sanitarios ocultos sin necesidad de desenterrarlos. Los estudios publicados en 2009 demuestran que se pueden localizar desechos enterrados ilegalmente desde la superficie o aun desde el aire, usando técnicas de radar para penetración del suelo por las que se inducen campos eléctricos y magnéticos en el suelo utilizando una bobina transportada en un helicóptero.

En el norte de Italia, cerca de Padua, se ha utilizado este método para rastrear la fuente de tóxicos líquidos que se filtraban en provisiones de agua potable desde un vertedero. Un investigador en Irlanda del Norte ha informado el hallazgo de 4 cementerios de desechos peligrosos en turberas.

Fuentes: Biotto y otros (2009), Ruffel y Kulassa (2009), Silvestri (2009)

90. Como en el caso de los OMG, muchas personas sienten que hasta el momento las evaluaciones de riesgo y peligrosidad, y la reglamentación estatal han sido inadecuadas (EFSA 2009, Nanoproject 2009c, Sutcliffe 2009, Taylor 2008). El análisis de las “diferencias y similitudes entre las biotecnología, la nanotecnología y otras tecnologías emergentes, puede resultar revelador a la luz de la polinización cruzada y de la posible convergencia entre estos campos” (Palmberg y otros 2009). En el futuro, el intercambio de información y el debate mundial de aquellos involucrados en todas las formas de nanotecnología, serán cruciales para enfrentar los riesgos potenciales y los ya conocidos.

Los gobiernos y la sociedad civil continuarán reclamando información más detallada y mayor acceso a la misma (**Recuadro 3**). Por ejemplo, en septiembre de 2009, el Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, incorporó el principio de “química verde” entre los principios esenciales para la reforma de la legislación de gestión de productos químicos. Este principio reconoce que se deben reforzar las medidas para asegurar la transparencia de la información y el acceso público a la misma.

En 2010, el Convenio de Estocolmo revisará la posibilidad de agregar el endosulfán a la lista de contaminantes orgánicos persistentes (COP) a ser retirados (Stockholm 2009b). También a nivel mundial,

la Primera Reunión Extraordinaria de las Conferencias de las Partes de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo se realizará en forma coordinada con la Undécima Sesión Extraordinaria del Consejo de Administración del PNUMA/ Foro Ministerial Mundial sobre el Medio Ambiente en 2010.

Existe apoyo político de primer nivel para incrementar la cooperación y coordinación entre estas tres convenciones sobre productos químicos y desechos (véase el capítulo Gobernanza ambiental).

La Iniciativa Internacional del Nitrógeno, red de científicos, tiene proyectado un importante encuentro en Delhi para finales de 2010, con el objetivo de enfrentar el desafío de reducir los flujos de nitrógeno en el medio ambiente (INI 2009). Se espera también que en 2010 se examinen con mayor profundidad las normas que regulan el tráfico de desechos. Manejados de manera adecuada, la mayoría de los desechos pueden convertirse en valiosos recursos naturales. Esto incluye las aguas residuales, que constituyen una fuente de riego y fertilización vitales en algunos países. A medida que el agua se vuelva más escasa en muchas partes del mundo, habrá mayor necesidad de observar esta práctica centenaria y estudiar cómo hacerla lo más segura posible.

## REFERENCIAS

- Alaee, M., Arias, P., Sjödin, A. and Bergman, A. (2003). An overview of commercially used brominated flame retardants, their applications, their use patterns in different countries/regions and possible modes of release. *Environment International*, 29(6), 683-689
- Bao, Q.S.Q.S., Lu, C.-Y., Song, H., Wang, M., Ling, W., Chen, W.-Q., Deng, X.-Q., Hao Y.-T. and Rao, S. (2009). Behavioural development of school-aged children who live around a multi-metal sulphide mine in Guangdong province, China: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 9, 217
- BBC (2009a). Hundreds ill near China smelter. BBC News Online, 20 August 2009
- BBC (2009b). Chinese factory poisons hundreds. BBC News Online, 3 August 2009
- BBC (2009c). China birth defects up sharply. BBC News Online, 1 February 2009
- Biotto, G., Silvestri, S., Gobbo, L., Furlan, E., Valenti, S. and Rosselli, R. (2009). GIS, multi-criteria and multi-factor spatial analysis for the probability assessment of the existence of illegal landfills. *International Journal of Geographical Information Science*, 23, 1233-1244
- Bristow, M. (2008). China to log its worst polluters. BBC News Online, 29 February 2008
- Bristow, M. (2009). China villagers storm lead plant. BBC News Online, 17 August 2009
- CAI (2009). Computer Aid International web site
- ChemSec (2009). Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants press release: Mixed results from Geneva Conference. International Chemical Secretariat. Göteborg, Sweden, 11 May 2009
- Chen, D., Mai, B., Song, J., Sun, Q., Luo, Y., Luo, X., Zeng, E.Y. and Hale, R.C. (2007). Polybrominated Diphenyl Ethers in Birds of Prey from Northern China. *Environmental Science and Technology*, 41(6), 1828-1833
- Connolly, L. (2009). Endocrine disrupting toxins. Queen's University Belfast web site
- Day, M. (2009). Skulls found on Mafia ship laden with toxic waste. *The Independent*, 26 September 2009
- Diaz, R.J. and Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321(5891), 926-9
- Dowling, A., Clift, R., Grobert, N., Hutton, D.D., Oliver, R., O'Neill, B.O., Pethica, J., Pidgeon, N., Porritt, J., Ryan, J., Seaton, A., Tendler, S., Welland, M. and Wharmore, R. (2004). *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. Royal Society and Royal Academy of Engineering, London
- Duhigg, C. (2009). Debating how much weed killer is safe in your water glass. *The New York Times*, 23 August 2009
- EEA (2009). *Waste without borders in the EU? Transboundary shipment of waste*. European Environment Agency, Report No 1/2009
- EFSA (2009) The Potential Risks Arising from Nanoscience and Nanotechnologies on Food and Food Safety. European Food Safety Authority web site
- Erisman, J.W., Sutton, M.A., Galloway, J., Klimont, Z. and Winiwater, W. (2008). How a century of ammonia synthesis changed the world. *Nature Geoscience*, 1, 636-639
- Ermolieva, T., Winiwater, W., Fischer, G., Cao, G.-Y., Klimont, Z., Schöpp, W., Li, Y. and Asman, W.A.H. (2009). Integrated nitrogen management in China. International Institute for Applied Systems Analysis, Interim report 09-005, August 2009
- Estrada, R. (2009). California sticks toe in green chemistry pond. *Science and Environment*, 27 July 2009
- FoE (2009). Fact Sheet: Brief Background Information on Nanoparticles in Sunscreens and Cosmetics. Friends of the Earth web site, March 2009
- G8 (2009). Ministerial Statement: Children's Health and the Environment. Syracuse Environment Ministerial Meeting, 24 April 2009
- Greenpeace (2009). Where does e-waste end up? Greenpeace web site
- Gue, L. and MacDonald, E. (2007). *Issue Background: Proposed PBDE regulations, DecaBDE, and Notice of Objection*. Sierra Legal and David Suzuki Foundation, May 2007
- Hardell, L., van Bavel, B., Lindström, G., Eriksson, M. and Carlberg, M. (2006). In utero exposure to organic pollutants in relation to testicular cancer risk. *International Journal of Andrology*, 29, 228-234
- Hites, R.A. (2004). Polybrominated diphenyl ethers in the environment and in people: a meta-analysis of concentrations. *Environmental Science & Technology*, 38, 945-956
- IAEA (2009). IAEA Helps Developing Countries Tackle Lead and other Heavy Metal Pollution, International Atomic Energy Agency press release
- INI (2009). N2010: Reactive Nitrogen: Management for Sustainable Development Science, Technology and Policy. International Nitrogen Initiative Conference web site
- ISO (2009a) ISO/TR 12885:2008 Nanotechnologies-Health and safety practices in occupational settings relevant to nanotechnologies. International Organization for Standardization, Geneva
- ISO (2008b) ISO/TS 27687:2008 Nanotechnologies-Terminology and definitions for nano-objects-Nanoparticle, nanofibre and nanoplate. International Organization for Standardization, Geneva
- IWMI (2002). Reuse of Wastewater for Agriculture: The Hyderabad Declaration on Wastewater Use in Agriculture. Hyderabad, India, 14 November 2002. International Water Management Institute web site
- IWMI (2006). *Recycling Realities: managing health risks to make wastewater an asset*. International Water Management Institute. Water Policy Briefing 17
- Juschke, E., Marschner, B., Chen, Y. and Tarchitzky, J. (2009). Effects of treated wastewater irrigation on contents and dynamics of soil organic carbon and microbial activity. *Geophysical Research Abstracts*, 11, EGU2009-4780
- Kam, B., Kuiken, T. and Otto, M. (2009). Nanotechnology and In situ Remediation: A Review of the Benefits and Potential Risks. *Environmental Health Perspectives* online, 23 June
- Kelly, B. (2009) Small concerns: nanotech regulations and risk management. SPIE newsletter, 2 December 2009
- Kimbrough, K.L., Lauenstein, G.G., Christensen, J.D. and Apeti, D.A. (2008). *An Assessment of Two Decades of Contaminant Monitoring in the Nation's Coastal Zone. National Status and Trends: Mussel Watch Program*. US National Oceanic and Atmospheric Administration, Technical Memorandum NOS NCCOS 74
- Kotz, A., Malsch, R., Kypke, K. and Oehme, M. (2005). PBDE, PBDD/F and mixed chlorinated-brominated PXDD/F in pooled human milk samples from different countries. *Organohalogen Compd.*, 67, 1540-1544
- Law, R.J., Herzke, D., Harard, S., Morris, S., Bersuder, P., Alchin, C. R. (2008). Levels and trends of HBCD and BDEs in the European and Asian environments. *Chemosphere*, 73, 223-241
- Leung, A.O.W., Luksemburg, W.J., Wong, A.S. and Wong, M.H. (2007). Spatial distribution of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in soil and combustion residue at Guiyu. *Environmental Science and Technology*, 41, 2730-2737
- Li, S. (2009). Lead poisoning highlights development dilemma in China. China.org, 20 August
- Luo, Y., Luo, X.J., Lin, Z., Chen, S.J., Liu, J., Mai, B.X., Yang, Z.Y. (2009). Polybrominated diphenyl ethers in roof and farmland soils from an e-waste recycling region in Southern China. *Science of the Total Environment*, 407(3), 1105-1113
- Lux (2009). *Overhyped Technology Starts to Reach Potential: Nanotech to Impact \$3.1 Trillion in Manufactured Goods in 2015*. Lux Research, New York
- Maynard, A. (2009). A Beacon or Just a Landmark, The Responsible Nano Forum, London
- McCann, A. (2009). *Combating indoor air pollution in Bangladesh*. Stanford University, 25 September
- Milmo, C. (2009). How a cargo of rubbish became a crime scene that shames Britain. *The Independent*, 23 September 2009
- Mulholland, P.J., Helton, A.M., Poole, G.C., Hall, R.O., Hamilton, S.K., Peterson, B.J., Tank, J.L., Ashkenas, L.R., Cooper, L.W., Dahm, C.N., Dods, W.K., Findlay, S.E.G., Gregory, S.V., Grimm, N.B., Johnson, S.L., McDowell, W.H., Meyer, J.L., Valett, H.M., Webster, J.R., Arango, C.P., Beaulieu, J.J., Bernot, M.J., Burgin, A.J., Crenshaw, C.L., Johnson, L.T., Niederlehner, B.R., O'Brien, J.M., Potter, J.D., Shalley, R.W., Sobota, D.J. and Thomas, M.S. (2008). Stream denitrification across biomes and its response to anthropogenic nitrate loading. *Nature*, 452, 202-205
- Nanotechproject (2009a). The Project on Emerging Nanotechnologies: Consumer Products: An inventory of nanotechnology-based consumer products currently on the market
- Nanotechproject (2009b). The Project on Emerging Nanotechnologies: Nanoremediation Map
- Nanotechproject (2009c). The Project on Emerging Nanotechnologies: Agriculture and food
- NRC (2009). *Review of Federal Strategy for Nanotechnology-Related Environmental, Health and Safety Research*. National Research Council, Washington, D.C.
- OECD (2008) *Current Developments/Activities on the Safety of Manufactured Nanomaterials/ Nanotechnologies*. Organisation for Economic Cooperation and Development web site
- OECD (2009a). *Conference on Potential Benefits of Nanotechnology: Fostering Safe Innovation-Led Growth*. Background Paper. Organisation for Economic Cooperation and Development web site
- OECD (2009b). Organisation for Economic Cooperation and Development, Safety of Manufactured Materials web site
- Palmberg, C., Dennis, H. and Miguet, C. (2009). *Nanotechnology: An overview based on indicators and statistics*. STI Working Paper 2009/7 Statistical Analysis of Science, Technology and Industry, Directorate for Science, Technology and Industry, Organisation for Economic Co-operation and Development
- Pearce, F. (2009) The Nitrogen Fix Breaking a Costly Addiction. Yale Environment 360 web site, 5 November 2009
- Phoenix, G.K., Hicks, W.K., Corderby, S., Kuylenstierna, J.C.I., Stock, W.D., Dentener, F.J., Giller, K.E., Austin, A.T., Lefroy, R.D.B., Gimeno, B.S., Ashmore, M.R. and Ineson, P. (2006). Atmospheric nitrogen deposition in world biodiversity hotspots. *Global Change Biology*, 12, 1-7
- PRIME-TASS (2009). Medvedev says Russia should become leader in nanotechnologies. PRIME-TASS, 6 October 2009
- Raschid, S.L. and Jayakody, P. (2008). *Drivers and characteristics of wastewater agriculture in developing countries: results from a global assessment*. International Water Management Institute Research Report 127
- Roberts, E.M., English, P.B., Grether, J.K., Windham, G.C., Somberg, L. and Wolff, C. (2007). Maternal residence near agricultural pesticide applications and autism spectrum disorders among children in the California Central Valley. *Environmental Health Perspectives*, 115, 1482-9
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin III, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Fole, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. and Foley, J.A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-5
- Rohr, J.R. and McCoy, K.A. (2009). A qualitative meta-analysis reveals consistent effects of atrazine on freshwater fish and amphibians. National Institute of Environmental Health Sciences. *Environmental Health Perspectives*, 23 Sept. 2009
- Romieu, I., Riojas-Rodríguez, H., Marrón-Mares, A.T., Schilman, A., Perez-Padilla, R. and Masera, O. (2009). Improved biomass stove intervention in rural Mexico. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 180, 649-656
- Rosenthal, E. (2009). Smuggling Europe's waste to poorer countries. *The New York Times*, 26 Sept. 2009
- Royal Society (2005) *Report of workshop on potential health, environmental, and societal impacts of nanotechnologies*. London, 25 November 2005
- Ruffell, A. and Kulesha, B. (2009). Application of geophysical techniques in identifying illegally buried toxic waste. *Environmental Forensics*, 10, 196-207
- Rusiecki, J.A., De Roos, A., Lee, W.J., Dosemeci, M., Lubin, J.H., Hoggan, J.A., Blair, A. and Alavanja, M.C.R. (2004). Cancer incidence among pesticide applicators exposed to atrazine in the agricultural health study. *Journal of the National Cancer Institute*, 96, 1375
- Saito, T. (2009). *Children's Health and the Environment*. Syracuse Environment Ministerial Meeting, April 2009
- Silvestri, S., Viezzoli, A., Edsen, A., Auken, E. and Giada, M. (2009). *The use of remote and proximal sensing for the identification of contaminated landfill sites*. Proceedings Sardinia 2009, Twelfth International Waste Management and Landfill Symposium
- Sayed, H., Dewan, A., Bhatnagar, V., Shenoy, U., Shenoy, R., Rajmohan, H., Patel, K., Kashyap, R., Kulkarni, P., Pajan, B. and Lakkad, B. (2004). Effect of endosulfan on male reproductive development. *Environmental Health Perspectives*, 111, 1958-1962
- Salati, S. and Moore, F. (2009). Assessment of heavy metal concentration in the Khoshk River water and sediment, Shiraz, Southwest Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 7 May 2009
- SCENIHR (2009). *Risk Assessment of Products of Nanotechnologies*. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. 19 January 2009
- Schenker, U., Sotemann, F., Scheringer, M. and Hungerbühler, K. (2008). Modeling the environmental fate of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs): The importance of photolysis for the formation of lighter PBDEs. *Environmental Science and Technology*, 42, 9244-9249
- Scott, C., Faruqi, N.I. and Raschid, L. (eds.) (2004). *Wastewater use in irrigated agriculture: confronting the livelihood and environmental realities*. International Development Research Centre
- Sekula-Wood, E. (2009). Rapid downward transport of the neurotoxin domoic acid in coastal waters. *Nature Geoscience*, 2, 272-275
- Siva, M.H. and Gammon, D. (2009). An assessment of the developmental, reproductive and neurotoxicity of endosulfan. *Birth Defects Res. B. Dev. Reprod. Toxicol.*, 86, 1-28
- Steiner, A. (2009). Speech by Achim Steiner, UN Environment Programme (UNEP) Executive Director at the Helsinki Chemicals Forum, 28 May 2009
- Stockholm Convention (2009a). Stockholm Convention press release: Governments unite to step-up reduction on global DDT reliance and add nine new chemicals under international treaty, 9 May 2009
- Stockholm Convention (2009b). Stockholm Convention press release: Endosulfan and other chemicals being assessed for listing under the Stockholm Convention, 16 October 2009
- Sutcliffe, H. (2009). A Beacon or Just a Landmark, Responsible Nano Forum, London
- Takimoto, H. and Tamura, T. (2006). Increasing trend of spina bifida and decreasing birth weight in relation to declining body mass index of young women in Japan. *Medical Hypotheses*, 67, 1023-1026
- Taylor, Michael J. (2008). *Assuring the Safety of Nanomaterials in Food Packaging: The Regulation Process and Key Issues*. Woodrow Wilson International Center for Scholars, Association of Food, Beverage and Consumer Products Companies, and Project on Emerging Nanotechnologies
- UN (2009). Toxic wastes caused deaths, illnesses in Côte d'Ivoire – UN expert. United Nations press release, 16 September 2009
- UNESCO (2007). *Human alteration of the nitrogen cycle*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization UNESCO/SCOPE Policy Brief No. 4, April 2007
- US EPA (2009a). *Nanomaterials Research Strategy*. US Environmental Protection Agency. EPA 620/K-09/011
- US EPA (2009b). Research Development: Very Small Offers Big Cleanup Potential (news story). US Environmental Protection Agency
- US EPA (2009c). Atrazine Updates. US Environmental Protection Agency
- US EPA (2009d). Essential Principles for Reform of Chemicals Management Legislation. US Environmental Protection Agency
- Verreault, J., Gabrielsen, G.W., Chu, S., Muir, D.C.G., Andersen, M., Hamaed, A. and Letcher, R.J. (2005). Flame Retardants and Methoxylated and Hydroxylated Polybrominated Diphenylethers in Two Norwegian Arctic Top Predators. *Environ. Sci. and Technol.*, 39, 6021-6028
- Vitousek, P.M., Naylor, R., Crews, T., David, M.B., Drinkwater, L.E., Holland, E., Johnes, P.J., Katzenberger, J., Martinelli, L.A., Matson, P.A., Nziuguheba, G., Ojima, D., Palm, C.A., Robertson, G.P., Sanchez, P.A., Townsend, A.R. and Zhang, F.S. (2009). Nutrient imbalances in agricultural development. *Science*, 324(5934), 1519-1520
- Wickenbrock, P., Prof. Dr. Drescher, A., Dr. Amersinghe, P., Dr. Simmons, R.W. and Jacobi, J. (2009). Lower than expected risks of wastewater irrigated agriculture along the Musi River, India. Second German-Indian Conference on Research for Sustainability, April. United Nations University, Bonn
- Wen, S., Yang, F.-X., Gong, Y., Zhang, X.-L., Hui, Y., Li, J.-G., Lui, A.-L., Wu, Y.-N., Lu, W.-Q. and Xu, Y. (2008). Elevated Levels of Urinary 8-Hydroxy-2'-deoxyguanosine in Male Electrical and Electronic Equipment Dismantling Workers. *Environ. Sci. and Technol.*, 42, 4202-4207
- Woodrow Wilson International Center for Scholars (2008). Project on Emerging Nanotechnologies Consumer Product Inventory
- Xinhua (2009). 509 sickened in chemical plant pollution in central China city. Xinhua Online, 3 August 2009
- Zhu, X. and Wang, Q. (2009). Tests confirm widespread lead poisoning. *China Daily*, 28 September 2009
- Zhuang, P., Zou, B., Li, N.Y. and Li, Z.A. (2009). Heavy metal contamination in soils and food crops around Dabaooshan mine in Guangdong, China: implications for human health. *Environmental Geochemistry and Health* 31(6), 707-715

# Cambio climático

La mayor comprensión de los efectos de las crecientes concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero en los sistemas de la Tierra se debe a la atención prestada a los impactos regionales, así como a los resultados de los monitoreos internacionales. Entre las principales preocupaciones se encuentran las consecuencias del derretimiento del hielo para el nivel del mar, la repercusión de la acidificación del océano en los ecosistemas marinos, y los riesgos presentados por la expansión del cinturón tropical para la agricultura mundial y el abastecimiento de agua.



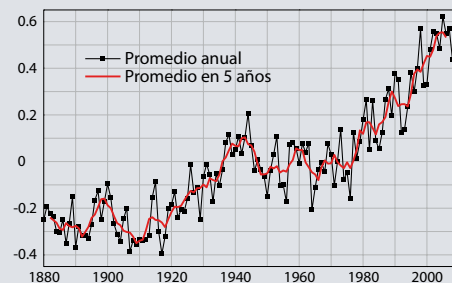
Muchos de los glaciares en las márgenes de las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida han comenzado a fluir más rápidamente. Por esta razón, está creciendo su contribución al aumento del nivel del mar.

*Crédito: Lisa Ross*

## INTRODUCCION

La temperatura global promedio del aire en la superficie continúa una marcada tendencia ascendente (**Figura 1**). Los años 2000-2009 constituyen la década más cálida desde la instrumentación de los registros de temperatura mundial, a mediados del siglo XIX (NCDC 2009, WMO 2009). Según los estudios del Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS), el año 2005 sigue siendo el más cálido registrado. El año 2009 resultó el segundo más cálido junto a un grupo integrado por los años 1998, 2002, 2003, 2006 y 2007, completando a su vez la década más cálida (GISS 2000a). En 2009, los efectos de enfriamiento atribuidos al ciclo La Niña se vieron debilitados mientras que se desarrollaba un sistema El Niño en el este del Pacífico (NCDC 2009) (**Recuadro 1**).

**Figura 1:** Cambio en la temperatura global del aire en superficie



La temperatura global promedio del aire en la superficie aumentó entre 1951 y 1980. El período 1951-1980 se utiliza como valor de referencia en el gráfico.

*Fuente: GISS (2009b)*

## DERRETIMIENTO DEL HIELO

Las temperaturas más cálidas en los océanos provocan la expansión termal de su volumen. Estimaciones recientes sugieren que la expansión termal en la capa superior de 700 metros en los océanos representa un promedio de crecimiento global en el nivel del mar de alrededor de 0,52 milímetros (mm) por año entre 1961 y 2003, es decir, a 2,1 centímetros (cm) durante este período de 42 años (Domingues y otros 2008).

Otro proceso que ocasiona el aumento en el nivel del mar es el agregado de la masa de agua proveniente del hielo terrestre. El derretimiento de los glaciares y los casquetes de hielo, así como el de las vastas capas de hielo de Groenlandia y Antártida, elevan el nivel del mar cuando su masa de agua entra al océano en calidad de agua de deshielo o de icebergs (Pritchard y otros 2009, Steig y otros 2009, Velicogna 2009). La pérdida del hielo terrestre hacia el océano puede darse a través del derretimiento de los glaciares y las capas de hielo debido al forzamiento directo de la temperatura. El hielo también puede llegar al océano a través de los cambios en los índices y patrones de movimiento de los glaciares y en las capas de hielo, que trasladan el hielo directamente al océano en forma de icebergs (Holland y otros 2008). La dinámica de los glaciares y las capas de hielo puede producir un rápido aumento en el nivel del mar, dado que el aumento en el flujo de glaciares y el desprendimiento de icebergs no están relacionados de manera lineal con los aumentos de temperatura. No obstante, puede estar relacionado con el cambio climático, acelerándose de manera abrupta e irreversible las descargas al océano (Bamber y otros 2009, Pfeffer y otros 2008).

La evidencia geológica sugiere que los cambios dinámicos en las capas de hielo han contribuido en el pasado con las etapas de aumento considerable en el nivel del mar. La mayoría de las investigaciones sobre los cambios dinámicos, incluidos los desprendimientos acelerados de icebergs, se ha concentrado en los



## Recuadro 1: Atribución

Los responsables de formular políticas están buscando respuestas para explicar por qué el clima está evolucionando de la manera en que lo hace. En otras palabras, están buscando a qué atribuir las causas de las variaciones y el cambio climático observados. Para determinar cómo atribuirlos, los científicos confían en varios tipos de evidencias y métodos, entre ellos, la modelización y los conjuntos de datos (NOAA 2009).

Existen varias explicaciones posibles para el cambio climático. Las fuerzas externas (la variación solar, las erupciones volcánicas y las interferencias humanas en fuentes y sumideros de carbono o en la reflectividad) introducen nuevas energías o materiales desde fuera del sistema del clima. Las fuerzas internas incluyen procesos relacionados principalmente con las interacciones dentro de la atmósfera y otros procesos que involucran distintos componentes del sistema climático, tales como los ciclos de El Niño o La Niña. Antes de atribuir un estado climático a la interferencia humana, es necesario determinar si dicho estado puede haber resultado de un forzamiento natural externo o solo de variaciones internas (NOAA 2009).

Los científicos dividen las actividades humanas que influyen en el cambio climático en tres tipos, que se relacionan y superponen entre sí: emisiones de gases de efecto invernadero, emisiones de aerosol y cambios en el uso de la tierra.

Los gases de efecto invernadero (GEI) son emitidos por el transporte, la industria, la agricultura y otros sectores. Representan aproximadamente dos tercios de la carga de forzamiento radiativo, o de las influencias en los cambios en el equilibrio de la energía de la Tierra, durante el siglo XX y con anterioridad al mismo. Entre los GEI, que persisten por décadas y hasta siglos, se encuentran el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y un número de compuestos fabricados por los seres humanos, tales como los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ). En la actualidad, más de la mitad de las emisiones de GEI provienen de las centrales eléctricas, la producción y el uso de combustibles fósiles, la producción de cemento, la eliminación de desechos y el sector de la construcción (IPCC 2007).

Los aerosoles son suspensiones de diminutas partículas sólidas y líquidas que entran en la atmósfera por la agricultura de corta y quema, el uso de combustibles de biomasa y diesel, y por otras fuentes que a menudo producen hollín o carbono negro. Los aerosoles y el polvo pueden acumularse en la atmósfera y formar nubes que impiden que la radiación llegue a la superficie de la Tierra. También pueden aumentar el forzamiento radiativo, dependiendo del tamaño de las partículas, sus atributos físicos y la ubicación en la atmósfera o la superficie del planeta (IPCC 2007).

Entre los cambios en el uso de la tierra se encuentran la deforestación y los incendios forestales, la destrucción de los humedales y los cambios en la reflectancia de la superficie de la tierra. La agricultura, en especial la ganadería y la producción irrigada de arroz, es responsable de importantes emisiones de metano (IPCC 2007).

Durante las últimas dos décadas, ha crecido la atribución del calentamiento global a los efectos acumulativos de esas actividades. Esto puede demostrarse al comparar las conclusiones de los informes de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). En 1990, el primer informe de evaluación señaló cautelosamente: "La dimensión de este calentamiento guarda coherencia con las predicciones de los modelos climáticos, pero también tiene la misma magnitud que la variabilidad natural del clima. Por lo tanto, el aumento observado podría deberse en gran parte a esa variabilidad natural. Como alternativa, esa variabilidad y otros factores humanos podrían haber compensado un calentamiento de efecto invernadero incluso mayor provocado por humanos. Una mejor detección inequívoca del efecto invernadero probablemente no suceda en la próxima década o más" (IPCC 1990).

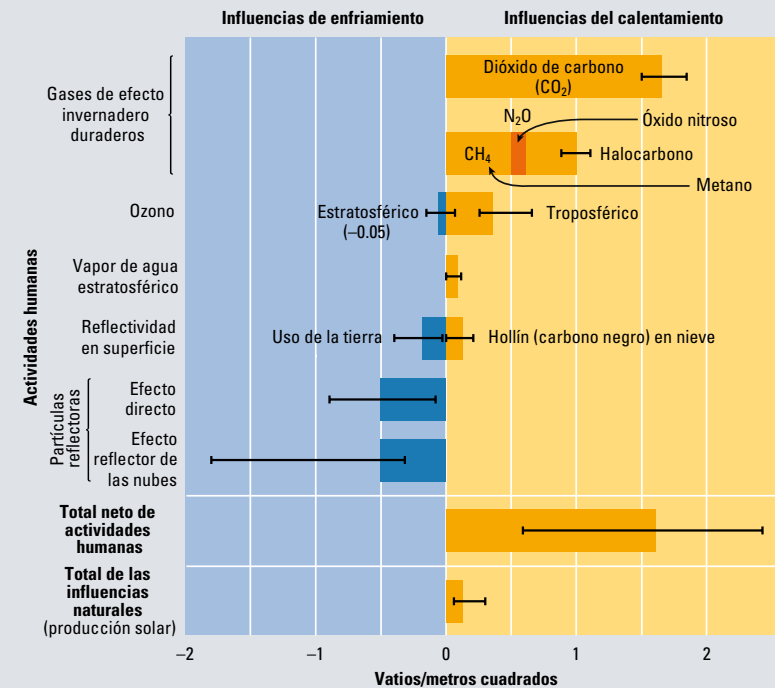
El segundo informe de evaluación de 1995 fue más allá: "Nuestra capacidad para cuantificar la influencia humana en el clima mundial está actualmente limitada porque la señal esperada está todavía surgiendo del ruido de la variabilidad natural y porque existen incertidumbres en factores clave. Entre ellas se encuentra la magnitud y los patrones de variabilidad natural a largo plazo, y el patrón, en evolución en el tiempo, del forzamiento provocado por los cambios en las concentraciones de los gases de efecto invernadero y aerosoles (y en respuesta a ellos), y los cambios en la superficie de la tierra. No obstante, el peso de la evidencia sugiere que hay una influencia humana apreciable en el clima global" (IPCC 1995).

En 2001, el tercer informe de evaluación demostró un avance en el nivel de confianza: "Dada la nueva evidencia y tomando en cuenta la incertidumbre que aún existe, la mayor parte del calentamiento observado durante los últimos 50 años probablemente haya sido causado por el incremento en las concentraciones

de gases de efecto invernadero." El informe definió "probablemente" como que tiene un 66 por ciento de probabilidades (IPCC 2001).

El cuarto informe de evaluación de 2007 declaró que "la mayor parte del incremento observado en las temperaturas promedio globales desde mediados del siglo XX muy probablemente se deba al aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero antropogénico". Se definió "muy probablemente" como que tiene un 90 por ciento de probabilidades (IPCC 2007).

Actualmente los estudios de atribución se concentran en la coherencia entre las influencias antropogénicas y los cambios climáticos asociados con la temperatura y las precipitaciones, tanto a nivel regional como de ecosistemas. Recientemente, se ha planteado que las influencias antropogénicas son responsables de los cambios en las tendencias de la temperatura polar, en las temperaturas de la superficie marina en las cuencas oceánicas donde se producen los ciclones, en los cambios de hábitat, en la hidrología del oeste de Estados Unidos, y en los sistemas físicos y biológicos, tales como la pérdida de glaciares o los patrones de floración de brotes (Barnett y otros 2008, Gillett y otros 2008a, Gillett y otros 2008b, Kelly y Goulden 2008, Rosenzweig y otros 2008).



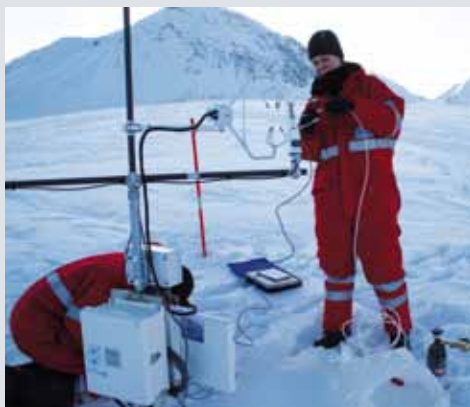
La figura muestra las influencias del calentamiento (barras naranjas) o del enfriamiento (barras azules) de los varios factores que han afectado al clima de la Tierra desde el comienzo de la era industrial, cerca del año 1750, a la actualidad. Las cifras están expresadas en vatios por metro cuadrado. La delgada línea negra en cada barra representa una estimación del rango de incertidumbre. Los factores considerados incluyen a todos los principales factores inducidos por los seres humanos y al sol, que es el único factor natural importante con un efecto a largo plazo en el clima. El efecto de enfriamiento de los volcanes también es natural, pero es un factor de una duración relativamente corta, de dos a tres años. Por lo tanto, no se incluye su influencia en la figura. Existe un efecto de calentamiento neto total de las actividades humanas y un efecto de calentamiento total relativamente menor por parte de las influencias naturales.

Fuente: Adaptado de Karl y otros (2009) y del IPCC (2007)



## Recuadro 2: El Año Polar Internacional

Los resultados del Año Polar Internacional (API), organizado a través del Consejo Internacional para la Ciencia y la Organización Meteorológica Mundial, se siguen publicando. Para cubrir correctamente tanto el Ártico como la Antártida, el API abarcó dos ciclos anuales completos, desde marzo de 2007 a marzo de 2009. Se realizaron más de 200 proyectos de investigación. Miles de científicos de más de 60 países han contribuido de manera considerable al entendimiento, cada vez mayor, de los cambios en los océanos, el hielo, la atmósfera y las áreas terrestres de las regiones polares (IPY 2009).



Calibrado de un sistema de la covarianza Eddy, cerca de Ny-Alesund, Svalbard, Noruega. El sistema Eddy se utiliza para analizar flujos, por ejemplo en los niveles de CO<sub>2</sub> en los ecosistemas terrestres y la atmósfera.

Crédito: Jens-Erwin Siemssen

glaciares y casquetes de hielo. Sin embargo, en años recientes y especialmente en relación con el Año Polar Internacional, han aumentado claramente las investigaciones sobre la dinámica de las capas de hielo, así como la de los glaciares y los casquetes de hielo (Briner y otros 2009, IPY 2009, Pritchard y otros 2009, Bell 2008, Howat y otros 2008, Pfeffer y otros 2008, Rignot y otros 2008) (**Recuadro 2**). Uno de los objetivos más urgentes en la glaciología y en las investigaciones relacionadas con el nivel del mar es lograr comprender los mecanismos de contribución y control al incremento en el nivel del mar por parte de los rápidos cambios dinámicos en glaciares, casquetes y capas de hielo (Bamber y otros 2009, Cazenave y otros 2009, Fletcher 2009, Milne y otros 2009, Meier y otros 2007, Pfeffer y otros 2008).

En la actualidad, se estima que la contribución global al aumento del nivel del mar por parte del derretimiento de hielo es de alrededor de 1,8 a 2,0 mm por año. Esta contribución podría incrementarse si las plataformas de hielo y los glaciares de marea en proceso de reducción

llegaran a liberar hielos de tierra o a iniciar colapsos a gran escala en las partes vulnerables de las capas de hielo (Bamber y otros 2009, Cazenave y otros 2009, Meier y otros 2007).

Todavía no se comprende completamente el adelgazamiento dinámico (pérdida de hielo como resultado del flujo acelerado) ni se ha confirmado su contribución potencial al aumento del nivel del mar. El adelgazamiento dinámico de las capas de hielo a escala continental ha sido monitoreado por medio de repetidas observaciones satelitales de altímetro que miden los cambios en la elevación de la superficie. Sin embargo, hasta el momento, ha habido pocas observaciones sistemáticas de gran precisión (Pritchard y otros 2009, IPCC 2007). La aplicación de nuevas capacidades analíticas ha demostrado que se puede monitorear el adelgazamiento dinámico en los bordes de estas grandes capas de hielo. Un análisis en alta resolución de 2009, basado en 43 millones de mediciones satelitales de la Antártida y 7 millones en Groenlandia entre 2003 y 2007, demostró que los cambios fundamentales en las capas de hielo son consecuencia de la dinámica de los glaciares en las márgenes de los océanos (Pritchard y otros 2009). El adelgazamiento dinámico de las plataformas de hielo y de los glaciares de marea está en pleno proceso, ha alcanzado todas las latitudes en Groenlandia y se ha intensificado en líneas de tierra clave en la Antártida. Este adelgazamiento dinámico ha durado décadas, luego del colapso de la plataforma de hielo. Ha penetrado al interior de cada capa de hielo y se está expandiendo a medida que las plataformas de hielo se reducen por el derretimiento impulsado por el océano (Pritchard y otros 2009, Van den Broeke y otros 2009).

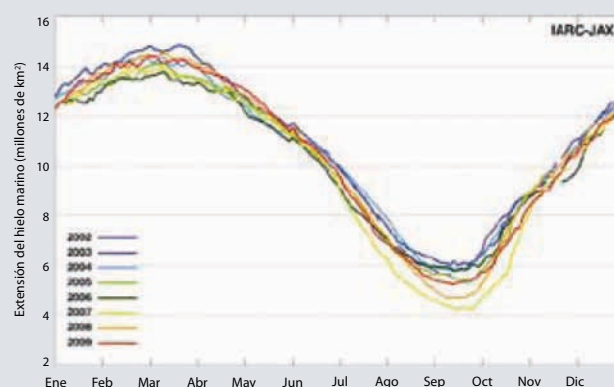
## Transformaciones en el Ártico

El manto de hielo en el océano Ártico ha disminuido notablemente en la última década. El área mínima cubierta hasta ahora se registró en 2007 y el volumen mínimo en 2008 (NSIDC 2009). El área del manto de hielo marino en 2009 fue la tercera más pequeña en los registros. Se recuperó lentamente. En algunos días de noviembre de 2009, el manto de hielo fue el menor registrado para esa fecha (IJIS 2010, NSIDC 2009) (**Figura 2**).

La naturaleza del manto del hielo del Ártico ha cambiado radicalmente en las últimas décadas. El hielo marino se ha vuelto más delgado y más propenso a un rápido derretimiento, con mayores porciones de hielo con uno o dos años de duración. En 1987, el 57 por ciento del hielo de la cuenca del Ártico tenía cinco o más años, y al menos el 14 por ciento tenía nueve o más. En 2007, sólo el 7 por ciento tenía cinco o más años y ninguna porción llegaba a tener nueve años (Haas y otros 2008, Maslanik y otros 2007). En la medida en que el aire húmedo y cálido alimenta los sistemas climáticos subárticos, los cambios en el espesor y la vulnerabilidad del hielo marino tendrán repercusiones de importancia en los sistemas climáticos globales (Serreze y otros 2007).

Dado que el hielo nuevo y delgado se derrite con mayor rapidez, grandes áreas de mar abierto quedan expuestas a la radiación solar en una época más temprana del año, así como al calor durante una temporada más extensa. Se espera que una transferencia superior de calor desde el océano hacia la atmósfera (efecto marino) ayude a moderar las temperaturas frías del otoño y el invierno (Serreze y otros 2007). Mientras el hielo retrocede en las costas, los vientos alcanzan mayores distancias en el mar abierto,

Figura 2: Extensión del hielo del Océano Ártico, 2002-2009



La extensión del hielo marino se calcula como la suma del área de hielo marino que cubre el océano allí donde la concentración del hielo marino excede el 15 por ciento. La mayor extensión se registró en la primavera de 2009, cuando cubrió alrededor de 14,41 millones de km<sup>2</sup> o aproximadamente el 9,67 por ciento de la superficie del planeta. Por lo general, el mínimo se registra en septiembre. El mínimo en septiembre de 2009 fue de 5,36 millones de km<sup>2</sup>.

Fuente: IJIS (2010)

lo que resulta en oleaje más fuerte y en el aumento de la erosión costera (Perovich y Richter-Menge 2009, Mars y Houseknecht 2007).

En años recientes, se han observado cambios considerables en el comportamiento de los ciclones y la circulación atmosférica en el Ártico. Nuevas investigaciones sugieren que los cambios están relacionados con la variabilidad en el manto de hielo de septiembre (Simmonds y Keay 2009). Esto refuerza las teorías que predicen que la disminución y adelgazamiento del hielo Ártico deja a la región vulnerable a futuras anomalías en la actividad ciclónica y al forzamiento atmosférico (Simmonds y Keay 2009).

El clima en latitudes más bajas puede verse afectado por estos cambios en lo alto de la cuenca del Ártico (Serreze y otros 2007). Mediante la combinación de mediciones satelitales sobre la extensión del manto de hielo y las observaciones atmosféricas convencionales, los investigadores han descubierto que la variabilidad en el hielo de verano está asociada con características atmosféricas a gran escala durante el otoño y el invierno siguientes, bien por debajo del Círculo Ártico. Estas pueden incluir el calentamiento y la desestabilización de la baja tropósfera, mayor nubosidad y la disminución del espesor de la gradiente hacia el polo, lo cual debilita las corrientes de aire polares (Francis y otros 2009). El rápido retroceso del manto de hielo del Ártico podría acelerar el calentamiento hasta 1 500 kilómetros tierra adentro, afectando porciones considerables de Groenlandia, Escandinavia, Rusia, Alaska y Canadá. Durante el rápido retroceso del hielo, el calentamiento en tierra puede tener efectos drásticos en los ecosistemas y en las poblaciones humanas que dependen de ellos (Jones y otros 2009, Lawrence y otros 2009).

Las consecuencias del calentamiento climático persistente en los ecosistemas terrestres del Ártico y subártico, y los procesos asociados, son preocupantes. La liberación de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y, más recientemente, de N<sub>2</sub>O en estas regiones se ha acelerado en las últimas décadas (Tarnocai y otros 2009). El *permafrost* del Ártico almacena enormes cantidades de carbono. Tomando en cuenta todas las regiones circumpolares del norte, se estima que estos ecosistemas almacenan el doble de carbono del que está presente en la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub> (Tarnocai y otros 2009, Schuur y otros 2008). El calentamiento en el Ártico ya está causando un aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, lo que sugiere que los procesos de retroalimentación posiblemente ya hayan comenzado (Walter y otros 2007). La evidencia también

demuestra que los depósitos de metano submarinos en el Atlántico Norte se están desgasificando (Westbrook y otros 2009) (Figura 3).

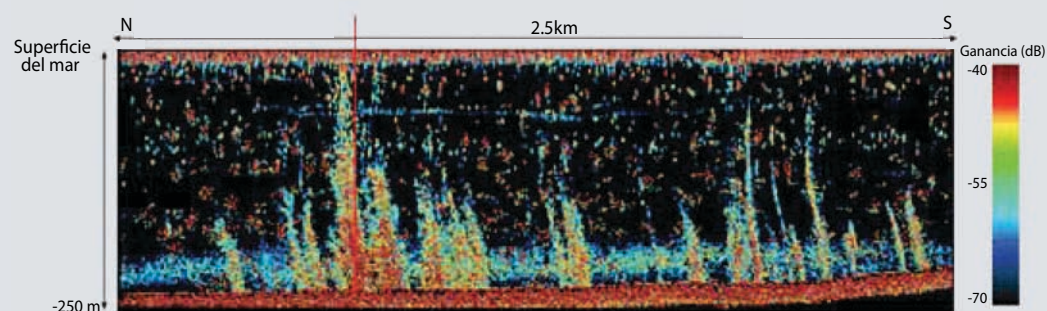
La mayor parte del carbono liberado del deshielo del suelo proviene de la descomposición de materia orgánica (restos de plantas, animales y microbios) acumulada durante miles de años. Esta materia orgánica ha permanecido relativamente estable gracias a las bajas temperaturas en el *permafrost* donde quedó atrapada. Con el descongelamiento del *permafrost*, se crea el termocarst, paisaje de terreno bajo y colapsado con lagos nuevos o agrandados, humedales y cráteres en la superficie (Walter y otros 2007). En este nuevo escenario de deshielo, las tierras altas con buen drenaje y oxígeno disponible para la actividad microbiana por lo habitual constituyen fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub>. En las áreas inundadas y en los lagos donde los microbios anaeróbicos descomponen la materia orgánica, el metano se convierte en la emisión dominante. Las emisiones de carbono provenientes de los ecosistemas terrestres del Ártico están creciendo dado que las temporadas cálidas son más largas y las temperaturas, más altas. El calentamiento también favorece el crecimiento extendido y vigoroso de las plantas, lo cual incrementa el consumo de dióxido de carbono. El efecto de las emisiones del Ártico estarán determinadas por las interacciones de estos procesos relacionados con el clima en la tierra y el mar (Tarnocai y otros 2009, Schuur y otros 2008).

## ACIDIFICACIÓN EN LOS OCEANOS

Las emisiones derivadas del uso de combustibles fósiles aumentaron en un 29 por ciento entre 2000 y 2008 (Le Quére y otros 2009). Una consecuencia muy importante que acarrea el aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera es la acidificación de los océanos. Desde que las emisiones de dióxido de carbono antropogénico comenzaron a incrementarse, los océanos han funcionado como un sumidero de carbono, absorbiendo más de 450 000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> de la atmósfera, lo que representa alrededor de un tercio del total de las emisiones de carbono desde 1750 (Doney y otros 2009). Cuando el agua del mar absorbe el CO<sub>2</sub> se producen cambios químicos que reducen el pH del agua marina y la concentración de ión carbonato. A este proceso se lo conoce comúnmente como acidificación del océano.

La acidificación está afectando a los mariscos y corales en la capa de superficie de los océanos. La disminución en iones de carbonato hace que las estructuras de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) sean vulnerables a la disolución. Se han reducido los hábitats oceánicos propicios para los organismos que incorporan el carbonato de calcio a sus conchas y esqueletos, llamados calcificadores marinos (Doney 2009, Fabry y otros 2008). Algunas proyecciones sugieren que para el año 2070 desaparecerá el agua considerada apta para el crecimiento de corales, como resultado de la acidificación corrosiva (IPCC 2007). Aún no se comprenden claramente los procesos que mezclan las capas oceánicas y distribuyen CO<sub>2</sub> en los diferentes

Figura 3: Distribución de las burbujas de metano que emergen del fondo del Océano Ártico



La figura muestra un fragmento de una medición acústica sonora y ejemplos de columnas de burbujas de metano emergiendo del fondo marino del Ártico. El color de las "burbujas" indica la intensidad de la respuesta acústica. Todas las columnas muestran una deserción hacia el norte, causada por la corriente occidental de Svalbard. La línea marrón indica el fondo marino a una profundidad de 240 metros.

Fuente: Westbrook y otros (2009)

niveles. Los índices futuros de absorción de CO<sub>2</sub> por parte de los océanos son inciertos, mientras que la acidificación podría ocurrir aún más rápido de lo pronosticado recientemente (Raupach y otros 2007). Quedan pendientes importantes interrogantes sobre la cantidad de CO<sub>2</sub> que pueden absorber los océanos (Khatiwala y otros 2009, Le Quére y otros 2009).

La acidificación estacional está sucediendo, pero la absorción del océano de CO<sub>2</sub> antropogénico está extendiendo el área afectada. El agua que puede corroer el aragonito, el más suave de los CaCO<sub>3</sub>, está brotando durante el verano en grandes porciones de la plataforma continental norteamericana (Feely and others 2008). Los investigadores anticipan que se encontrará agua corrosiva en algunos sitios polares y subpolares para el año 2020 (Steinacher y otros 2009).

La acidificación en curso del océano podría dañar a una amplia gama de organismos marinos y a las redes tróficas que dependen de ellos, lo que con el tiempo degradaría todos los ecosistemas marinos (Doney y otros 2009, Fabry y otros 2008). Los estudios de laboratorio sugieren que los moluscos, incluso las especies valiosas para el mercado como los mejillones y las ostras, especialmente sus juveniles, son muy sensibles a estos cambios (Cohen y otros 2009, Kurihara y otros 2009). Las sociedades cuyas economías dependen de los calcificadores marinos podrían experimentar importantes pérdidas financieras e incluso trastornos sociales en las próximas décadas (Cooley y Doney 2009).

El efecto total de la acidificación del océano en el ambiente marino dependerá de las respuestas de los ecosistemas. Incluso en caso de que los organismos calcificadores puedan formar conchas y esqueletos en condiciones elevadas de CO<sub>2</sub>, hacerlo les demandaría energía extra y esto podría reducir los índices de supervivencia y reproducción (Wood y otros 2008). Las pérdidas de plancton, mariscos jóvenes y otros organismos del fondo de la cadena trófica o alimentaria marina afectarán la recolección de especies predatoras importantes económicamente (Cooley y Doney 2009). Al mismo tiempo, las condiciones ácidas dañarán los corales y no permitirán que vuelvan a crecer, destruyendo hábitats marinos cruciales para la alimentación y reproducción (Veron y otros 2009, Hoegh-Guldberg y otros 2007, Lumsden y otros 2007).

Cambios ecológicos que favorecerán un crecimiento excesivo de las algas y una reducción en la diversidad de las especies pueden sobrevenir a las alteraciones de los corales, creando así nuevos ecosistemas que serán

estables, pero dominados por herbívoros y por especies con menor valor comercial. La acidificación del océano ha estado implicada en cambios ecológicos similares, desde corales y otros organismos calcificadores hasta lechos de algas en comunidades donde los niveles de pH están disminuyendo (Norström y otros 2009, Wootton y otros 2008, Hoegh-Guldberg y otros 2007).

Las preocupaciones iniciales sobre la acidificación oceánica se concentraron en la calcificación reducida de los arrecifes de coral y otros organismos calcáreos, pero ahora están apareciendo otras inquietudes. Las concentraciones elevadas de CO<sub>2</sub> disuelto podrían imponer una tensión fisiológica en los animales marinos, perjudicando su desempeño y requiriendo energía que normalmente usarían para moverse, cazar, reproducirse o para lidiar con otras tensiones ambientales, como el calentamiento de los océanos o el agotamiento del oxígeno (Brewer y Peltzer 2009, Guinotte y otros 2008).

### Recuadro 3: Red internacional de observación de la acidificación del océano

Algunos científicos han propuesto un nuevo programa internacional e interdisciplinario para determinar los cambios a gran escala en las propiedades del agua oceánica y las respuestas biológicas asociadas a la acidificación del océano. Este programa consistiría en observación hidrográfica con base en barcos, series temporales de amarras, flotadores y planeadores con un sistema de carbono, sensores de pH y oxígeno y mediciones ecológicas. Se puede cumplir con muchos de los requerimientos para la investigación de la acidificación en áreas de mar abierto mediante la coordinación de futuros planes de investigación sobre el carbono oceánico y sobre las comunidades biológicas, y la incorporación de sensores y amarras adicionales donde sea necesario. En los ambientes costeros, se necesitaría una gran red de nuevas mediciones hidrográficas y ecológicas, amarras y flotadores, que ofrezca un sistema de observación costero de la acidificación oceánica.

Dichas actividades requieren un esfuerzo internacional coordinado de investigación, en estrecha relación con otros programas internacionales de investigación del carbono, como el Proyecto Global del Carbono. Se podrían compartir muchas síntesis, archivos y gestión de datos internacionales con otros programas sobre el océano. Varios países están participando en la investigación de la acidificación del océano y en actividades de monitoreo. Se estima que el costo total de los esfuerzos actuales de la observación relacionada con la acidificación del océano es de alrededor de USD 10 millones anuales. Los costos estimados para un programa internacional expandido, como el propuesto, alcanzan aproximadamente a los USD 50 millones anuales.

Fuente: EPOCA (2009)

Para identificar la mejor solución para estos cambios, es necesario contar con una mayor comprensión sobre el grado de influencia de la acidificación del océano en los procesos críticos fisiológicos o de desarrollo. Esos procesos impulsan la calcificación, la estructura y funcionamiento del ecosistema, la diversidad biológica y, en última instancia, la salud del ecosistema. Hacen falta investigaciones urgentes sobre los efectos sinérgicos producto de la acidificación del océano y demás cambios ambientales inducidos por los seres humanos en las redes tróficas marinas. También son necesarias las investigaciones sobre los posibles efectos de transformación que estos cambios pueden causar en los ecosistemas marinos (Guinotte y otros 2008) (**Recuadro 3**).

La acidificación oceánica está progresando a tasas que superan ampliamente los modelos y las proyecciones. Si bien la capacidad de absorción del océano ha atenuado los efectos de 150 años de emisiones a la atmósfera, la salud del mar está ahora sintiendo esos efectos. El problema de la acidificación oceánica no puede resolverse con la bioingeniería para hacer frente al forzamiento radiativo, como algunos han sugerido (véase el capítulo sobre Eficiencia de recursos). Por lo tanto, para algunos, la acidificación del océano es el "otro" problema del CO<sub>2</sub> (Robock y otros 2009).

### EXPANSIÓN DE TRÓPICOS Y VARIABILIDAD REGIONAL

La modelización y las observaciones directas señalan que desde 1970 el cinturón tropical, que abarca aproximadamente las regiones ecuatoriales, está expandiéndose. La evidencia de las observaciones indica que se ha registrado un ensanchamiento estimado de 1,0 grado de latitud, ~110 kilómetros, por década durante las últimas cuatro o cinco décadas (Reichler 2009). La expansión del cinturón tropical resulta en el desplazamiento de vientos y sistemas de presión hacia los polos en la atmósfera global. Este fenómeno ha sido atribuido a los aumentos en el forzamiento radiativo (Lu y otros 2009). Las tendencias asociadas, que son importantes indicadores del cambio climático, probablemente tengan influencias significativas en los ecosistemas y sociedades (Isaac y Turton 2009, Reichler 2009, Seidel y otros 2008). Estas tendencias afectarán los regímenes climáticos que tradicionalmente han caracterizado a las bandas latitudinales, con una zona de convergencia intertropical modificada y con cambios en las zonas templadas y subtropicales (Isaac y Turton 2009, Reichler 2009, Sachs y otros 2009). El índice de



expansión observado durante los últimos diez años ya ha sobrepasado las proyecciones climáticas para todo el siglo XXI (IPCC 2007). El ensanchamiento de los trópicos tendrá un efecto en cascada, no sólo en los sistemas de circulación a gran escala, sino también en los patrones de precipitaciones que determinan los tipos de ecosistemas, la productividad agrícola y la disponibilidad de recursos hídricos para fines domésticos e industriales. La expansión de la zona tropical conducirá al desplazamiento hacia los polos de las zonas subtropicales, en donde se ubican la mayoría de los desiertos, hacia latitudes más altas. Puede ser que el cambio ya esté en marcha (Isaac y Turton 2009, Johanson y Fu 2009, Lu y otros 2009, Reichler 2009, Sachs y otros 2009, Seidel y otros 2008, Seager y otros 2007).

El agua dulce ya escasea en muchas partes del mundo. Las presiones de la agricultura y la expansión urbana se verán exacerbadas por los cambios esperados en los patrones de temperatura y precipitaciones, producto de los cambios globales

en el clima. En muchas regiones tropicales, más del 90 por ciento de los habitantes trabaja en el sector de la agricultura. Dado que el agua domina la agricultura tropical, la variabilidad en el clima puede ser responsable de la falta de capacidad de recuperación económica en dichas áreas (Isaac y Turton 2009). Por lo tanto en respuesta a sequías más serias, es posible que se dé una migración humana a gran escala, lo que podría llevar a hacinamiento, violencia, aparición de enfermedades y a la presión sobre los recursos de las áreas vecinas (Matthew 2008). La falta de agua sufrida por diferentes comunidades alrededor del mundo está creando serios problemas de seguridad alimentaria (Battisti y Naylor 2009, World Bank 2009, Lobell y otros 2008) (Figura 4).

El sudeste de Australia ha sufrido la escasez de agua por casi una década (Isaac y Turton 2009, Murphy y Timbal 2008). La parte sudoccidental de América del Norte posiblemente ya haya realizado la transición de un clima de sequías esporádicas a sequías perennes (MacDonald y otros 2008). Otras regiones con pronóstico

de sequías persistentes y escasez de agua en los próximos años incluyen el sur y el norte de África, la cuenca del Mediterráneo, gran parte Asia Occidental y una amplia franja entre Asia Central y el subcontinente indio. Esta distribución es similar a la de las regiones con actual estrés hídrico (Isaac y Turton 2009, Solomon y otros 2009, IPCC 2007).

### América del Norte Sudoccidental

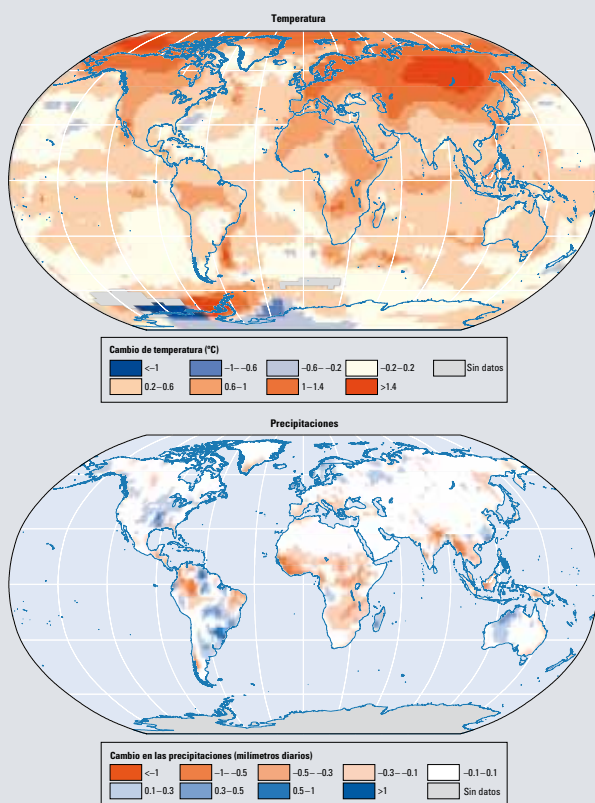
En la región sudoccidental de América del Norte, ya se están convirtiendo en realidad las predicciones de la modelización que preveían una aridez intensificada y un clima más seco y persistente. Algunos investigadores han sugerido que la transición a un clima más árido posiblemente ya esté en marcha. A medida que progrese la transición, la sequía persistente probablemente se convierta en el nuevo clima de la región (Seager y otros 2007).

A diferencia de las sequías de varios años de duración en los años cincuenta en el oeste norteamericano, que fueron atribuidas a las variaciones en las temperaturas en la superficie del mar o a los efectos de La Niña, la aridez intensificada prevista será el resultado del aumento en la divergencia de los regímenes de humedad a gran escala y otros cambios en la circulación atmosférica en conexión con la expansión hacia los polos de las zonas secas subtropicales (Seager y otros 2007). La sequedad de las zonas subtropicales del siglo XXI no será igual a ningún otro caso en los registros instrumentales. Las sequías más graves continuarán ocurriendo durante las irrupciones persistentes de La Niña, pero los impactos serán peores que los extremos actuales ya que las condiciones de La Niña estarán afectando una base más árida (Barnett y otros 2008, MacDonald y otros 2008, Seager y otros 2007).

### Región mediterránea

Nuevas investigaciones sugieren que, para fines del siglo XXI, la región mediterránea experimentará más aridez de lo que se había estimado previamente (Gao y Giorgi 2008, IPCC 2007). Toda la región, en particular en el sur del Mediterráneo, sufrirá estrés hídrico y desertización. Gracias a proyecciones de la más alta resolución, los investigadores han pronosticado una importante expansión de los regímenes secos y semiáridos de la región hacia el norte (Gao y Giorgi 2008) (Figura 5). Esto implica el retroceso de los regímenes de climas templados marítimos y continentales, así como un posible cambio en la cubierta vegetal, con repercusiones importantes para la agricultura (Iglesias y otros 2007).

**Figura 4: Variación regional en el clima en los últimos 30 años**

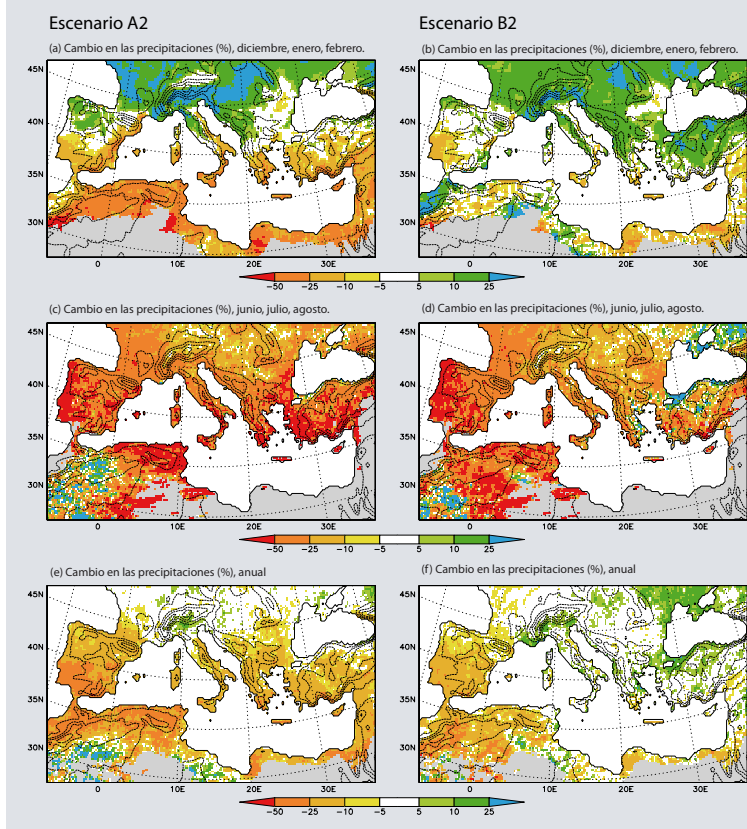


La figura de arriba muestra los incrementos promedio en las temperaturas (°C) desde 1980 hasta la actualidad, en comparación con el período 1950-1980. El calentamiento fue mayor en las latitudes más altas, como lo muestra el color naranja más oscuro, en especial en el hemisferio norte. En la figura de abajo el naranja denota aumento de precipitaciones, en milímetros por día. El azul indica los descensos desde 1980 hasta la actualidad, en comparación con las tres décadas previas. La sequedad predominó en el interior de los continentes, mientras que las precipitaciones se tornaron más intensas en muchas zonas costeras.

Fuente: World Bank (2009)



**Figura 5: Dos escenarios para los cambios en las precipitaciones en la región mediterránea**



Los mapas muestran los escenarios de cambio en las precipitaciones promedio para la región mediterránea, para el período 2071-2100, según los escenarios de emisiones de GEI elaborados por el IPCC. El A2 es un escenario con gran cantidad de emisiones, con concentraciones de CO<sub>2</sub> de alrededor de 850 ppm para el año 2100. El B2 es un escenario con menor cantidad de emisiones, con concentraciones de CO<sub>2</sub> de alrededor de 570 ppm para el año 2100. a) DEF (diciembre-enero-febrero) en el escenario A2, b) DEF en el escenario B2, c) JJA (junio-julio-agosto) en el escenario A2, d) JJA en el escenario B2, e) Escenario A2, anual, f) Escenario B2, anual. Las unidades son porcentajes de precipitación de referencia. Las áreas con una precipitación menor a 0,1 mm por día aparecen en gris.

Fuente: Gao y Giorgi (2008)



Los bosques nublados de los Andes podrían tornarse más secos con el incremento en las temperaturas, amenazando a las especies endémicas. Crédito: Brian Gross

carbono, dando lugar a una retroalimentación positiva para el cambio climático. Según algunos investigadores, el aumento excepcional en las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> en 2005 puede haber sido causado en parte por la extinción verificada en la Amazonía luego de una sequía regional (Phillips y otros 2009, Cox y otros 2008).

Un estudio reciente analizó cómo podría avanzar la disminución de la selva tropical amazónica inducida por los cambios climáticos. Los descubrimientos sugieren que hay más probabilidades de que la región se convierta en una selva estacional que en una sabana (Malhi y otros 2009). Si bien la selva estacional podría tolerar una sequía, es probable que sea vulnerable al estrés hídrico causado por las temperaturas más elevadas. Esto deja a la selva susceptible a incendios, que en la actualidad son poco comunes en gran parte de la Amazonía. La creciente deforestación, la explotación forestal y la fragmentación facilitan el inicio de los incendios, lo cual podría conducir al desarrollo de bosques dominados por incendios y bajos en biomasa (Malhi y otros 2009, Thompson y otros 2009).

Los costos y beneficios potenciales de mantener un sumidero de carbono amazónico saludable y en expansión son considerables. Un incremento anual de sólo el 0,4 por ciento en la biomasa amazónica compensaría aproximadamente la totalidad de las emisiones de combustibles fósiles de Europa Occidental. La transición de un sumidero de carbono moderado hacia un estado neutral o a una fuente de carbono moderada tendría importantes repercusiones en la constitución

La modelización de los efectos graves del aumento en las temperaturas para la población humana en esta región fue realizada extrapolando las observaciones del estrés calórico durante la ola de calor que rompió todos los récords en 2003 (Diffenbaugh y otros 2007). Las características del paisaje y la topografía local afectarán las variaciones microclimáticas. Sin embargo, lo que hoy consideramos como extremos de temperaturas altas podría incrementarse en un 200-500 por ciento hacia fines del siglo (Diffenbaugh y otros 2007).

## La Amazona

Los ecosistemas amazónicos enfrentan la doble amenaza de la deforestación y el cambio climático (véase el capítulo Gestión de los ecosistemas). Si bien la deforestación sigue siendo la amenaza más visible, existe una preocupación generalizada sobre los impactos del cambio climático, en especial por la sequía (Phillips y otros 2009, Malhi y otros 2008). El cambio climático en el ecosistema de la selva amazónica

estará probablemente asociado con la menor cantidad de precipitaciones durante la temporada que ya es de por sí seca (Betts y otros 2008). El flanco andino del Amazonas es especialmente vulnerable. Situado junto a los sectores de mayor diversidad biológica, en las tierras bajas amazónicas, contiene numerosos sitios húmedos protegidos que de otro modo conformarían un área seca. Los bosques nublados andinos situados entre 1500 y 3000 metros de altitud son susceptibles a la desecación, dado que los niveles se elevan en respuesta a temperaturas más cálidas. Las especies endémicas restringidas por los niveles más altos resultarán vulnerables, ya que el nivel de las nubes podría elevarse más rápido que la capacidad de respuesta de las especies, e incluso podría suceder que la cubierta de nubes desapareciera por completo (Malhi y otros 2008).

Las observaciones sugieren que los bosques de baja elevación de la cuenca amazónica también son vulnerables al aumento de la sequedad. El daño a estos bosques podría resultar en grandes pérdidas de

de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. El crecimiento promedio es de alrededor de 2,0 por ciento, por año, y el índice de mortalidad es de alrededor del 1,6 por ciento. Por lo tanto, un pequeño descenso en el crecimiento o un pequeño aumento en la mortalidad podrían paralizar el sumidero (Phillips y otros 2009).

### **Humedales, turberas y regiones de *permafrost* en deshielo**

Los humedales cubren alrededor del 6 por ciento de la superficie del planeta (véase el capítulo de Gestión de los ecosistemas). Incluyen marismas, estuarios, lagunas costeras, deltas y lagos interiores, oasis, tundras y turberas. La capa de agua en los humedales tiene, por lo habitual, poca profundidad y puede verse afectada con facilidad por la evaporación. Los humedales son particularmente vulnerables a los cambios en los patrones climáticos que aumentan la aridez (Wetlands International 2009). Las turberas (categoría que incluye a páramos, tremedales, ciénagas, bosques pantanosos de turba y trundra con *permafrost*) tienen una capa de suelo gruesa con materia orgánica que se caracteriza por su contenido de carbono. Las turberas alrededor del mundo contienen aproximadamente un 30 por ciento de



Sitio arqueológico de Céide Fields en el condado de Mayo, Irlanda, donde se encuentran vestigios de la Era de Piedra debajo de las capas de un páramo.

Crédito: Céide Fields Visitor Centre

todo el carbono terrestre (Schoor y otros 2008).

Las turberas se forman mediante la acumulación de vegetación muerta durante cientos de miles de años. Cuando éstas se drenan, la materia orgánica se descompone y parte del carbono es liberado a la atmósfera en la forma de CO<sub>2</sub> (Wetlands International 2009).

Las turberas tropicales forestadas en el sudeste asiático almacenan alrededor del 3 por ciento del carbono en suelo del planeta. La actividad humana y el cambio climático continúan amenazando la estabilidad de este importante sumidero que ha estado desapareciendo rápidamente durante las últimas décadas como resultado de la deforestación, el drenaje y los incendios. Desde 1985, se deforestaron cerca del 47 por ciento de las turberas del sudeste asiático. La mayoría había sido drenada antes de 2006 (Hooijer y otros 2009). Irónicamente, se está destruyendo parte de este sumidero de carbono de la región para producir biocombustibles. Estimaciones recientes indican que 1,3 a 3,1 por ciento de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> en la actualidad provienen de la descomposición de las turberas drenadas en el sudeste asiático (Hooijer y otros 2009). Estas áreas probablemente se vuelvan más áridas en este siglo, afectando el almacenamiento de carbono en las turberas que queden y la profundidad de las turberas drenadas parcialmente (Hooijer y otros 2009).

### **Regiones montañosas**

A medida que cambia el clima, cambian los hábitats y las plantas, y los animales se trasladan tierra adentro y hacia zonas más altas. Esta tendencia ya puede observarse en algunas especies (Kelly y Goulden 2008, Lenoir y otros 2008, Rosenzweig y otros 2008). Mientras que dichas especies se adaptan a las mayores altitudes, puede clasificarse como invasivas o no autóctonas. Las características que confieren ventajas de adaptabilidad frente al cambio climático son las mismas que caracterizan a las malas hierbas y a las especies invasivas.

Tradicionalmente, en las regiones de tierras bajas, donde se ha realizado la mayor parte de los estudios pertinentes, se ha reconocido a las invasiones biológicas como el factor más importante en la pérdida de diversidad biológica y en la alteración del funcionamiento del ecosistema (Pauchard y otros 2009). En contraste, el medio ambiente elevado parece estar menos afectado por las invasiones, aparentemente por las condiciones climáticas más duras y por la comparativamente baja densidad de población humana. Sin embargo, según estimaciones recientes, más de mil especies no autóctonas se han establecido en áreas

naturales a grandes altitudes a nivel mundial. No todas son consideradas invasivas, pero algunas podrían amenazar a los ecosistemas autóctonos de montaña (Pauchard y otros 2009).

Se han documentado cambios rápidos y significativos en la distribución de las plantas hacia altitudes mayores, lo que confirma la gran correlación entre los cambios observados en los márgenes de distribución de estas especies de plantas y las condiciones climáticas regionales. A través de la comparación de las mediciones de la cubierta vegetal entre 1977 y 2007 a lo largo de un segmento de 16 kilómetros que alcanza una altitud de 2 314 metros en las montañas de Santa Rosa, California, los investigadores descubrieron que la elevación promedio de las especies dominantes de plantas se ha incrementado unos 65 metros en 30 años. (Kelly y Goulden 2008). En el mismo período, el sur de California experimentó un calentamiento en la superficie, una mayor variabilidad en las precipitaciones y una reducción en la cubierta de nieve. Los movimientos de elevación fueron uniformes, lo que sugiere que la vegetación respondió a un factor causal distribuido de manera igualmente uniforme. Los cambios en la vegetación también derivaron en parte de la mortalidad durante dos períodos distintos de sequías. De acuerdo con estas evidencias, los investigadores atribuyeron esos cambios al cambio climático más que a la contaminación en el aire o los incendios (Kelly y Goulden 2008).

Otro estudio reciente sobre los bosques de montaña templados y mediterráneos de Europa Occidental indica un movimiento ascendente similar en las especies de plantas. Los investigadores compararon la distribución altitudinal de 171 especies de plantas, de 0 a 2 600 metros por sobre el nivel del mar. Los resultados muestran un significativo movimiento ascendente de 29 metros por década en la elevación óptima de especies durante el siglo XX (Lenoir y otros 2008). A medida que los ecosistemas cambian, las especies autóctonas pueden adaptarse y causar los mismos efectos que las especies invasivas.

Entre los insectos en particular, las condiciones cambiantes pueden aportar ventajas que perturben las relaciones de miles de años de evolución. Varios insectos en zonas templadas están sobreviviendo a temperaturas que inhiben sus capacidades metabólicas óptimas (Deutsch y otros 2008). Con temperaturas más cálidas, los índices y las temporadas de reproducción aumentan, lo cual resulta en un aumento en la población. En el noroeste norteamericano, el escarabajo de pino

de montaña ha hecho estragos en los bosques de Estados Unidos y Canadá durante casi una década. Las poblaciones activas persisten porque los inviernos más cálidos tienen menos episodios de frío extremo, y así sobrevive un mayor número de larvas de escarabajo que se crían luego en primavera. Los veranos más largos favorecen una mayor reproducción cada año. Las grandes poblaciones sobreviven a los inviernos más cálidos y tienen más crías que debilitan los árboles (Kurz y otros 2008). Los bosques dañados están perdiendo su capacidad para sostener el nivel freático y evitar la erosión del suelo. Recientemente, a medida que más árboles sucumben ante la plaga y comienzan a descomponerse, los bosques han comenzado a convertirse en fuentes, en vez de sumideros, de carbono (Kurz y otros 2008).

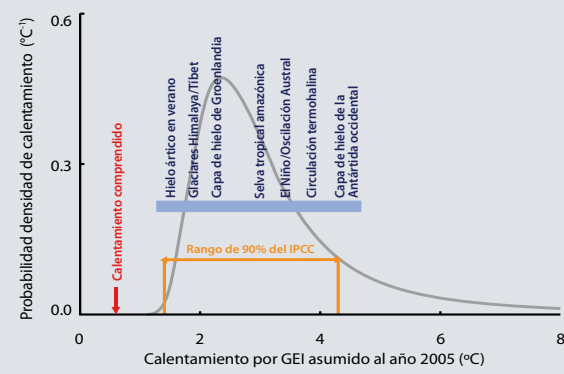
### Motivos de preocupación

Para atenuar o posiblemente evitar los peores efectos del cambio climático, podríamos necesitar enfoques innovadores y tal vez poco convencionales, con la incorporación a las evaluaciones de riesgo de conceptos tales como efectos acumulativos y de umbral. Además, no debemos minimizar la importancia de aquello que no puede cuantificarse y concentrarnos sólo en los parámetros que ya están bien definidos. El desarrollo de herramientas que ayuden a comprender la escala y la duración de los cambios venideros, sumados al compromiso ya existente en materia de cambio climático, contribuirán con la creación de estrategias de gestión óptimas.

El efecto de las partículas suspendidas de aerosol, que absorben la radiación solar pero que también pueden reflejarla, es un factor muy difícil de incluir con precisión en las estimaciones de forzamiento radiativo a nivel global, regional y local. Los aerosoles que reflejan la radiación son más comunes, y funcionan como una máscara que evita todo el efecto del forzamiento radiativo de calentamiento del planeta. Estos aerosoles forman nubes marrones en la atmósfera que causan problemas de salud por la contaminación en la superficie del planeta. Dado que están siendo tratados por la preocupación creciente sobre la contaminación en el nivel del suelo, su función de enmascarar el cambio climático se verá afectada y las temperaturas podrían elevarse más allá de lo que se había proyectado (Hill y otros 2009, Paytan y otros 2009, Shindell y Faluvegi 2009).

Los análisis recientes han cuantificado los umbrales potenciales de distintas formas. En un análisis, se estima que el rango de aumento en la temperatura media

**Figura 6:** Distribución de probabilidad para el calentamiento asumido, asociado con las emisiones de GEI entre 1750 y 2005



La figura muestra la distribución de probabilidad para el calentamiento asumido, asociado con las emisiones de GEI entre 1750 y 2005, y diferentes puntos de inflexión climáticos que incluyen el rango del umbral de temperatura que inicia la inflexión.

Fuente: Ramanathan y Feng (2008).

global que determinaría los “puntos de inflexión” será entre 1 y 5 °C sobre los niveles preindustriales (Lenton y otros 2008). En otro, se considera como motivo de preocupación el rango de 0 a 5°C por sobre los niveles registrados en 1990. A pesar de las variaciones en los números estimados que son necesarios para varios efectos, los científicos están llegando a la conclusión de que el planeta experimentará cambios ambientales significativos a largo plazo por las emisiones de GEI que ya hemos provocado (Rockström y otros 2009, Smith y otros 2009, Solomon y otros 2009, Lenton y otros 2008, Ramanathan y Feng 2008).

Según un estudio, el rango de 1,4 a 4,3 °C de calentamiento asumido antes de 2005 se superpone y supera al rango de umbral percibido actualmente para la interferencia antropogénica peligrosa, con la incorporación de varios puntos de inflexión, como la desaparición del hielo marino ártico en verano y la desintegración de la capa de hielo de Groenlandia (Ramanathan y Feng 2008) (Figura 6).

Un calentamiento estimado de 2,4 °C ya está asumido. Un 0,6 °C de ese calentamiento ya ha tenido lugar. Se espera que la mayor parte del resto del calentamiento total ocurra durante los próximos 50 años y continúe hasta finales del siglo XXI (Ramanathan y Feng 2008). El consiguiente aumento en el nivel del mar podría continuar durante varios siglos (Solomon y otros 2009). Incluso las medidas más agresivas para mitigar CO<sub>2</sub> previstas hasta el momento sólo pueden limitarse a prevenir un mayor calentamiento pero no pueden reducir el calentamiento ya asumido de 2,4 °C (Ramanathan y Feng 2008).

Dado que las emisiones de GEI han ido en aumento desde 2005 y no parece que fueran a detenerse

inmediatamente, algunos científicos sugieren que los esfuerzos por adaptarse al cambio climático deberían asumir que habrá un calentamiento de 4 °C (Parry y otros 2009).

Están surgiendo varias propuestas que necesitarían que se asumieran responsabilidades diferenciadas durante la próxima década (Meinshausen y otros 2009, Moore y MacCracken 2009, Vaughan y otros 2009, Elzen y Höhne 2008, Mignon y otros 2008, Ramanathan y Feng 2008). Todos los gobiernos, el sector privado y las organizaciones civiles deberían aceptar dichas responsabilidades. Se requieren decisiones inmediatas que tengan efecto en los próximos años.

### MIRADA AL FUTURO

A pesar del desencanto de muchos luego de la conclusión de la Conferencia de la ONU sobre el Cambio Climático en Copenhague, hubo progresos en las áreas de la silvicultura, los océanos y la captación de carbono terrestre (véanse los capítulos de Gobernanza ambiental y Gestión de los ecosistemas). También será posible avanzar con confianza en los proyectos y programas relacionados con la adaptación al cambio climático. Se continuarán perfeccionando las tecnologías y enfoques de monitoreo como para estar listos para realizar exámenes más rigurosos.

Las exitosas colaboraciones, como el Proyecto Global del Carbono y el Año Polar Internacional, servirán como modelo para nuevas áreas de atención. La red propuesta de observación de la acidificación del océano podría coordinar la investigación y el análisis que se necesitan con urgencia para formular una respuesta al aspecto de las mayores concentraciones de CO<sub>2</sub>.



## REFERENCIAS

- Bamber, J.L., Riva, R.E.M., Vermeersen, B.L.A. and LeBrocq, A.M. (2009). Reassessment of the Potential Sea-Level Rise from a Collapse of the West Antarctic Ice Sheet. *Science*, 324(5929), 901-903
- Barnett, T., Pierce, D., Hidalgo, H., Bonifis, C., Santer, B. and others (2008). Human-induced changes in the hydrology of the western United States. *Science*, 319(5866), 1080-1083
- Battisti, D.S. and Naylor, R.L. (2009). Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. *Science*, 323(5911), 240-244
- Bell, R.E. (2008). The role of subglacial water in ice-sheet mass balance. *Nature Geoscience*, 1(5), 297-304
- Betts, R., Sanderson, M. and Woodward, S. (2008). Effects of large-scale Amazon forest degradation on climate and air quality through fluxes of carbon dioxide, water, energy, mineral dust and isoprene. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1439), 1873-1880
- Brewer, P.G. and Peltzer, E.T. (2009). Limits to Marine Life. *Science*, 324(5925), 347-348
- Briner, J.P., Bini, A.C. and Anderson, R.S. (2009). Rapid early Holocene retreat of a Laurentide outlet glacier through an Arctic fjord. *Nature Geoscience*, 2, 496-499
- Broeke, M. van den, Bamber, J., Eltner, J., Rignot, E., Schrama, E. and others (2009). Partitioning Recent Greenland Mass Loss. *Science*, 326(5763), 984-986
- Cazenave, A., Dominh, K., Guinehut, B., Loyer, E., Lavelle, W. and others (2009). 2003-2008. *Global and Planetary Change*, 65(1-2), 83-88
- Cohen, A.L., McCorkle, D.C., Putron, S., Gaetani, G.A. and Rose, K.A. (2009). Morphological and compositional changes in the skeletons of new coral recruits reared in acidified seawater. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 10, 007005
- Cooley, S.R. and Doney, S.C. (2009). Anticipating ocean acidification's economic consequences for commercial fisheries. *Environmental Research Letters*, 4, 024007
- Cox, P.M., Harris, P.P., Huntingford, C., Betts, R.A., Collins, M. and others (2008). Increasing risk of Amazonian drought due to decreasing aerosol pollution. *Nature*, 453(7192), 212-215
- Deutsch, C.A., Tewksbury, J.J., Huey, R.B., Sheldon, K.S., Ghalambor, C.K. and others (2008). Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(18), 6668-6672
- Diffenbaugh, N.S., Pal, J.S., Giorgi, F. and Gao, X. (2007). Heat stress intensification in the Mediterranean climate change hotspot. *Geophysical Research Letters*, 34, L11706
- Domingues, C.M., Church, J.A., White, N.J., Gleckler, P.J., Wijffels, S.E. and others (2008). Improved estimates of upper-ocean warming and multi-decadal sea-level rise. *Nature*, 453, 1090-1093
- Doney, S.C. (2009). The consequences of human-driven ocean acidification for marine life. *F1000 Biology Reports*, 1, 36
- Doney, S.C., Fabry, V.J., Feely, R.A. and Klypas, J.A. (2009). Ocean Acidification: The Other CO<sub>2</sub> Problem. *Annual Review of Marine Science*, 1, 169-192
- Eizen, M. and Höhne, N. (2008). Reductions of greenhouse gas emissions in Annex I and non-Annex I countries for meeting concentration stabilisation targets. *Climatic Change*, 91, 249-274
- EPOCA (2009). Ocean acidification observational network. European Project on Ocean Acidification. <http://oceanacidification.wordpress.com/2009/12/24/ocean-acidification-observational-network/>
- Fabry, V.J., Seibel, B.A., Feely, R.A. and Orr, J.C. (2008). Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. *ICES Journal of Marine Science*, 65(3), 414-432
- Feely, R.A., Fabry, V.J., Dickson, A., Gattuso, J.P., Björns, J. and others (2009). An International Observational Network For Ocean Acidification, OceanObs 2009, community white paper
- Fletcher, C. (2009). Sea level by the end of the 21st century: A review. *Shore & Beach*, 77(4), 1-9
- Francis, J.A., Chan, W., Leathers, D.J., Miller, J.R. and Veron, D.E. (2009). Winter Northern Hemisphere weather patterns remember summer Arctic sea-ice extent. *Geophysical Research Letters*, 36, L07503
- Gao, X. and Giorgi, F. (2008). Increased aridity in the Mediterranean region under greenhouse gas forcing estimated from high resolution regional climate projections. *Global and Planetary Change*, 62(3-4), 195-209
- Gillett, N.P., Stone, D.A., Stott, P.A., Nozawa, T., Karpechko, A.Y., Hegerl, G.C., Wehner, M.F. and Jones, P.D. (2008a). Attribution of polar warming to human influence. *Nature Geoscience*, 1, 864-869
- Gillett, N.P., Stott, P.A. and Santer, B.D. (2008b). Attribution of cyclone region sea surface temperature change to anthropogenic influence. *Geophysical Research Letters*, 35, L09707
- GISS (Goddard Institute for Space Studies) (2009a). 2009: Second Warmest Year on Record; End of Warmest Decade. <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20100121/>
- GISS (Goddard Institute for Space Studies) (2009b). GISS Surface Temperature Analysis: Analysis Graphs and Plots. <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>
- Guinotte, J.M., Fabry, V.J. and Ann, N.Y. (2008). Ocean Acidification and Its Potential Effects on Marine Ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(1), 320-342
- Haas, C., Pfaffling, A., Hendricks, S., Rabenstein, L., Etienne, J.L. and Rigor, I. (2008). Reduced ice thickness in Arctic Transpolar Drift favors rapid ice retreat. *Geophysical Research Letters*, 35, L17501
- Hill, J., Polasky, S., Nelson, E., Tilman, D., Huo, H. and others (2009). Climate change and health costs of air emissions from biofuels and gasoline. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(6), 2077-2082
- Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P.J., Hooten, A.J., Steneck, R.S., Greenfield, P. and others (2007). Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. *Science*, 318(5857), 1737-1742
- Holland, D.M., Thomas, R.H., de Young, B., Ribergaard, M.H. and Lyberth, B. (2008). Acceleration of Jakobshavn Isbrae triggered by warm subsurface ocean waters. *Nature Geoscience*, 1(10), 659-664
- Hoogjer, A., Page, S., Canadell, J.G., Silvius, M., Kwadijk, J. and others (2009). Current and future CO<sub>2</sub> emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences-Discuss*, 6(4), 7207-7230
- Howat, I.M., Smith, B.E., Joughin, I. and Scambos, T.A. (2008). Rates of Southeast Greenland Ice Volume Loss from Combined ICESat and ASTER Observations. *Geophysical Research Letters*, 35, L17505
- Iglesias, A., Garrote, L., Flores, F. and Moneo, M. (2007). Challenges to Manage the Risk of Water Scarcity and Climate Change in the Mediterranean. *Water Resources Management*, 21(5), 775-788
- IJS (2010) IAPC-JAXA Information System (IJS) Data of Sea Ice Extent. [http://www.ijs.iarc.uaf.edu/en/home/seaice\\_extent.htm](http://www.ijs.iarc.uaf.edu/en/home/seaice_extent.htm)
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1990, 1995, 2001, 2007). All Working Group 1 Reports are available at the IPCC website, as well as Reports of Working Groups 2 and 3 and Supplementary Reports: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_and\\_data\\_reports.htm](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm)
- IPY (2009). International Polar Year web site. [www.antarctica.ac.uk/indepth/ipy/index.php](http://www.antarctica.ac.uk/indepth/ipy/index.php)
- Isaac, J. and Turton, S. (2009). Expansion of the tropics: Evidence and implications. [http://www.jcu.edu.au/icc/groups/publications/media\\_release/ippdr048832.pdf](http://www.jcu.edu.au/icc/groups/publications/media_release/ippdr048832.pdf) [Accessed 1 November 2009]
- Johanson, C.M. and Fu, Q. (2009). Hadley Cell Widening: Model Simulations versus Observations. *Journal of Climate*, 22(10), 2713-2725
- Jones, C., Lowe, J., Spencer, L. and Betts, R. (2009). Committed terrestrial ecosystem changes due to climate change. *Nature Geoscience*, 2, 484-486
- Karl, T.R., Mello, J.M., and Peterson, T.C. (2009). *Global Climate Change Impacts in the United States*. U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research, Washington, D.C.
- Kelly, A.E. and Goudeau, M.L. (2008). Rapid shifts in plant distribution with recent climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(33), 11823-11826
- Khatiwala, S., Primeau, F. and Hall, T. (2009). Reconstruction of the history of anthropogenic CO<sub>2</sub> concentrations in the ocean. *Nature*, 462, 346-349
- Kurihara, H., Asai, T., Kato, S. and Ishimatsu, A. (2009). Effects of elevated CO<sub>2</sub> on early development in the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Aquatic Biology*, 4, 225-33
- Kurz, W.A., Dymond, C.C., Stinson, G., Pampley, G.J., Neilson, E.T., Carroll, A.L., Ebata, T. and Safarynyk, L. (2008). Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature*, 452, 987-990
- Lawrence, D.M., Slater, A.G., Tomas, R.A., Holland, M.M. and Deser, C. (2009). Accelerated Arctic land warming and permafrost degradation during rapid sea ice loss. *Geophysical Research Letters*, 35, L11506
- Lenoir, J., Gegout, J.C., Marquet, P.A., de Ruffray, P. and Brisse, H. (2008). A Significant Upward Shift in Plant Species Optimum Elevation During the 20th Century. *Science*, 320(5884), 1768-1771
- Lenton, T.M., Held, H., Kriegler, E., Hall, J.W., Lucht, W., Rahmstorf, S. and Schellnhuber, H.J. (2008). Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(6), 1786-1793
- Le Quéré, C., Raupach, M.R., Canadell, J.G., Marland, G., Bopp, and others. (2009). Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. *Nature Geoscience*, 2, 831-836
- Lobell, D., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P. and Naylor, R.L. (2008). Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030. *Science*, 319(5863), 607-610
- Lu, J., Deser, C. and Reichler, T. (2009). Cause of the widening of the tropical belt since 1958. *Geophysical Research Letters*, 36, L03803
- Lumsden, S.E., Hourigan, T.F., Bruckner, A.W. and Dorr, G. (eds.) (2007). *The State of Deep Coral Ecosystems of the United States*. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Technical Memorandum CRCP-3
- MacDonald, G.M., Bennett, K.D., Jackson, S.T., Pardo, L., Smith, F.A., Smol, J.P. and Willis, K.J. (2008). Impacts of climate change on species, populations and communities: palaeobiogeographical insights and frontiers. *Progress in Physical Geography*, 32(2), 139-172
- Mahy, Y., Aragão, L., Galbraith, D., Huntingford, C., Fisher, R. and others. (2009). Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(49), 20610-20615
- Mahy, Y., Roberts, J.T., Betts, R.A., Killeen, T.J., Li, W. and Nobre, C.A. (2008). Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *Science*, 319(5860), 169-172
- Mars, J.C. and Houseknecht, D.W. (2007). Quantitative remote sensing study indicates doubling of coastal erosion in past 50 yr along a segment of the Arctic coast of Alaska. *Geology*, 35(7), 583-586
- Maslanik, J., Fowler, A.C., Stroeve, J., Drobot, S., Zwally, J., Yi, D. and Emery, W. (2007). A younger, thinner Arctic ice cover: Increased potential for rapid, extensive sea-ice loss. *Geophysical Research Letters*, 34, L24501
- Matthew, R. (2008). Threat Assessment. In: *Global Climate Change National Security Implications* (ed. Carolyn Pumphrey). The Strategic Studies Institute, U.S. Army War College
- Meier, M.F., Dyurgerov, M.B., Rick, U.K., O'Neil, S., Pfeffer, W.T. and others (2007). Glaciers Dominate Eustatic Sea-Level Rise in the 21st Century. *Science*, 317(5841), 1064-1067
- Meinshausen, M., Meinshausen, N., Hare, W., Raper, S.C.B., Frieler, K., Knutti, R., Frame, D.J. and Allen, M.R. (2009). Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C. *Nature*, 458, 1158-1162
- Mignon, B.K., Socolow, R.H., Sarmiento, J.L. and Oppenheimer, M. (2008). Atmospheric stabilization and the timing of carbon mitigation. *Climatic Change*, 88, 251-265
- Milne, G.A., Gehrels, W.R., Hughes, C.W. and Tamsieia, M.E. (2009). Identifying the causes of sea-level change. *Nature Geoscience*, 2, 471-478
- Moore, F.C. and MacCracken, M.C. (2009). Lifetime-leveraging. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 1(1), 42-62
- Murphy, B.F. and Timbal, B. (2008). A review of recent climate variability and climate change in southeastern Australia. *International Journal of Climatology*, 28(7), 859-879
- NCDC (2009) National Climatic Data Center State of the Climate Report. <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/> [Accessed 1 November 2009]
- NOAA (2009) National Oceanic and Atmospheric Administration Climate Attribution. <http://www.esri.noaa.gov/psd/icsi/> [Accessed 26 October 2009]
- Norström, A., Nystrom, M., Lokrantz, J. and Folke, C. (2009). Alternative states of coral reefs: beyond coral-macroalgal phase shifts. *Marine Ecology Progress Series*, 376, 295-306
- NSIDC (2009). Arctic sea ice news and analysis. National Snow and Ice Data Center. <http://nsidc.org/arcticseaicenews>
- Parry, M., Lowe, J. and Hansen, C. (2009). Overshoot, adapt and recover. *Nature*, 458, 1102
- Pauchard, A., Kueffer, C., Dietz, H., Daehler, C.C., Alexander, J. and others. (2009). Ain't no mountain high enough: plant invasions reaching new elevations. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(9), 479-486
- Paytan, A., Mackey, K.R.M., Chen, Y., Lima, I.D., Doney, S.C., Mahowald, N., Labiosa, R. and Post, A.F. (2008). Toxicity of atmospheric aerosols on marine phytoplankton. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(12), 4601-4605
- Perovich, D. and Richter-Menge, J. (2009) Loss of Sea Ice in the Arctic. *Annual Review of Marine Science*, 1, 417-441
- Pfeffer, W.T., Harper, J.T. and O'Neil, S. (2008). Kinematic constraints on glacier contributions to 21st century sea-level rise. *Science*, 321(5894), 1340-1343
- Phillips, O.L., Aragão, L.E., Lewis, S.L., Fisher, J.B., Lloyd and others. (2009). Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest. *Science*, 323(5919), 1344-1347
- Pritchard, H.D., Arthern, R., Vaughan, D. and Edwards, L. (2009) Extensive dynamic thinning on the margins of the Greenland and Antarctic ice sheets. *Nature*, 461, 961-975
- Ramanathan, V. and Feng, Y. (2008). On avoiding dangerous anthropogenic interference with the climate system: Formidable challenges ahead. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(38), 14245-14250
- Raupach, M.R., Marland, G., Cois, P., Le Quéré, C., Canadell, J.G., Klepper, G. and Field, C.B. (2007). Global and regional drivers of accelerating CO<sub>2</sub> emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(24), 10289-10293
- Reichler, T. (2009) Changes in the Atmospheric Circulation as Indicator of Climate Change. In: *Climate Change: Observed Impacts on Planet Earth* (ed. T.M. Letcher), Elsevier, Amsterdam, 145-164
- Rignot, E., Bamber, J., van den Broeke, M., Davis, C., Li, Y. and others (2008). Recent Antarctic ice mass loss from radar interferometry and regional climate modelling. *Nature Geoscience*, 1, 106-110
- Robock, A., Marquardt, A., Kravitz, B. and Stenchikov, G. (2009). The Benefits, Risks, and Costs of Stratospheric Geoengineering. *Geophysical Research Letters*, 36, L19703
- Roostrom, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S. and others. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475.
- Rosenzweig, C., Karoly, D., Vicarelli, M., Neofotis, P., Wu, Q. and others (2008). Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature*, 453, 353-357
- Sachs, J.P., Sachs, D., Smittenberg, P.H., Zhang, Z., Battisti, D.S. and Golubic, S. (2009). Southward movement of the Pacific intertropical convergence zone AD 1400-1850. *Nature Geoscience*, 2, 519-525
- Schuur, E.A.G., Bookhagen, J., Canadell, J.G., Euskirchen, E., Field, C.B. and others. (2008). Vulnerability of permafrost carbon to climate change: implications for the global carbon cycle. *Biogeosciences*, 5(8), 701-714
- Seager, R., Ting, M., Held, I., Kushnir, Y., Lu, J. and others (2007). Model Projections of an Imminent Transition to a More Arid Climate in Southwestern North America. *Science*, 316(5828), 1181-1184
- Seidel, D.J., Fu, Q., Randel, W.J. and Reichler, T.J. (2008). Widening of the tropical belt in a changing climate. *Nature Geoscience*, 1, 21-24
- Serreze, M.C., Holland, M.M. and Stroeve, J.C. (2007). Perspectives on the Arctic's shrinking sea-ice cover. *Science*, 315(5818), 1533-1536
- Shindell, D.T. and Faluvegi, G. (2009). Climate response to regional radiative forcing during the twentieth century. *Nature Geoscience*, 2, 294-300
- Simmonds, I. and Keay, K. (2009). Extraordinary September Arctic sea ice reductions and their relationships with storm behavior over 1979-2008. *Geophysical Research Letters*, 36, L19715
- Smith, J.B., Schneider, S.H., Oppenheimer, M., Yohe, W., Hare, W. and others (2009). Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) "reasons for concern". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(11), 4133-4137
- Solomon, S., Plattner, G.-K., Knutti, R. and Friedlingstein, P. (2009). Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(6), 1704-1709
- Steig, E.J., Schneider, D.P., Scott, D.R., Mann, M.E., Josefino, C.C., and Shindell, D.T. (2009). Warming of the Antarctic ice-sheet surface since the 1957 International Geophysical Year. *Nature*, 457, 459-462
- Steinacher, M., Joos, F., Frolicher, T., Plattner, G.-K. and Doney, S. (2009). Imminent ocean acidification in the Arctic projected with the NCAR global coupled carbon cycle-climate model. *Biogeosciences*, 6, 515-533
- Tarnocai, C., Canadell, J.G., Mazhitova, G., Schuur, E.A.G., Kuhry, P. and Zimov, S. (2009). Soil organic carbon stocks in the northern circumpolar permafrost region. *Global Biogeochemical Cycles*, 23, GB2023
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S. and Mosseler, A. (2009). Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. *Technical Series No. 43* Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- Vaughan, N.E., Lenton, T.M., Shepherd, J.G. (2009). Climate change mitigation. *Climatic Change*, 96(1-2), 29-43
- Velicogna, I. (2009). Increasing rates of ice mass loss from the Greenland and Antarctic ice sheets revealed by GRACE. *Geophysical Research Letters*, 36, L19503
- Veron, J., Hoegh-Guldberg, O., Lenton, T.M., Lough, J.M., Obura, D.O. and others (2009). The coral reef crisis. *Marine Pollution Bulletin*, 58(10), 1428-1436
- Walter, K.M., Smith, L.C. and Chapin III, F.S. (2007). Methane bubbling from northern lakes. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 365(1856), 1657-1676
- Westbrook, G.K., Thatcher, K.E., Rohling, E.J., Piotrowski, A.M., Pálke, H. and others (2009). Escape of methane gas from the seabed along the West Spitsbergen continental margin. *Geophysical Research Letters*, 36, L15608
- Wetlands International (2009) What are wetlands? <http://www.wetlands.org/Whatarewetlands/tabid/202/Default.aspx>
- WMO (2009). 2000-2009, The Warmest Decade. World Meteorological Organization. [http://www.wmo.int/pages/media/centre/press\\_releases/pr\\_869\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/media/centre/press_releases/pr_869_en.html)
- Wood, H.L., Spicer, J.I. and Widdicombe, S. (2008). Ocean acidification may increase calcification rates, but at a cost. *Proceedings of the Royal Society*, 275, 1767-1773
- Wootton, J.T., Pfister, C.A. and Forester, J.D. (2009). Dynamic patterns and ecological impacts of declining ocean pH in a high-resolution multi-year dataset. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(48), 18848-18853
- World Bank (2009). *World Development Report 2010: Development and Climate Change*. World Bank, Washington, D.C.



# Desastres y Conflictos

En 2009, se avanzó en la comprensión de cómo el cambio climático, la degradación ambiental y la mala gestión de los recursos naturales aumentan la vulnerabilidad frente a los desastres y conflictos, y cómo la gestión sostenible de los recursos naturales puede reducir dicha vulnerabilidad y, a su vez, contribuir a la consolidación de la paz.



Defensa contra las inundaciones en la isla de Padma Pakur, Bangladesh. Se han plantado árboles entre la aldea y el agua, para prevenir la erosión y para que actúen como escudo contra el viento.

*Crédito: Espen Rasmussen/Panos*

## INTRODUCCI N

En el área de la reducción de riesgos de desastre, existe un creciente reconocimiento de la necesidad de considerar los efectos del cambio climático junto a los factores subyacentes que contribuyen a los desastres, tales como la degradación del ecosistema, la pobreza rural, los medios de vida vulnerables y el crecimiento urbano sin planeamiento o mal gestionado. En la sesión de junio de 2009 de la Plataforma Global para la Reducción del Riesgo de Desastres en Ginebra, el Secretario General de las Naciones Unidas Ban Ki Moon resaltó las conexiones entre la reducción del riesgo de desastres, la adaptación al cambio climático y el desarrollo. “La reducción del riesgo es una inversión”, señaló el Secretario General ante la Plataforma Global. “Es nuestra primera línea de defensa en la adaptación al cambio climático”. Si unimos la implementación del Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015 con un

nuevo acuerdo sobre el clima en Copenhague “podemos lograr una triple victoria contra la pobreza, los desastres y el cambio climático” (Ban 2009). Los representantes de 152 gobiernos y de 135 ONG reunidos en la sesión de la Plataforma Global acordaron por unanimidad que los factores subyacentes responsables del aumento del riesgo de desastres deberían tratarse con mayor urgencia (GPDRR 2009).

También se está prestando mayor atención a los recursos naturales en la prevención de conflictos y la consolidación de la paz. Diversos aspectos importantes de la seguridad de las personas están directamente relacionados con el acceso a los recursos naturales y con la vulnerabilidad frente al cambio ambiental. A la inversa, muchos de los cambios en el medio ambiente resultan de las actividades y los conflictos humanos, en forma directa o indirecta. La ex Subsecretaria General de las Naciones Unidas Carolyn McAskie ha declarado que “los países ricos en recursos naturales que han

sido devastados por la guerra se encuentran frente a un particular desafío en cuanto a la estabilización y la reconstrucción de sus sociedades, a pesar de la supuesta promesa de que la riqueza en recursos naturales pueda ayudar a la consolidación de la paz y al desarrollo. En los lugares donde la explotación de los recursos ha provocado la guerra o ha impedido la paz, la mejora en la capacidad de gobernanza en cuanto a la gestión de los recursos naturales es un elemento fundamental para la consolidación de la paz” (UNEP 2009a). Este punto de vista ha quedado reflejado en el informe del Secretario General sobre la consolidación de la paz en el período inmediato posterior a un conflicto. Dicho informe clama por una mayor pericia regional e internacional para colaborar en la identificación de los riesgos y oportunidades relacionados con los recursos naturales, a fin de fortalecer y reconstruir las estructuras de gobernanza (UN 2009a). Los desastres y los conflictos destruyen las ganancias del desarrollo y socavan la posibilidad de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). La prevención de desastres y conflictos, y la reducción de sus impactos eventuales son, por lo tanto, prioridades de la agenda internacional.

Por varias razones, la conexión entre los conflictos y desastres por un lado, y la pobreza por el otro, es particularmente fuerte en los países en desarrollo. Los riesgos de desastres masivos se concentran en los países en desarrollo, a la vez que los impactos negativos del cambio climático tienden a afectar desproporcionadamente a los habitantes de estos países. Además, los riesgos de desastres y conflictos amenazan a las ganancias actuales y futuras del desarrollo en países en los que el crecimiento económico depende en gran medida de la gestión sostenible de los recursos naturales (ISDR 2009a).

Se siguen desarrollando herramientas y métodos para reducir el riesgo de desastres y contribuir a la consolidación de la paz. Si se los utiliza a conciencia,

pueden generar enormes ahorros en comparación con los costos de los conflictos y desastres, entre ellos la respuesta humanitaria. Las medidas de eficacia comprobada para reducir el riesgo de desastres, como la gestión sostenible de los recursos naturales y el uso eficaz de las señales de alerta temprana, suelen contribuir a la consolidación de la paz, el desarrollo y la adaptación al cambio climático.

### **FACTORES AMBIENTALES GENERADORES DE RIESGO DE DESASTRES**

Los desastres están relacionados con el medio ambiente de dos formas distintas. En primer término, la degradación ambiental suele resultar en la pérdida de las defensas naturales y los servicios ambientales, con el aumento de la vulnerabilidad a los peligros ambientales de las comunidades y el debilitamiento de su capacidad de recuperación. En segundo término, se espera que el cambio climático exacerbe la degradación ambiental y aumente el riesgo de desastres, ya que las tormentas, las inundaciones y las sequías se tornan más frecuentes y más intensas (Allison y otros 2009, ISDR 2009a).

Los pobres de los sectores rurales, quienes dependen en gran parte de los recursos naturales, son los más afectados por el deterioro de las condiciones ambientales. La gestión sostenible de recursos naturales podría reducir la vulnerabilidad de las comunidades frente a los desastres mediante la mitigación de los efectos negativos de los peligros ambientales y del cambio climático. Al mismo tiempo, podría mejorar la capacidad de recuperación a través de la creación de medios de subsistencia. En Madagascar, por ejemplo, los beneficios económicos resultantes de proteger los cultivos de las inundaciones anuales por medio de la reforestación están valuados en hasta USD 100 000 por año. En Viet Nam, sólo el costo de plantar y proteger 12 000 hectáreas de manglares es de USD 1 millón, pero ello traerá aparejada la reducción de más de USD 7 millones al año en los costos de mantenimiento de los diques marinos (ISDR 2009a). Se espera que los manglares ayuden a lidiar con los efectos de los cambios climáticos, como el incremento en el nivel del mar y la marea de tormenta, así como a estimular el empleo (PaCFA 2009). La gestión sostenible de los recursos naturales no sólo reduce el riesgo de desastres, sino que también aporta importantes beneficios adicionales en cuanto a la adaptación al cambio climático y al cumplimiento de los ODM.

### **Cambio climático: reconfiguración del riesgo de desastres**

En 2009 se hicieron progresos a nivel de política internacional, en la vinculación de la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático a través de la gestión sostenible de los recursos naturales. Pasados cinco años desde la adopción del Marco de Acción de Hyogo, éste forma parte del creciente número de declaraciones y acuerdos internacionales que reconocen la conexión entre la reducción del riesgo de desastres, la mitigación de la pobreza y la adaptación al cambio climático (ISDR 2009a). Tanto científicos como otras personas, están participando en una evaluación de los beneficios relativos de varios instrumentos financieros, y en la determinación de las mejores formas de ampliar las iniciativas locales para reducir el riesgo de desastres. Los responsables de formular políticas y los científicos ya han logrado consenso sobre la necesidad de incorporar la reducción del riesgo de desastres en los planeamientos de desarrollo y de adaptación al cambio climático, a fin de que los gobiernos reduzcan el riesgo de desastres en una forma eficaz.

El Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) de 2007 concluyó que muchos de los cambios extremos, tales como las precipitaciones más fuertes y frecuentes, y las sequías más intensas y duraderas se relacionan con el calentamiento del sistema climático (IPCC 2007). Recientemente, las investigaciones parecen confirmar que los cambios han ocurrido aún más rápido de lo que algunos modelos climáticos habían

pronosticado, con lo que aumenta la posibilidad de que los cambios futuros sean más graves de lo que se había pensado. Se pronostica que habrá más precipitaciones muy intensas en las regiones húmedas, y sequías más graves y frecuentes en las regiones secas debido a la intensificación del ciclo hidrológico global asociado con el cambio climático (Allison y otros 2009, UNEP 2009b).

En octubre de 2009, en la Cumbre de la Unión Africana organizada en Kampala, Uganda, el Sr. John Holmes, Secretario General Adjunto de las Naciones Unidas para Asuntos Humanitarios y Coordinador del Socorro para Emergencias, destacó que el “cambio climático ya está aumentando la intensidad y frecuencia de fenómenos de extremo peligro, en especial inundaciones, tormentas y sequías” (IRIN 2009b). Señaló que, al igual que en el pasado, se espera que África se vea afectada desproporcionadamente por el cambio climático y que este podría ser responsable de millones de nuevos refugiados y del desplazamiento interno de personas (DIP) durante los próximos 12 años. Según la Base de Datos Internacional sobre Desastres (EM-DAT) del Centro de Colaboración de la Organización Mundial de la Salud para la Investigación de la Epidemiología de los Desastres, el 99 por ciento de los 104 desastres registrados internacionalmente durante 2008 estuvieron relacionados con el clima (EM-DAT 2009, IRIN 2009b).

A nivel global, el impacto de los aumentos en los peligros hidrometeorológicos producto del cambio climático variará, lo cual refleja la distribución desproporcionada del riesgo. Los países en desarrollo, donde se concentra la mayoría de los riesgos, continuarán



El huracán Ida arrasó a El Salvador en noviembre de 2009, dejando 184 muertos, 14 000 desplazados y 25 000 hectáreas de cultivos perjudicadas. En San Salvador, la ciudad capital, la gente observa los perjuicios causados a sus hogares. Crédito: Reuters/ William Bonilla

viéndose afectados de manera desproporcionada (Peduzzi y Deichmann 2009). Un estudio sobre la vulnerabilidad ante las tormentas en 577 ciudades costeras en 84 países en desarrollo predijo que el cambio climático aumentará el riesgo de marea de tormentas en tres ciudades en particular: Manila (Filipinas), Alejandría (Egipto) y Lagos (Nigeria) (Dasgupta y otros 2009).

### Adaptarse al cambio climático reduciendo el riesgo de desastres

Se han identificado sinergias entre la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático a lo largo de un amplio espectro de marcos políticos y metodologías prácticas. Las variedades de cultivos tolerantes a la sequía y la acuaponía pueden reducir la vulnerabilidad de las comunidades a los peligros ambientales, como sequías e inundaciones. Se están implementando medidas de reducción de desastres para ayudar a las comunidades a adaptarse al cambio climático gradual; por ejemplo, las mejoras en la infraestructura para el almacenamiento de agua en los Andes y en el Himalaya, donde las personas están amenazadas tanto por inundaciones como por sequías mientras se derriten los glaciares (UNFCCC 2008a) **(Recuadro 1)**. Sin embargo, para que las medidas de adaptación y reducción del riesgo de desastres sean más eficaces, estas deberían integrarse a las políticas nacionales mediante iniciativas de desarrollo sostenible, el establecimiento de estructuras de gobernanza eficaces y transparentes, el fomento del diálogo y la cooperación intersectorial, la expansión de los

conocimientos y las herramientas indígenas existentes, la integración presupuestaria y la creación de capacidad institucional (UNFCCC 2008a).

El IPCC está preparando un informe especial sobre las sinergias entre la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático. El informe, titulado *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (Gestión del riesgo de fenómenos extremos y de desastres para mejorar la adaptación al cambio climático), será publicado a fines de 2011. Los descubrimientos preliminares indican que los desastres relacionados con el clima representan una importante fuente de riesgo para los pobres en los países en desarrollo, y que las pérdidas provocadas por estos desastres plantean una gran amenaza para el logro de los ODM. Si bien el abanico de riesgos que cubriría la adaptación al cambio climático no se limita al riesgo de desastres, su reducción puede considerarse como la primera línea de defensa en la adaptación al cambio climático. Esto es especialmente cierto en los países más vulnerables de África y otras partes del mundo, entre ellos, los países menos adelantados (PMA) y los pequeños estados insulares en desarrollo (PEID) que están experimentando sequías, desertización e inundaciones (Nassef 2009). Un estudio de alcance para el próximo informe del IPCC enfatiza que la integración exitosa de la adaptación al cambio climático, la reducción del riesgo de desastres y el desarrollo requerirán la colaboración de expertos en cada una de estas áreas, así como nuevos sistemas para compartir experiencias y vincular conocimientos (Nassef 2009).

### Riesgos compuestos por los factores sociales y la exposición geográfica

El riesgo de desastres globales está creciendo debido a los peligros ambientales, como las tormentas y las inundaciones, y está causando un creciente riesgo de pérdidas económicas. Los riesgos de pérdidas económicas relacionadas con los desastres se han incrementado mucho más rápido que los riesgos de mortalidad relacionados con el mismo factor (ISDR 2009a). En muchas ocasiones, estas pérdidas son producto del desarrollo en áreas vulnerables. A menudo son el resultado de la mala gestión en el uso de la tierra o de la falta de aplicación de las normas de construcción.

Por ejemplo, el riesgo de deslizamiento puede incrementarse con la eliminación de árboles en las laderas (Bathurst y otros 2009, Karsli y otros 2009, Mafan y otros 2009). Según se ha señalado, la falta de normas adecuadas para el uso de la tierra contribuyó con la gran cantidad de muertes provocadas por deslizamientos en la Provincia de Taiwán en China como consecuencia del tifón Morakot en octubre de 2009 (Yeh 2009).

Nuevas investigaciones han intentado cuantificar los costos económicos de los desastres en lo que concierne al capital humano. En ese sentido, las conclusiones revelan que las posibilidades de crecimiento a largo plazo de un país se verían más afectadas por el impacto que tienen los desastres sobre los “activos intangibles” que el que tienen sobre los activos tangibles. Algunos tipos de desastres de baja intensidad podrían en teoría beneficiar a la economía de un país si este aumentara los incentivos para invertir en capital humano (López

#### Recuadro 1: Asegurar los recursos hídricos provenientes de glaciares en Perú, en un clima cambiante

Muchos glaciares en los Andes ya se encuentran afectados por un clima cambiante. Las regiones de Cusco y Apurímac en los altiplanos andinos de Perú son particularmente vulnerables al cambio climático. Las comunidades están luchando para afrontar la variabilidad climática, la sequía, los cambios en la calidad y cantidad de los recursos hídricos provenientes de glaciares, y el frío extremo. En estas regiones, el 40 por ciento de la población sufre de malnutrición, mientras que más del 75 por ciento de los habitantes no ve satisfechas sus necesidades básicas.

En 2009, las autoridades regionales y nacionales, organismos de desarrollo en el extranjero y algunas ONG comenzaron a implementar el Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) que integra la gestión del agua, la prevención de desastres y la seguridad alimentaria. El programa depende de una combinación de conocimiento local y científico. Algunos ejemplos de medidas de adaptación apropiadas incluyen el aumento en número y tamaño de las reservas de almacenamiento de agua para compensar la pérdida de glaciario, la introducción de diferentes variedades de cultivos capaces de soportar condiciones climáticas extremas y la integración de medidas específicas para la prevención de desastres en la planificación regional. Además, los nuevos sistemas de información diseñados para usuarios locales y regionales crearán una mayor conciencia en las comunidades sobre los peligros climáticos y sobre las medidas que se tomen para encararlos.

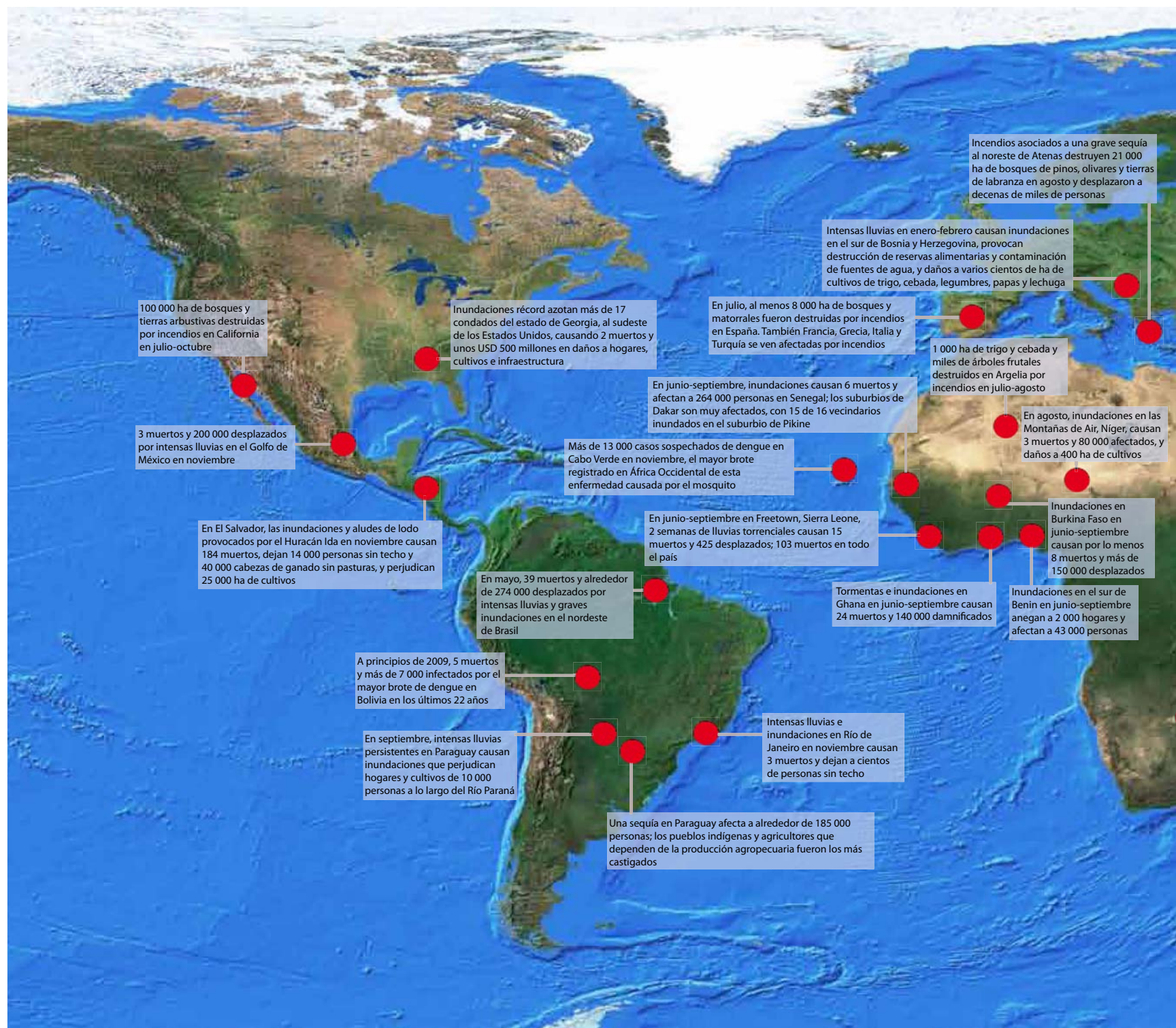
Fuentes: Salzmann y otros (2009), SDC (2009), Vergara, W. y otros (2009), Huggel y otros (2008)



El Glaciar Puca en los altiplanos andinos de Perú. Crédito: Steve Schmidt

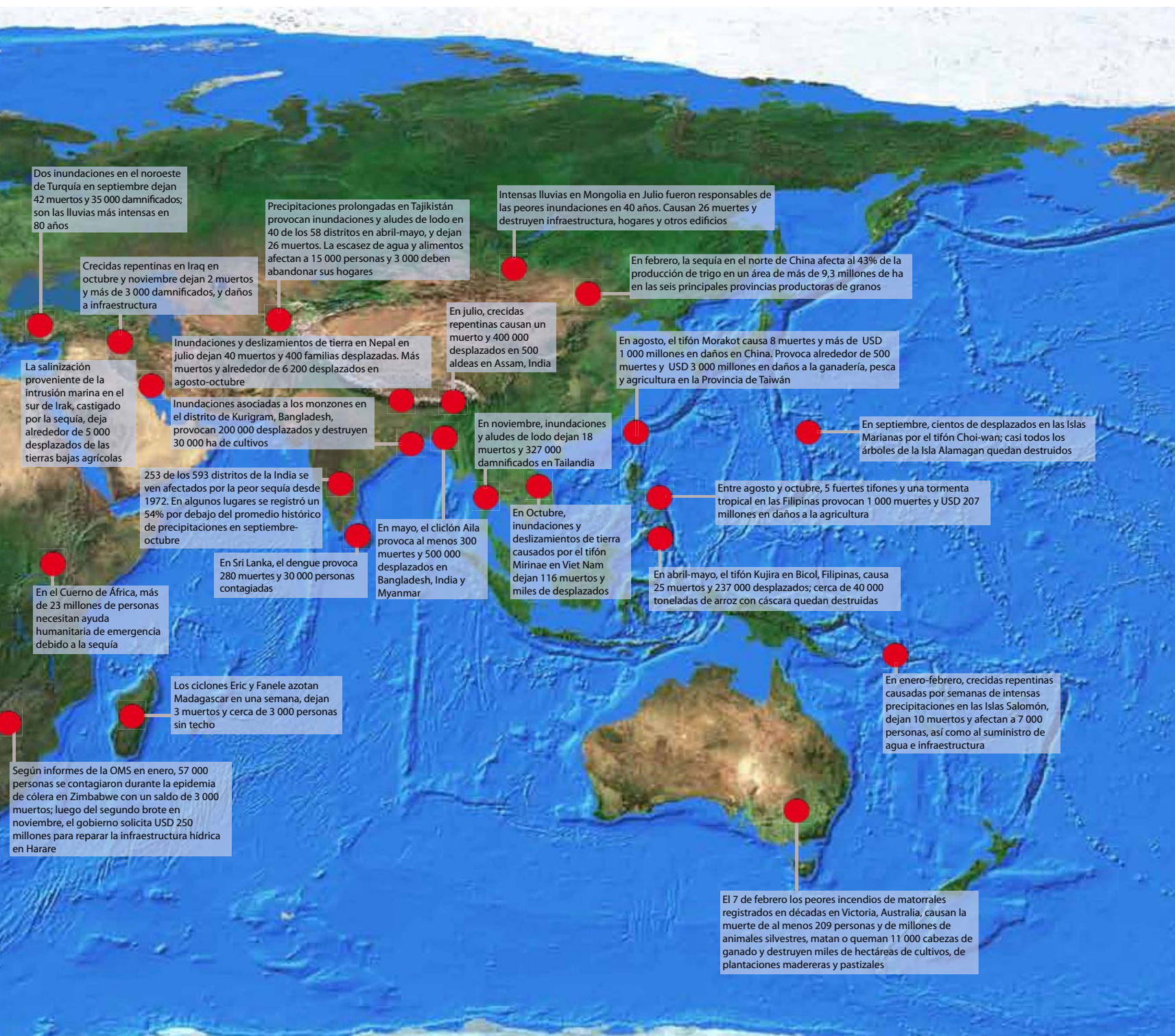


# Fen menos ambientales extremos relacionados con el agua en 2009



Fuentes: Sírvase remitirse a <http://www.unep.org/yearbook/2010>





2009). Sin embargo, se ha comprobado que la exposición reiterada a desastres, incluso a los de baja intensidad, socava la capacidad de recuperación de las comunidades (ISDR 2009a).

Un estudio del Banco Mundial ha demostrado que los desastres graves nunca tienen impactos económicos positivos (Fomby y otros 2009). Los fenómenos extremos pueden arrasar las ganancias del desarrollo, dado que las comunidades más pobres frecuentemente están expuestas a riesgos climáticos debido a su ubicación física, su exposición a múltiples peligros ambientales y sus condiciones socio-económicas (Fomby y otros 2009). Las mujeres, que representan el 67 por ciento de los pobres del mundo, se ven afectadas de manera desproporcionada por los fenómenos extremos. En las inundaciones de Filipinas en septiembre y octubre de 2009, alrededor de 14 000 mujeres embarazadas estuvieron expuestas a condiciones sépticas en los campos de evacuados (IRIN 2009a). Una razón por la cual el índice de mortalidad es mayor en las mujeres que en los hombres durante las inundaciones es que comparativamente una menor cantidad de mujeres sabe nadar (UNFCCC 2008a).

Los países con niveles más altos de ingresos y economías más avanzadas tienden a tener un menor índice de mortalidad y a sufrir menos pérdidas en relación con su riqueza total, en comparación con los países con ingresos más bajos (Peduzzi y Deichmann 2009). Los países con ingresos altos cuentan por el 39 por ciento de exposición a ciclones tropicales, pero sólo por el 1 por ciento del riesgo de mortalidad. Los países con ingresos bajos cuentan por el 13 por ciento de exposición a esas tormentas, y por el 81 por ciento de riesgo de mortalidad. Por lo tanto, si Japón y Filipinas experimentan ciclones de la misma magnitud, probablemente la mortalidad en Filipinas sea 17 veces mayor que en Japón aunque en este último país haya 1,4 veces más gente expuesta (ISDR 2009a).

Los datos sobre los análisis de las tendencias de desastres realizados durante décadas confirman el riesgo relativamente mayor que afecta a las comunidades más pobres. Una reseña de 8 866 “mega-desastres” alrededor del mundo halló que el 0,26 por ciento de estos acontecimientos representó el 78,2 por ciento de la mortalidad relacionada con desastres, mayormente en los países en desarrollo (ISDR 2009a). Ese descubrimiento es coherente con otros análisis sobre tendencias de desastres que indican que la alta mortalidad y las pérdidas económicas están concentradas geográficamente y asociadas con un

número relativamente pequeño de desastres (Peduzzi y Deichmann 2009). Sin embargo, un análisis de datos recogidos durante 38 años correspondientes a 12 países con ingresos bajos y medios demuestra que la exposición de las comunidades vulnerables a los peligros climáticos de moderada intensidad se está expandiendo rápidamente. Los países estudiados han sido: Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, India (los estados de Orissa y Tamil Nadu), Irán, México, Nepal, Perú, Sri Lanka, y Venezuela (ISDR 2009a).

### FACTORES AMBIENTALES GENERADORES DE CONFLICTOS ARMADOS

Si bien todavía existen debates sobre el significado de la escasez o de la abundancia de recursos en los conflictos armados, ha quedado demostrado que el 40 por ciento de tales conflictos dentro de un estado está directamente relacionado con la pugna por recursos naturales (Binningsbø y Rustad 2009, HIIK 2009). En años recientes, los cambios en la naturaleza de los conflictos armados, entre ellos los conflictos dentro de estados por los recursos naturales como en el caso de Afganistán, Sri Lanka y Sudán, han dado lugar a emergencias más complejas y frecuentes en zonas de conflicto (**Tabla 1**).

Una amplia gama de enfoques de investigación, desde la estadística a modelos de teoría del juego, sumados a la micro y macroeconomía se han concentrado en el rol potencial de diversos factores en los conflictos y en la consolidación de la paz. Mientras que por un lado se han identificado parcialidades y brechas tanto en los datos empíricos como en los estudios de casos (Coller y otros 2008), los investigadores han descubierto nuevas tendencias y han desafiado el conocimiento convencional al concentrarse en los generadores de conflicto.

### Escasez de recursos y recursos de gran valor

Se han identificado muchos de los riesgos que el cambio ambiental representa para la seguridad humana. Sin embargo, debido a fallas en la gestión de los recursos naturales esos riesgos no han sido tratados de manera adecuada. La magnitud del consumo y de la contaminación en las sociedades modernas, con altos niveles de consumo de energía, ha contribuido a la deforestación, la pérdida de la diversidad biológica, el agotamiento de poblaciones de peces, la degradación de la tierra, la contaminación y escasez del agua, la degradación de los ecosistemas marinos y costeros, y a la contaminación de las personas, las plantas y los animales por sustancias químicas y radioactivas (Matthew y otros 2009).

**Tabla 1: Conflictos armados por los recursos dentro de estados**

PAÍS	DURACIÓN	RECURSOS
Afganistán	1978-2001	Gemas, madera, opio
Angola	1975-2002	Petróleo, diamantes
Burma	1949-	Gemas, madera, opio, estaño
Cambodia	1978-1997	Madera, gemas
Colombia	1984-	Petróleo, oro, coca, madera, esmeraldas
Congo, Rep. Dem. del	1996-1998, 1998-2003, 2003-2008	Cobre, coltán, diamantes, oro, cobalto, madera, estaño
Congo, Rep. de	1997-	Petróleo
Côte d'Ivoire	2002-2007	Diamantes, cacao, algodón
Indonesia - Aceh	1975-2006	Madera, gas natural
Indonesia-Papua Occidental	1969-	Cobre, oro, madera
Liberia	1989-2003	Madera, diamantes, hierro, aceite de palma, cacao, café, caucho, oro
Nepal	1996-2007	Yarsa gumba (hongo medicinal)
Papua Nueva Guinea - Bougainville	1989-1998	Cobre, oro
Perú	1980-1995	Coca
Senegal - Casamance	1982-	Madera, castañas de cajú
Sierra Leone	1991-2000	Diamantes, cacao, café
Somalia	1991-	Pescado, carbón vegetal
Sudán	1983-2005	Petróleo

La tabla muestra la duración de los conflictos armados relacionados con recursos dentro de los estados entre 1975 y 2008. Estos 20 conflictos ocurrieron en 18 países por recursos tales como el petróleo, determinados cultivos, madera, gemas y minerales.  
Fuente: Adaptado del UNEP (2009a)



Las sociedades propensas al conflicto tienden a volverse más dependientes de los recursos naturales cuando la inversión en la industria, por ejemplo, se ve desalentada por la violencia de bajo nivel y la amenaza de un conflicto armado (Lujala 2009). Las sociedades que se caracterizan por la diversidad en los medios de subsistencia y por el fuerte crecimiento económico tienen menos probabilidades de entrar en conflicto (Brunnschweiler y Bulte 2009).

Estudios recientes confirman que tanto la escasez de recursos como su abundancia pueden llevar a conflictos (Brunnschweiler y Bulte 2009, Buhaug y otros 2008). Los análisis estadísticos sobre los conflictos dentro de los estados y el tipo de recursos, tales como las gemas, el petróleo, el gas y los cultivos utilizados para fabricar drogas ilegales, sugieren que la ubicación y el tipo de los recursos dentro de un país afectan seriamente la intensidad y duración de dichos conflictos. Incluso si no se extraen las gemas, el petróleo o el gas, su presencia dentro de una zona de conflicto puede aumentar significativamente la duración de los conflictos y duplicarse la cantidad de muertes relacionadas con ellos. Se ha comprobado que cuando idénticos recursos están ubicados fuera del área de conflicto su impacto en el conflicto es insignificante (Lujala 2010, Lujala 2009).

En última instancia, la investigación sugiere que la asignación de los recursos, y en especial la escasez de estos últimos, es uno de los distintos factores que podría provocar conflictos armados dentro de un estado (Matthew y otros 2009, Buhaug y otros 2008, Theisen 2008). La situación económica doméstica y la exposición a la violencia podrían explicar la participación en los conflictos armados. Cuantos más pobres sean los hogares al comienzo del conflicto, existirán más probabilidades de que sus miembros apoyen la rebelión armada, y cuanto mayor sea el riesgo de violencia, más probabilidades habrá de que los rebeldes encuentren apoyo en los hogares (Justino 2009). Una larga serie de investigaciones empíricas ha relacionado los bajos ingresos per cápita y la distribución inequitativa del poder y los recursos con los conflictos, por la manera en que estos factores influyen en la decisión de las personas para apoyar o incluso unirse a las facciones rebeldes (Justino 2009).

La capacidad institucional y del estado para gestionar los recursos naturales está estrechamente vinculada al riesgo de conflicto. Dado que esta capacidad se mide a menudo con datos indirectos, los vínculos entre la capacidad de gobernanza, los recursos y los conflictos son difíciles de cuantificar. Para dar cuenta de los efectos de la capacidad del estado y de los procesos políticos

una vez alcanzada la paz luego de los conflictos, los expertos se basan en factores tales como el PBI per cápita, el grado de democracia del país, la fecha de las elecciones posteriores al conflicto y el grado de autonomía regional otorgado por las constituciones (Polity IV Project 2009, Collier y otros 2008). También resulta difícil separar la capacidad del estado de la dotación de recursos naturales, dado que la capacidad del estado puede verse afectada por la base de dichos recursos y por la renta proveniente de su extracción (Lujala 2010). Un estado exportador de petróleo con un gobierno central fuerte puede cosechar la mayoría de las ganancias provenientes de la producción de petróleo y luego utilizarlas para aumentar su capacidad institucional.

### La conservación, los conflictos y la consolidación de la paz

Según el contexto, los programas de conservación se pueden suscitar, sostener o interrumpir por causa de conflictos (Hammill y otros 2009). Sin intención, pueden engendrar conflictos cuando agravan las tensiones sociales y económicas preexistentes derivadas de la marginación política, problemas étnicos o de equidad. Los programas de conservación, también sin intención, pueden sostener un conflicto en curso en caso de que la población sea privada de sus medios de subsistencia o de que sean manipulados por los participantes del conflicto. En la República Democrática del Congo, por ejemplo, se ha observado que grupos armados han atacado a los beneficiarios de los programas de conservación que reciben compensaciones alimentarias o monetarias. Los conflictos violentos a menudo interrumpen las actividades de conservación tanto de manera directa como indirecta: en el primer caso, al destruir hábitats, matar animales y sobreexplotar recursos naturales, y en el segundo, al hacer

que los trabajos de conservación se tornen muy peligrosos y al atemorizar a las fuentes de financiamiento (Hammill y otros 2009).

Las actividades de conservación pueden utilizarse para apuntalar la consolidación de la paz cuando éstas atacan las causas subyacentes de los conflictos o cuando reparan los ecosistemas y afianzan los medios de subsistencia. Se ha sugerido que se pueden prevenir conflictos cuando se gestiona eficientemente la falta de recursos hídricos, dado que la interdependencia económica brinda a los países un interés común en el futuro del otro y estimula el nivel de confianza mutua (Hammill y otros 2009, Tir y Ackerman 2009). Dado que se espera que el cambio climático global y la presión demográfica aumenten la tensión sobre los recursos hídricos en las próximas décadas, los países tienen un fuerte incentivo para hacer frente a las disputas hídricas transfronterizas antes de que estas se profundicen (Tir y Ackerman 2009, Buhaug y otros 2008).

### Los conflictos armados como una amenaza al medio ambiente

Un nuevo campo de estudio, la ecología de la guerra, considera los efectos complejos y escalonados de los conflictos en el medio ambiente, desde antes del conflicto hasta la reconstrucción posconflicto. Una mejor comprensión de los impactos en los ecosistemas causados por las actividades relacionadas con los conflictos beneficiaría de varios modos a los responsables de formular políticas. Por ejemplo, podría utilizarse para incorporar medidas de protección de ecosistemas a la producción armamentística, el entrenamiento para incendios, el planeamiento táctico, el monitoreo de los movimientos de refugiados y las personas desplazadas internamente, y proyectos de rehabilitación (Machlis y Hanson 2008) (**Recuadro 2**).

#### Recuadro 2: El costado ecológico de las operaciones para mantener la paz



Credito: UN DPKO

El Departamento de Operaciones de Mantenimiento de la Paz de las Naciones Unidas (DOMP) ha designado personal de sus oficinas centrales y bases de campo para examinar formas de reducir su huella ambiental. Además, luego de reconocer el rol protector de los ecosistemas, las tropas de mantenimiento de la paz de la ONU han emprendido proyectos de reforestación y rehabilitación ecológica. También han participado en la perforación de pozos de agua, en la limpieza del medio ambiente y en las respuestas a los desastres. Los críticos insisten en que estas tropas ya están demasiado exigidas y a menudo tienen dificultades para proteger a los civiles, por lo que no deberían utilizarse para proyectos ambientales. Los que están a favor argumentan que dichas actividades crean lazos más estrechos con las comunidades locales y ayudan a protegerlas de los peligros ambientales.

Fuente: Gronewald (2009)

El conocimiento adquirido de la ecología de la guerra también podría fortalecer la implementación de acuerdos ambientales internacionales durante los conflictos. Debido a ciertos vacíos en las estructuras legales actuales y a la aplicación insuficiente de los instrumentos legales diseñados para proteger el medio ambiente, los ecosistemas continúan sufriendo graves daños durante los conflictos, lo que podría tener efectos de largo plazo en las sociedades. La depredación de los servicios de los ecosistemas durante los conflictos puede dificultar la consolidación de la paz y retrasar la recuperación económica luego del conflicto (UNEP 2009b, Machlis y Hanson 2008).

El análisis histórico de las tendencias de conflictos sugiere que realmente se necesita una aplicación más estricta de las leyes ambientales internacionales, una gobernanza más eficaz y una mayor defensa del medio ambiente. En la segunda mitad del siglo XX, más del 90 por ciento de los principales conflictos armados tuvo lugar en países con zonas de gran diversidad biológica, concentrándose más del 80 por ciento directamente dentro de dichas zonas (Hanson y otros 2009). Esas zonas críticas, que cubren sólo el 2,3 por ciento de la superficie del planeta y son sensibles a la interferencia humana, albergan por lo menos al 50 por ciento de las plantas vasculares conocidas y al 42 por ciento de las especies de animales vertebrados. Los conflictos presentan, por ende, una amenaza real a la diversidad biológica (Hanson y otros 2009).

Hace falta una mayor investigación sobre la aplicación de leyes ambientales internacionales durante los conflictos armados. Gran parte de la investigación existente data de los años noventa, luego de la Guerra del Golfo, entre 1990 y 1991. Desde entonces, los cambios en las leyes ambientales internacionales y en las tendencias de los conflictos, incluido el aumento en el número de conflictos dentro de los estados, hacen que sea necesario clarificar cuándo y cómo se aplica el derecho ambiental internacional en ese nuevo contexto (UNEP 2009c). Por ejemplo, los artículos 35(3) y 55(1) del Primer Protocolo adicional (1977) al Convenio de Ginebra de 1949 prohíben “daños extensos, duraderos y graves al medio ambiente natural”. Sin embargo, nuevas investigaciones han demostrado que esta prohibición no ha logrado proteger al medio ambiente durante los conflictos, dada la falta de definiciones más claras y precisas relativas al daño ambiental (UNEP 2009c).

### **El medio ambiente y la consolidación de la paz**

Las nuevas tendencias sobre la inseguridad desdibujan la línea divisoria entre el conflicto armado y el delito, y

entre los niveles comunitario, nacional y global de la seguridad. Los análisis recientes han confirmado que las sociedades que emergen de conflictos son más propensas a la violencia armada que otras y, además, tienen más probabilidades de sufrir un escalamiento de violencia armada en las ciudades y pueblos con urbanización rápida. Agentes estatales también tienen más posibilidades de operar ilegalmente con grupos y empresas criminales externos al estado en las sociedades post-conflicto (OECD 2009). Estas condiciones, a su vez, explican por qué alrededor del 40 por ciento de esas sociedades vuelven al conflicto dentro de la década posterior (Collier y otros 2008). Las prioridades a corto plazo de la gestión de los recursos después de un conflicto probablemente difieran de los objetivos en tiempos de paz. Los horizontes temporales suelen ser más cortos y los enfoques que usualmente se aplicarían en la gestión sostenible de los recursos naturales son por lo general inviables en las situaciones posteriores a los conflictos (Bruch y otros 2009). Los agentes y las fuentes de financiamiento también son diferentes, mientras que la capacidad de gobernanza suele ser particularmente débil. Dadas estas distinciones, la gestión eficiente de los recursos naturales durante la consolidación de la paz requiere que los gobiernos, las ONG y las comunidades afectadas por los conflictos tengan en cuenta la manera en que difieren las actividades de gestión de los recursos en los períodos posteriores a los conflictos y en los tiempos de paz (Bruch y otros 2009).

La investigación cuantitativa sobre el regreso al conflicto en sociedades posconflicto ha demostrado que la paz suele depender de una presencia militar externa que respalde la recuperación económica gradual, en vez de depender exclusivamente de soluciones políticas (Collier y otros 2008). En muchos países posconflicto, tales como Liberia y la República Centroafricana, el crecimiento económico está ligado a la gestión de recursos tales como la madera y el petróleo. Los investigadores también han descubierto una fuerte relación entre la magnitud del riesgo posterior al conflicto y el alcance de la desigualdad económica al interior de las comunidades. Por lo tanto, sugieren que cuando finaliza el conflicto se distribuyan los recursos en proporción inversa a los ingresos de las personas (Collier y otros 2008).

Para la consolidación de la paz, la importancia de la equidad en la distribución, el acceso y la propiedad de los recursos naturales plantea varias cuestiones de gobernanza y transparencia, tales como la manera en

que se gestionan las concesiones oficiales e informales. Esto también enfatiza el rol de la gestión sostenible de los recursos naturales. Los conflictos por los recursos naturales dentro de los estados tienen el doble de posibilidades de tener una recaída, comparados con aquellos que no ocurren dentro de un estado. Sólo el 25 por ciento de las negociaciones de paz incorporan mecanismos de gestión de recursos, a pesar de los estudios que indican que las partes podrían alcanzar una paz más duradera si trataran explícitamente la gestión sostenible de los recursos naturales en las negociaciones de los acuerdos (**Recuadro 3**).

Los recursos naturales han demostrado que son cruciales en la recuperación y la consolidación de una paz efectiva luego de los conflictos. En cualquier contexto dado, esos recursos podrían jugar un rol mayor o menor en la negociación de los acuerdos de paz, los programas de desarme, desmovilización y reintegración (DDR), el mantenimiento de los medios de subsistencia de los refugiados y las personas desplazadas internamente, el establecimiento de la confianza entre las partes enfrentadas, y en el apoyo a la gobernanza, al crecimiento económico y a la generación de ingresos (Bruch y otros 2009, Conca y otros 2009). El gobierno de Rwanda, por ejemplo, se ha embarcado en un emprendimiento de turismo ecológico junto con los gobiernos de Uganda y la República Democrática del Congo que permite a los turistas observar gorilas de montaña en áreas protegidas dentro de cada país. Estos países formalizaron su cooperación con la firma de la Declaración de Goma en 2005 y la Declaración Ministerial de Rubavu en 2008 para una Mayor Colaboración Transfronteriza en Virunga, demostrando que la gestión transfronteriza de los recursos puede ser un vehículo para la construcción de confianza regional (UNEP 2009a).

Si bien la cooperación en materia de gestión de recursos puede contribuir a la consolidación de la paz al generar confianza entre las partes en conflicto, este enfoque se utiliza con muy poca frecuencia o sin una comprensión adecuada (Binningsbø y Rustad 2009, Conca y otros 2009). La mayoría de las instituciones legales y políticas tienen todavía que incorporar la gestión sostenible de los recursos naturales a sus políticas operativas o a su material de orientación. A pesar de las décadas de experiencia en el uso de los recursos naturales para facilitar el desarme, la desmovilización y la reintegración, la Guía Operativa de la ONU para DDR aún no contempla dichos recursos.



### Recuadro 3: Concesiones forestales de Liberia



La gestión sostenible de recursos naturales puede fortalecer la gobernanza y la justicia en las sociedades después de los conflictos. Luego de la guerra civil de Liberia, el Gobierno Nacional de Transición estableció de manera independiente el Comité de Revisión de las Concesiones Forestales (FCRC, por sus siglas en inglés). En un esfuerzo por revelar casos de corrupción, el examen se extendió a las concesiones forestales anteriores. Se estableció una asociación entre el gobierno, organizaciones internacionales, ONG y el FCRC a fin de apoyar la rehabilitación y la reforma del sector forestal de Liberia, y mejorar la cooperación y la coordinación de las actividades de promoción de la gestión forestal sostenible en ese país. El FCRC ha estado al frente de los esfuerzos para volver a introducir el imperio de la ley en Liberia. Gracias a su éxito inicial, ha sido citado por expertos como modelo para revisar otras concesiones y demás actividades similares en otros países.

Fuente: Bruch y otros (2009)

Crédito: The Goldman Environmental Prize/ Silas Siakor

### NUEVAS HERRAMIENTAS PARA ENFRENTAR DESASTRES Y CONFLICTOS

Las herramientas más prometedoras para mitigar el riesgo de desastres y conflictos están integradas en las políticas y estructuras institucionales existentes. Varios factores y enfoques que son comunes a la reducción del riesgo de desastres, la prevención de conflictos y la consolidación de la paz merecen una mayor atención, pues representan ejemplos de grandes avances políticos o usos innovadores de nuevas tecnologías y metodologías.

### Nuevos paradigmas de gobernanza para la gestión sostenible de los recursos naturales

La forma más eficaz en que los países pueden reducir el riesgo de desastres está relacionada con la incorporación de una plataforma de reducción de riesgo de desastres a sus estrategias de desarrollo y adaptación al cambio climático (ISDR 2009a). Dicha plataforma debería reconocer que los sistemas naturales, tales como las llanuras aluviales, los bosques, los manglares y los arrecifes de coral, pueden reducir los efectos adversos de los peligros naturales, y debería por lo tanto articularse sobre esa base. Aunque los sistemas naturales no ofrecen una protección total, tienen un papel en la disminución de pérdidas de vidas y de costos económicos de los peligros hidrometeorológicos. Varias comunidades indígenas entienden la conexión entre una menor calidad ambiental y una mayor vulnerabilidad a los peligros, por lo que utilizan la gestión de los ecosistemas para reducir el riesgo de desastres. A menudo sucede que esos vínculos no resultan explícitos en el planeamiento local o que los gobiernos carecen del control efectivo de las causas del deterioro ambiental (Randall y otros 2010, Mumba 2008).

La gobernanza equitativa y transparente puede disuadir conflictos, por ende los instrumentos que

brindan incentivos apropiados a los actores del estado merecen una mayor atención. Por ejemplo, la Iniciativa para Transparencia de Industrias Extractivas (EITI) y el Sistema de Certificación del Proceso Kimberley, adoptado para prevenir el comercio de diamantes de zonas en conflicto, han inducido a una mayor transparencia en los gobiernos participantes. La participación de los gobiernos en estos programas ha permitido una participación mayor de las organizaciones civiles que sirven como organismos de control, la aplicación de monitoreos y también la identificación de oportunidades para una mayor observancia (Global Witness 2009).

Los programas como la EITI necesitan de la participación de los gobiernos (a menudo de aquellos países que han estado involucrados en conflictos), para emprender las reformas e implementar las normas. Dichas medidas, a su vez, podrían generar beneficios adicionales, al fortalecer las instituciones estatales y apuntalar políticas de gestión sostenibles. Si bien estos programas no funcionan aisladamente, demuestran cómo la sociedad civil y el sector privado pueden complementarse en la consolidación de la paz (EC 2005, EITI 2009a). Un ejemplo más reciente de la consolidación de la paz integrada es el plan para la República Centroafricana, adoptado en 2009, que requiere una gestión de los recursos naturales dentro de un ambiente protegido y de manera que beneficie a las comunidades locales. Este plan incorpora la gestión racional y transparente de la energía y los recursos naturales con el apoyo de la Comisión de Consolidación de la Paz de la ONU, la cual brindará capacitación y asistencia técnica, y apoyará los esfuerzos del gobierno a los fines de establecer entidades de protección ambiental y de respetar las normas internacionales, como las incluidas en la EITI (UN2009b).

### Proteger los medios de subsistencia vulnerables mediante la gestión del riesgo financiero

Las sequías, las inundaciones y otros peligros relacionados con el clima siempre han presentado un desafío para las comunidades de agricultores, pastores y pescadores, cuyos medios de subsistencia dependen de la gestión sostenible de los recursos naturales. En especial en los países en desarrollo, donde las sequías o inundaciones pueden causar moras generalizadas, los agricultores no suelen tener acceso al crédito necesario para adquirir semillas mejoradas y fertilizantes. Los esquemas de seguros basados en índices (por lo general, las precipitaciones, la temperatura, la humedad o el rendimiento promedio del cultivo), y no en daños, sumados a otros instrumentos de transferencia del riesgo pueden proteger a los agricultores de las pérdidas y fortalecer los medios de vida rurales vulnerables frente al cambio climático (Hellmuth y otros 2009).

En la Décimo tercera Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC) en diciembre de 2007, los países acordaron el Plan de Acción de Bali, que identifica la repartición y transferencia del riesgo como un medio de adaptación al cambio climático. Desde entonces, los estudios han analizado los instrumentos nuevos y los existentes. La repartición y transferencia del riesgo pueden reducir el riesgo de desastres bajo ciertas condiciones, pero estos enfoques son sólo una parte de la solución. Resultan más eficaces cuando se los implementa junto con otras medidas de reducción del riesgo de desastres (Warner y otros 2009, UNFCCC 2008b).

Los instrumentos de transferencia del riesgo tienen sus limitaciones. No previenen la pérdida de vidas o activos, ni son siempre el medio más apropiado

para gestionar el riesgo en cuanto a la relación costo/eficiencia o su accesibilidad (Warner y otros 2009). Además, la mayoría de los expertos concuerdan en que, hasta ahora, la experiencia ha sido muy poca como para determinar cómo utilizar los instrumentos de transferencia del riesgo de manera eficaz (Hellmuth y otros 2009, Warner y otros 2009).

El seguro puede brindar un manto de protección a las personas y los países vulnerables, cuando existe coordinación entre la acción pública y privada, además de apoyo internacional. El microseguro basado en índices ha extendido la cobertura financiera para riesgos de desastres a hogares con bajo nivel de ingresos en Bolivia, Etiopía, India, Malawi, Mongolia, Sudán y Viet Nam (Hellmuth y otros 2009, Warner y otros 2009). La experiencia con el primer seguro en el mundo contra catástrofes basado en índices y conformado por varios países, el Mecanismo de Seguro de Riesgo para Catástrofes en el Caribe (CCRIF) de 2007, sugiere que es posible lograr mejoras significativas en la reducción del riesgo de desastres. Sin embargo, se necesitará tiempo para realizarlas y para satisfacer las necesidades de las comunidades locales. Para 2009, los países miembro habían aportado más de USD 21 millones al grupo, sumados a los USD 65 millones adicionales provenientes de países donantes (CCRIF 2009, Christian Aid 2009).

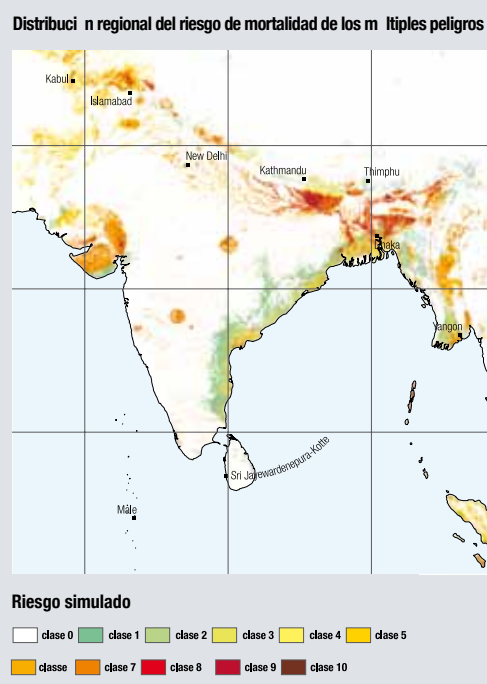
### Nuevas tecnologías de alerta temprana

Según nuevas investigaciones, los sistemas de alerta temprana para casos de desastres y conflictos podrían mejorarse si se los pudiera combinar (Meier 2010). Los sistemas de alerta temprana de conflictos, especialmente, podrían brindar un servicio más eficaz si incorporaran a sus informes habituales indicadores ambientales pertinentes, tales como el uso de recursos naturales y de vegetación. Luego de agregar esta información a los datos existentes para los países en el Cuerno de África, un estudio piloto descubrió que la vegetación disponible es directamente proporcional a los disparadores de conflictos sociales entre las comunidades pastoriles (Meier 2010).

Las nuevas investigaciones confirman el valor de los sistemas de información geográfica (SIG) en el análisis y la prevención de conflictos dentro del estado, donde los factores ambientales, socioeconómicos y demográficos juegan un papel clave (Stephenne y otros 2009). Las plataformas SIG son particularmente útiles para integrar series de datos multidisciplinarios (**Figura 1**). Los conceptos geográficos básicos, como la contigüidad,

la proximidad y la difusión en tiempo y espacio se están comenzando a utilizar para entender mejor las relaciones entre los generadores de conflicto. Se pueden incorporar, por ejemplo, imágenes de satélite para monitorear los movimientos demográficos, la cubierta del suelo, los cambios en los patrones de precipitaciones y las actividades ilícitas generadoras de ingresos, como la extracción de diamantes en Sierra Leone o de madera en Liberia (Stephenne y otros 2009, UNEP 2009d).

**Figura 1: Utilización de SIG para el mapeo de peligros múltiples**



Fuente: UNEP/GRID-Europe (2009)

Este mapa es un primer plano del análisis global del riesgo múltiple de mortalidad producido por PNUMA para el Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres. Está basado en la modelización de los SIG sobre peligros de inundaciones, ciclones tropicales, deslizamientos y terremotos, con uso de datos geofísicos y meteorológicos, y un modelo de intersección de la distribución demográfica de una resolución de 1 x 1 km. Las categorías de riesgo simulado varían del riesgo más bajo (clase 0) al más alto (clase 10). El análisis de vulnerabilidad incluye parámetros tales como la gobernanza, la pobreza y el crecimiento demográfico, identificados por medio de análisis estadísticos de regresión múltiple.

Fuentes: ISDR (2009a), Peduzzi y otros (2009)

El análisis de peligros múltiples con uso de los SIG también puede incorporar datos de modelos climáticos para desarrollar perfiles de riesgos futuros. Este conocimiento puede servir de base para el diseño de infraestructura clave o para ayudar a los aseguradores a asignar un precio a los riesgos de baja probabilidad asociados con el potencial de grandes pérdidas (UNFCCC 2008b). Los nuevos estudios que incorporan las predicciones de los modelos climáticos a los SIG han advertido sobre la potencial crisis en materia de seguridad alimentaria en las próximas décadas (Battisti y Naylor 2009, Liu y otros 2008).

A pesar de las mejoras propuestas para los sistemas de alerta temprana, los profesionales advierten que es necesario lograr que dichas herramientas resulten más fáciles de utilizar (Nerlander 2009). La preparación y el planeamiento para casos de desastre deben tomar en cuenta los requisitos del público destinatario, de modo que las alertas captadas por los satélites, los modelos de computación u otras tecnologías lleguen a las comunidades adecuadas para que luego se actúe en consecuencia (IFRC 2009b) (**Recuadro 4**). Algunas investigaciones sugieren que los sistemas de alerta temprana están calibrados para satisfacer las demandas de los donantes más que las de las comunidades afectadas por los desastres, mencionando ejemplos de fallas en dar respuestas humanitarias adecuadas a los desastres de evolución lenta, como la reciente crisis alimentaria de Nigeria en 2004-2006, y la anterior sequía y hambruna en el Sahel en 1972-1974 (Glenzer 2007). Como resultado de las fallas estructurales internas que diluyen y desplazan la autoridad y la responsabilidad, los sistemas de alerta temprana sólo han contado con un éxito parcial. En muchas ocasiones, se ha entregado muy poca ayuda y en forma tardía a las comunidades afectadas por los desastres (Glenzer 2007).

### Uso del conocimiento local

Un desarrollo prometedor en los sistemas de alerta temprana y en los enfoques para la adaptación al cambio climático en general resulta de la integración de nuevas tecnologías, conocimientos indígenas y sistemas de comunicación. Los investigadores que trabajan en el proyecto de Análisis Multidisciplinario de los Monzones Africanos están colaborando con los agricultores para mejorar su capacidad de adaptación, al combinar los conocimientos de estos últimos con los modelos climáticos mejorados y modificar las estrategias

#### Recuadro 4: Proyecto de análisis y mapas de riesgos y amenazas en Sudán

En julio de 2009, el proyecto de análisis y mapas de riesgos y amenazas del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) expandió sus operaciones a todos los estados del sur de Sudán, luego de establecer con éxito operaciones en todos los estados orientales, en las áreas de transición y en Darfur. Lanzado en diciembre de 2007, con financiación del Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido y de la Dirección de Prevención y Recuperación de Crisis del PNUD, el Proyecto apoya proyectos de desarrollo y recuperación y, además, ha establecido una unidad de gestión de información que comparte datos con los gobiernos estatales, las ONG y doce organismos de la ONU. Para el verano de 2009, los gobiernos estatales en Sudán habían comenzado a utilizar los análisis de los proyectos para implementar un planeamiento basado en evidencias y sensible a los conflictos en comunidades afectadas por la guerra que habían sido desatendidas anteriormente. Los ejemplos de iniciativas incluyen la Estrategia de Recuperación Temprana para Darfur, la Reducción de Conflictos por los Recursos en las Tres Áreas y numerosas medidas de reducción del riesgo en Sudán oriental y las Tres Áreas.

El proyecto de análisis y mapas de riesgos y amenazas invita a los interesados de todos los niveles de la sociedad a participar en el proceso de mapeo a través de grupos de discusión de dos días en los niveles estatal y comunitario. Los participantes de los grupos de discusión identifican y trazan un mapa de los factores más importantes relacionados con las crisis en su área, como la ubicación de los recursos naturales clave. Más adelante, el equipo del proyecto recolecta información en tiempo real utilizando tecnología de telefonía móvil y compara los cambios con los mapas de referencia iniciales. Los mapas son compartidos una vez más con los participantes iniciales y se los analiza en busca de patrones escondidos de conflicto, que puedan servir de señales de alerta temprana en el futuro.

Fuentes: Meier (2009), UNDP (2009a), UNDP (2009b)



Participantes de un taller del proyecto de análisis y mapas de riesgos y amenazas en Sudán. Crédito: UNDP

para la agricultura (Mertz y otros 2009). Un análisis de seguimiento del terremoto y el tsunami que sacudieron las Islas Salomón en 2007 descubrió que la comunidad indígena de Tapurai tuvo menos víctimas en comparación con los asentamientos de inmigrantes, a pesar de que la ola en Tapurai fue más poderosa. A la comunidad le fue mejor, principalmente por la prontitud con la que reconoció los indicadores naturales, como la laguna que se vació rápidamente, por lo que pudo actuar de manera apropiada. Además los niños de la comunidad Tapurai tenían más probabilidades de saber nadar que los otros niños (McAadoo y otros 2009). El conocimiento indígena y la comprensión del medio ambiente podrían reducir el riesgo de desastres si se los integrara a los sistemas de alerta temprana de tsunamis (McAadoo y otros 2009).

#### MIRADA AL FUTURO

En 2009, se avanzó mucho en el aprendizaje sobre los generadores ambientales del riesgo de desastres y conflictos, así como sobre la gestión o reducción de dichos riesgos. Sin embargo, un número importante de cuestiones requieren una mayor investigación. Por ejemplo, ¿cuál es el costo ambiental de los desastres? ¿Cómo deberían valorarse los daños a los ecosistemas por causa de desastres? Actualmente, no existe un acuerdo consensuado para medir el valor de los servicios de los ecosistemas (véase el capítulo Gestión de los ecosistemas). La falta de consenso hace que sea difícil responder preguntas sobre los verdaderos costos

ambientales de los desastres, o sobre el valor de proteger los servicios de los ecosistemas para reducir sus riesgos.

La UNFCCC ha creado una base de datos de estrategias locales para sobrellevar la adaptación al cambio climático, así como un compendio de métodos y herramientas (UNFCCC 2009a, UNFCCC 2008c). Todavía es necesario analizar estudios de casos concretos para identificar las mejores prácticas y determinar cuáles son los medios más eficaces de utilización de recursos naturales con el objeto de reducir el riesgo de desastres, prevenir conflictos y apoyar los procesos de consolidación de la paz.

En 2010, el Banco Mundial lanzará un detallado informe titulado *Assessment on the Economics of Disaster Risk Reduction* (Evaluación sobre la economía de la reducción del riesgo de desastres), que debería brindar un marco normativo a fin de facilitar los cálculos de los costos de los desastres y el valor de los bienes y servicios de los ecosistemas. Una de las cuestiones clave que abarcará el informe es el verdadero valor de las medidas *ex ante* para reducir los desastres, comparado con los costos de respuesta a los mismos. Este informe ansiosamente esperado podrá servir como herramienta analítica y política para los profesionales y los gobiernos de los países en desarrollo en busca de financiación para la adaptación.

En diciembre de 2009, las partes de la UNFCCC adoptaron el Acuerdo de Copenhague, según el cual, los países desarrollados deberán aportar USD 30 000 millones entre 2010 y 2012. Cerca de la mitad de ese fondo será utilizada para financiar las

medidas de adaptación en los países en desarrollo más vulnerables (UNFCCC 2009b). A medida que estos nuevos fondos de adaptación estén disponibles, los gobiernos comenzarán a expandir las iniciativas piloto y locales, que en su mayoría hacen frente a los peligros ambientales existentes mediante la gestión cuidadosa de los recursos naturales.

En 2010, los profesionales en materia de ayuda también esperan por la publicación del manual revisado del *Proyecto Esfera: Carta humanitaria y normas mínimas de respuesta en casos de desastres*, que brindará una guía para el suministro de asistencia humanitaria a las comunidades afectadas por desastres y conflictos (Sphere 2010).

El programa de investigación más amplio en su tipo sobre la gestión de recursos naturales y la consolidación de la paz presentará sus conclusiones en 2010. Dicho programa identificará las mejores prácticas y las lecciones aprendidas durante los últimos 40 años en materia de minimización de riesgos de conflictos relacionados con los recursos naturales, con la simultánea maximización de las oportunidades para el desarrollo económico y de los medios de subsistencia. El programa, basado en 130 estudios de casos en 40 países que han padecido conflictos en el pasado, cuenta con la coordinación del Instituto de Derecho Ambiental, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, el PNUMA, el Instituto Internacional de Investigaciones para la Paz en Oslo, y las universidades de McGill y de Tokio.



## REFERENCIAS

- Allison, I., Bindoff, N.L., Bindshadler, R.A., Cox, P.M., de Noblet, N., England, M.H., Francis, J.E., Gruber, N., Haywood, A.M., Karoly, D.J., Kaser, G., Le Quéré, C., Lenton, T.M., Mann, M.E., McNeil, B.I., Pitman, A.J., Rahmstorf, S., Rigot, E., Schellnhuber, H.J., Schneider, S.H., Sherwood, S.C., Somerville, R.C.J., Stefan, K., Steig, E.J., Visteck, M. and Weaver, A.J. (2009). *The Copenhagen Diagnosis: Updating the World on the Latest Climate Science*. The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC), Sydney
- Ban, K.-M. (2009). Video Message for the Second Global Platform for Disaster Risk Reduction, Geneva, 16 June 2009. United Nations, Geneva
- Bathurst, J.C., Bovolo, C.I. and Cisneros, F. (2009). Modelling the effect of forest cover on shallow landslides at river basin scale. *Ecological Engineering*, 9 July 2009
- Battisti, D.S. and Naylor, R.L. (2009). Historical Warnings of Future Food Insecurity with Unprecedented Seasonal Heat. *Science*, 323(5911), 240-244
- Binningsbo, H.M. and Rustad, S.A. (2009). *Resource Conflicts, Wealth Sharing and Postconflict Peace*. Background paper for the UNEP Expert Advisory Group on Environment, Conflict and Peacebuilding prepared by the Norwegian University of Science and Technology and the Centre for the Study of Civil War. International Peace Research Institute (PRIO), Oslo
- Bruch, C., Jensen, D., Nakayama, M., Uhrh, J., Gruby, R. and Wolfrath, R. (2009). Post-Conflict Peace Building and Natural Resources. In: *Yearbook of International Environmental Law 2008* (eds. O.K. Fauchald, D. Hunter and W. X). Oxford University Press, UK
- Brunnschweller, C.N. and Bulte, E.H. (2009) Natural resources and violent conflict: resource abundance, dependence, and the onset of civil wars. *Oxford Economic Papers*, 61(2009), 651-674
- Buhaug, H., Gleditsch, N.P. and Theisen, O.M. (2008). *Implications of Climate Change for Armed Conflict*. Paper commissioned by the World Bank Group for the "Social Dimensions of Climate Change" workshop 5-6 March 2008. World Bank, Washington, D.C.
- CCRIF (2009). The Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility web site. <http://www.ccrif.org>
- Christian Aid (2009). *The potential role of the Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility (CCRIF) as a tool for Social Protection, Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation: A civil society perspective*. Christian Aid, London
- Collier, P., Hoeffler, A. and Söderbom, M. (2008). Post-Conflict Risks. *Journal of Peace Research*, 45(4), 461-478
- Conca, K., Dabelko, G.D. and Weintal, E. (2009). *Opportunities for Environmental Peacebuilding*. Prepared for the UNEP Post-Conflict and Disaster Management Branch under a grant to the International Institute for Sustainable Development
- Dasgupta, S., Laplante, B., Murray, S. and Wheeler, D. (2009). *Climate Change and the Future Impacts of Storm-Surge Disasters in Developing Countries*. Working Paper 182. Center for Global Development, Washington, D.C.
- EC (2005). Council Regulation (EC) No. 2173/2005 of 20 December 2005 on the establishment of a FLEGT licensing scheme for imports of timber into the European Community. European Commission. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32005R2173:EN:HTML>
- ETI (2009a). *Case Study: Addressing the roots of Liberia's conflict through ETI*. Extractive Industries Transparency Initiative, Oslo
- EM-DAT (2009). The International Disaster Database, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters—CREED. <http://www.emdat.be> (Data set of "Natural Disasters" in Africa during 2008)
- Fomby, T., Ikeda, Y. and Loayza, N. (2009). *The Growth Aftermath of Disasters*. Policy Research Working Paper 8002. The World Bank Development Research Group and Global Facility for Disaster Risk Reduction, Washington, D.C.
- Glenzer, K. (2007). *We Aren't the World: The Institutional Production of Partial Success*. In: *Niger 2005: Une catastrophe si naturelle* (eds. X. Crombé and J.-H. Jézéquel). Karthala, Paris
- Global Witness (2009). *Credibility of Liberia's forestry reform programme at point of collapse, warns Global Witness*. Global Witness, London. [http://www.globalwitness.org/media\\_library\\_detail.php/808/en/credibility\\_of\\_liberias\\_forestry\\_reform\\_programme](http://www.globalwitness.org/media_library_detail.php/808/en/credibility_of_liberias_forestry_reform_programme)
- GPDRP (2009). *Outcome Document: Chair's Summary of the Second Session: Global Platform for Disaster Risk Reduction*. Geneva
- Gronewald, N. (2009). Environmental Demands Grow for U.N. Peacekeeping Troops. *The New York Times*, 11 August 2009. <http://www.nytimes.com/gwire/2009/08/11/11greenwire-environmental-demands-grow-for-un-peacekeeping-40327.html>
- Hammill, A., Crawford, A., Craig, R., Malpas, R. and Matthew, R. (2009). *Conflict-Sensitive Conservation*. International Institute for Sustainable Development (IISD), Winnipeg
- Hanson, T., Brooks, T.M., da Fonseca, G.A.B., Hoffmann, M., Lamoreux, J.F., Machlis, G., Mittermeier, C.G., Mittermeier, R.A. and Pilgrim, J.D. (2009). *Warfare in Biodiversity Hotspots*. *Conservation Biology*, 23(3), 578-587
- Hellmuth, M.E., Osgood, D.E., Hess, U., Moorhead, A. and Bhojwani, H. (eds.) (2009). *Index insurance and climate risk: Prospects for development and disaster management*. International Research Institute for Climate and Society (IRI), Columbia University, New York
- HIIC (2009). *Conflict Barometer 2009*. Heidelberg Institute for International Conflict Research, Heidelberg
- Huggel, C., Encinas, C., Eugster, S. and Robledo, C. (2008). The SDC climate change adaptation programme in Peru: disaster risk reduction with an integrative climate change context. In: *Proceedings of the International Disaster and Risk Conference (IDRC)*, Davos, Switzerland, 25-29 August 2008
- IFRC (2009a). Italy: Earthquake DREF Operation No. MDRIT001, Update No. 3, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva. [http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/retirevattachments?openagent&shortid=AMMF-756LPJ&file=Full\\_Report.pdf](http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/retirevattachments?openagent&shortid=AMMF-756LPJ&file=Full_Report.pdf)
- IFRC (2009b). *World Disasters Report: Focus on early warning, early action*. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007* (eds. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller). Cambridge University Press, UK
- IRIN (2009a). Philippines: Pregnant women vulnerable in evacuation camps. Integrated Regional Information Networks, UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. <http://www.irinnews.org/Report.aspx?ReportId=86545>
- IRIN (2009b). Africa: Climate change could worsen displacement. Integrated Regional Information Networks, UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. <http://www.irinnews.org/report.aspx?ReportId=86716>
- ISDR (2009a). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Risk and poverty in a changing climate*. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva
- Justino, P. (2009). *Poverty and Violent Conflict: A Micro-Level Perspective on the Causes and Duration of Warfare*. *Journal of Peace Research*, 46(3), 315-333
- Karsli, F., Atasoy, M., Yalcin, A., Reis, S., Demir, O. and Gokceoglu, C. (2009). Effects of land-use changes on landslides in a landslide-prone area (Ardesen, Rize, NE Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 156(1-4), 241-255
- Liu, J., Fritz, S., van Wesenbeeck, C.F.A., Fuchs, M., You, L., Obersteiner, M. and Yang, H. (2008). A spatially explicit assessment of current and future hotspots of hunger in Sub-Saharan Africa in the context of global change. *Global and Planetary Change*, 64(3-4), 222-235
- López, R. (2009). *Natural Disasters and the Dynamics of Intangible Assets*. Policy Research Working Paper 4874. The World Bank Sustainable Development Network, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery Unit, Washington, D.C.
- Lujala, P. (2009). Deadly Conflict over Natural Resources: Gems, Petroleum, Drugs, and the Severity of Armed Civil Conflict. *Journal of Conflict Resolution*, 53(1), 50-71
- Lujala, P. (2010) (forthcoming). The spoils of nature: armed civil conflict and rebel access to natural resources. *Journal of Peace Research*
- Machlis, G.E. and Hanson, T. (2008). *Warfare Ecology*. *BioScience*, 58(8), 729-736
- Mafian, S., Huat, B.B.K. and Ghiasi, V. (2009). Evaluation on Root Theories and Root Strength Properties in Slope Stability. *European Journal of Scientific Research*, 30(4), 594-607
- Matthew, R.A., Barnett, J., McDonald, B. and O'Brien, K.L. (eds.) (2009). *Global Environmental Change and Human Security*. MIT Press, Cambridge, USA
- McAdoo, B.G., Moore, A. and Baumwoll, J. (2009). Indigenous knowledge and the near field population response during the 2007 Solomon Islands tsunami. *Natural Hazards*, 48(1), 73-82
- Meier, P. (2009). Threat and Risk Mapping and Analysis in Sudan. iRevolution. <http://revolution.wordpress.com/2009/04/09/threat-and-risk-mapping-analysis-in-sudan/>
- Meier, P. (2010) (forthcoming). *Networking Disaster and Conflict Early Warning Systems for Environmental Security*. Accepted for publication in *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security—Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks* (eds. H.G. Brauch, J. Grin, P. Kamer-Mootte, B. Chourou, P. Dunay and J. Birkmann). Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace, Vol. 5. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York
- Mertz, O., Bouzou, I., Diouf, A., Dabi, D., Nielsen, J. Ø., Diallo, D., Mbow, C., Ka, A. and Malqa, A. (2009). Perceptions of environmental stress by rural communities in the Sudan-Sahel zone of West Africa. *Earth and Environmental Science*, 6, 41302
- Mumba, M. (2008). Adapting to climate change and why it matters for local communities and biodiversity—the case of Lake Bogoria catchment in Kenya. *Policy Matters*, 16, 157-162.
- Nassef, Y. (2009). *UNFCCC Post-2012 Negotiations and the Nairobi Work Programme on Adaptation*. Presentation for IPCC Working Group II Scoping Meeting: Possible Special Report on "Extreme Events and Disasters: Managing the Risks". International Panel on Climate Change, Geneva
- Nerland, L. (2009). *Climate Change and Health*. The Commission on Climate Change and Development, Stockholm
- OECD (2009). *Armed Violence Reduction*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris
- PaCFA (2009). *Fisheries and Aquaculture in our Changing Climate*. Global Partnership for Climate, Fisheries and Aquaculture. <http://www.cnn.com/2009/WORLD/asiapcf/03/15/afghan.taibain.threat/index.html>
- Peduzzi, P., Dao, H., Herold, C. and Mouton, F. (2009) Assessing global exposure and vulnerability towards natural hazards: the Disaster Risk Index. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, 1149-1159
- Peduzzi, P. and Deichmann, U. (2009). Global disaster risk: patterns, trends and drivers. In: *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Risk and poverty in a changing climate* (2009). United Nations, Geneva
- Polity IV Project (2009). *Polity IV Individual Country Regime Trends, 1946-2008*. <http://www.systemicpeace.org/polity/polity4.htm>
- Randall, J., Stolton, S. and Dolocemascolo, G. (2010) (forthcoming). *Natural Security: Protected areas and hazard mitigation*. In: *Arguments for Protected Areas: Multiple benefits for conservation and use* (eds. S. Stolton and N. Dudley). Earthscan, London
- Saltzman, N., Huggel, C., Calanca, P., Diaz, A., Jonas, T., Jurt, C., Konzelmann, T., Lagos, P., Rohrer, M., Silvero, W. and Zappa, M. (2009). Integrated assessment and adaptation to climate change impacts in the Peruvian Andes. *Advances in Geosciences*, 22, 35-39
- SDC (2009). *Climate change in Peru: Maximising resilience to minimise vulnerability*. Swiss Development Corporation, Berne. [http://www.sdc.admin.ch/en/Home/Projects/Climate\\_change\\_in\\_Peru](http://www.sdc.admin.ch/en/Home/Projects/Climate_change_in_Peru)
- Sphere (2010). *Humanitarian Charter and Minimum Standards in Disaster Response*. [www.sphereproject.org](http://www.sphereproject.org)
- Stephenn, N., Burnley, C. and Ehrlich, D. (2009). Analyzing Spatial Drivers in Quantitative Conflict Studies: The Potential and Challenges of Geographic Information Systems. *International Studies Review*, 11, 502-522
- Theisen, O.M. (2008) *Blood and Soil? Resource Scarcity and Internal Armed Conflict Revisited*. *Journal of Peace Research*, 45(6), 801-818
- Tir, J. and Ackerman, J.T. (2009). Politics of Formalized River Cooperation. *Journal of Peace Research*, 46(5), 623-640
- UN (2009a). *Report of the Secretary-General on peacebuilding in the immediate aftermath of conflict*. United Nations General Assembly/Security Council, New York. Document A/63/881-S/2009/304
- UN (2009b). *Strategic framework for peacebuilding in the Central African Republic 2009-2011*. United Nations General Assembly/Peacebuilding Commission, New York. Document PBC/3/CAF/7
- UNDP (2009a). *Enhancing National Capacities for Conflict Mapping, Analysis and Transformation in Sudan*. United Nations Development Programme Sudan. <http://www.sd.undp.org/projects/dg13.htm>
- UNDP (2009b). *Sudan Threat and Risk Mapping and Analysis Project*. United Nations Development Programme Sudan. <http://www.sd.undp.org/projects/crisis/documents/TRMA%20brief%20June%202009.doc>
- UNEP (2009a). *From Conflict to Peacebuilding: The Role of Natural Resources and the Environment*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP (2009b). *Climate Change Science Compendium 2009*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP (2009c). *Protection of the Environment During Armed Conflict: An Inventory and Analysis of International Law*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP (2009d). *Mapping Environment and Security Issues in the Southern Mediterranean Region*. United Nations Environment Programme, Geneva
- UNFCCC (2008a). *Integrating practices, tools and systems for climate risk assessment and management and strategies for disaster risk reduction into national policies and programmes. A technical paper prepared for the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA) under the Nairobi work programme on impacts, vulnerability and adaptation to climate change*. FCCC/TP/2008/4. 21 November 2008. United Nations Framework Convention on Climate Change secretariat, Bonn
- UNFCCC (2008b). *Mechanisms to manage financial risks from direct impacts of climate change in developing countries. A technical paper prepared for the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention*. FCCC/TP/2008/9. 21 November 2008. United Nations Framework Convention on Climate Change secretariat, Bonn
- UNFCCC (2008c). *Compendium on methods and tools to evaluate impacts of, and vulnerability and adaptation to, climate change*. United Nations Framework Convention on Climate Change secretariat, Bonn. [http://unfccc.int/adaptation/nairobi\\_work\\_programme/knowledge\\_resources\\_and\\_publications/items/2674.php](http://unfccc.int/adaptation/nairobi_work_programme/knowledge_resources_and_publications/items/2674.php)
- UNFCCC (2009a). *Database on local coping strategies*. United Nations Framework Convention on Climate Change secretariat, Bonn. <http://maindb.unfccc.int/public/adaptation/>
- UNFCCC (2009b). *Copenhagen Accord*. United Nations Framework Convention on Climate Change secretariat, Bonn. [http://unfccc.int/files/meetings/cop\\_15/application/pdf/cop15\\_cph\\_aav.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/cop_15/application/pdf/cop15_cph_aav.pdf)
- Vergara, W., Deeb, A., Valencia, A., Huesussling, S., Zarzar, A., Bradley, R. S. and Francou, B. (2009). *The Potential Consequences of Rapid Glacier Retreat in the Northern Andes*. In: *Assessing the Potential Consequences of Climate Destabilization in Latin America* (ed. W. Vergara). Latin America and Caribbean Region Sustainable Development Working Paper 32, The World Bank, Washington D.C.
- Warner, K., Ranger, N., Suminski, S., Arnold, M., Linnerooth-Bayer, J., Michel-Kerjan, E., Kovacs, P. and Herweizer, C. (2009). *Adaptation to Climate Change: Linking Disaster Risk Reduction and Insurance*. United Nations International Strategy for Disaster Reduction Secretariat, Geneva
- Yeh, B. (2009). *Taiwan rethinks land use after killer typhoon*. Agence France-Presse, 24 November 2009. <http://reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db90SDD/SNAA-7Y58FL?OpenDocument&rc=3&erid=TC-2009-000150-TWN>



# Eficiencia de recursos

Encontrar los patrones de producción y consumo representa el primer paso en la gestión que apunta a optimizar la eficiencia de recursos. Un mayor conocimiento sobre el flujo de los materiales y la energía nos ayudará a enfrentar los desafíos asociados con el crecimiento económico, la destrucción del hábitat, la contaminación y el cambio climático.



Las valiosas materias primas extraídas de las minas alrededor del mundo, entre ellas, las de la República Democrática del Congo, se utilizan para la fabricación de productos electrónicos, como teléfonos celulares, reproductores de MP3, cámaras digitales y computadoras portátiles.

*Crédito: Mark Craemer*

## INTRODUCCIN

En las últimas décadas, hay una mayor conciencia de que nuestra sociedad orientada al crecimiento pueda estar sobrepasando la capacidad de carga del planeta. A través del desarrollo de perspectivas interdisciplinarias, como la ciencia de la sostenibilidad y la ciencia del sistema Tierra, los efectos ambientales acumulativos de las actividades humanas resultan más evidentes.

La cuestión fundamental de la eficiencia de recursos radica en entender cómo mejorar la gestión tanto de la producción como del consumo. La mala gestión contribuye al agotamiento de los recursos naturales, la destrucción del ecosistema, la contaminación, el cambio climático y el desperdicio de materiales. La eficiencia de recursos emplea una variedad de enfoques para reducir la utilización de los recursos y el impacto ambiental por cada unidad de producción, comercio o consumo,

durante todo el ciclo de vida de los bienes, servicios y materiales.

Los ecologistas industriales y los analistas de la cadena de materiales examinan los procesos en muchas escalas diferentes. Algunos comparan la entrega y el consumo de materiales industriales, y la acumulación de los productos derivados, con el metabolismo de los organismos vivos (Krausmann y otros 2009). Las perspectivas analíticas en evolución acerca de la apropiación humana de la producción primaria neta (HANPP, por sus siglas en inglés) y de las huellas ecológicas de los productos, los individuos, los negocios, los países y nuestra civilización globalizada utilizan el concepto de metabolismo en ese sentido (Ayres 2008, Haberl y otros 2008). De acuerdo con este enfoque, el crecimiento en el metabolismo industrial es una de los principales generadores del cambio ambiental global (Ayres y Warr 2009).

## UTILIZACI N DE MATERIALES

Una evaluación reciente sobre la utilización global de materiales desde comienzos del siglo XX estuvo basada en los principios conceptuales y metodológicos del análisis del flujo de materiales. Esta evaluación aportó una estimación cuantitativa de la extracción global anual de biomasa, combustibles fósiles, minerales de metal, minerales industriales y minerales de construcción durante el período 1900-2005 (Krausmann y otros 2009) (**Figura 1**).

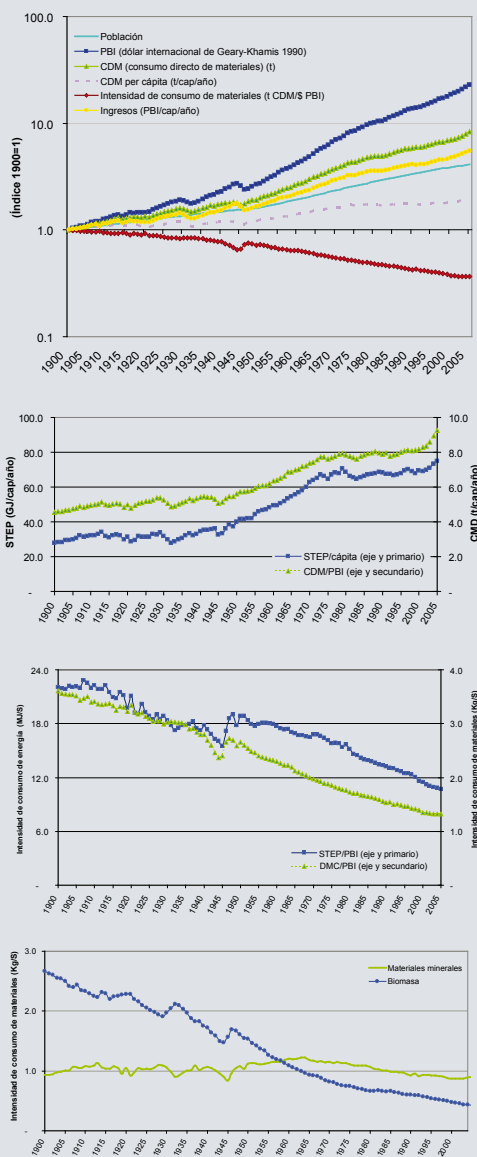
Durante el siglo XX, el empleo global de materiales se multiplicó por ocho. Actualmente, la cantidad anual de materiales de todo tipo que se utiliza es de casi 60 mil millones de toneladas métricas (o gigatoneladas, Gt). El nivel de consumo de materiales antropogénicos hoy puede compararse con los principales flujos de materiales en los ecosistemas a nivel mundial, tales como la cantidad de biomasa producida anualmente por las plantas verdes (Krausmann y otros 2009).

El período posterior a la Segunda Guerra Mundial se ha caracterizado por un rápido crecimiento de la infraestructura física, impulsado por el crecimiento económico y demográfico. En este período, se ha producido un cambio relativo del dominio de la biomasa renovable hacia la utilización de materiales minerales. No existen evidencias que indiquen que el crecimiento en el uso de materiales se esté reduciendo o que pueda hacerlo con el tiempo (Krausmann y otros 2009).

La utilización mundial de materiales en el siglo XX fue impulsada en cierta medida por el crecimiento demográfico. Gran parte del consumo y la producción resultó del aumento, y luego de la estabilización, en el uso de materiales per cápita en los países desarrollados. No obstante, durante la última década en las economías emergentes como Brasil, China, India y México ha aumentado el consumo de recursos per cápita así como los impactos ambientales asociados (SERI 2008).

Los países con un menor desarrollo también están

**Figura 1: Utilización mundial de materiales, 1900-2005**



Los gráficos muestran de arriba hacia abajo: el desarrollo de la utilización de materiales (CDM), el CDM per cápita, la población y sus ingresos; el suministro total de energía primaria (STEP); las tasas metabólicas (consumo de materiales y STEP anual per cápita); la intensidad en el consumo de energía y materiales, y la intensidad de los materiales para la biomasa y los materiales minerales (portadores de energía fósil, minerales de metal y minerales industriales, entre ellos, los minerales para la construcción).

Fuente: Adaptado de Krausmann y otros (2009)

comenzando a recorrer la transición hacia niveles más altos de utilización de recursos per cápita. Con un futuro desarrollo económico global que continúa sobre la base de un modelo habitual de negocios y un crecimiento demográfico proyectado entre el 15 y el 51 por ciento para el año 2050, se puede esperar otro marcado aumento en el nivel de extracción de materiales a nivel global (Krausmann y otros 2009, UN 2009, SERI 2008).

Alcanzar una gestión proyectada de la oferta y la demanda es el objetivo de un consumo y producción sostenibles, así como de las estrategias de eficiencia de recursos (Jackson 2009). La reducción del consumo de materias primas, o al menos su estabilización al nivel actual, requerirá importantes reducciones de las tasas metabólicas, principalmente en los países industrializados. Las ganancias en la eficiencia de la utilización de materia prima podrían contribuir a un desacoplamiento del crecimiento económico a partir del consumo de materiales y energía, pero esto requeriría estrategias de gestión eficaces e innovadoras que permitieran evitar los efectos rebote (Bleischwitz y otros 2009, Jackson 2009, Krausmann y otros 2009, OECD 2009, Lutz y otros 2004) (**Recuadro 1**).

## ENERGÍA

En especial, se busca innovar para reducir el consumo energético y el uso de combustibles fósiles (**Recuadro 2**). La dependencia de los combustibles fósiles está asociada con los problemas ambientales y de salud, tales como los efectos de las altas concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, lo que deriva en el cambio climático y la acidificación de los océanos.

### Recuadro 1: El efecto rebote

Los ahorros de energía que se lograrán gracias a la eficiencia mejorada normalmente se estiman aplicando principios y modelos de ingeniería. Sin embargo, los ahorros de energía previstos raramente se materializan. Una explicación ampliamente aceptada es que las mejoras en el uso eficiente de la energía impulsan a un mayor uso de los servicios que la energía contribuye a proveer. Por ejemplo, si baja el costo de la iluminación debido al aumento de la eficiencia en el uso de la energía, seguramente se utilice más iluminación. Este comportamiento de respuesta se denomina "efecto rebote". Mientras que el alcance del efecto rebote varía ampliamente, puede derivar en un aumento generalizado en el consumo de energía, resultado conocido como "contra-efecto".

Fuente: Herring y Cleveland (2008), Sorrel (2007)

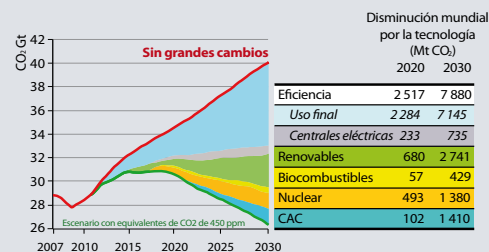
### Recuadro 2: Perspectivas de energía en el mundo para 2009

En el informe *World Energy Outlook 2009* de la Agencia Internacional de Energía (AIE), publicado en noviembre, se confirmaron las proyecciones anteriores que anticipaban que el consumo de energía continuaría en línea con la producción económica.

La crisis económica y financiera ha tenido un impacto considerable en el sector energético a nivel mundial. Las emisiones de CO<sub>2</sub> en 2009 pueden haber llegado a caer en un 3 por ciento. La crisis fue la responsable de la merma en la inversión en tecnologías contaminantes. Con una buena gobernanza ambiental, la pausa en las inversiones podría presentar una oportunidad para impedir la construcción o expansión de instalaciones con gran contenido de carbono y para cubrir la demanda correspondiente a estas instalaciones con fuentes de energía renovables.

A pesar del impacto de la crisis, se estima que las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía, si no se dan grandes cambios, incrementarán de los 28 800 millones de toneladas en 2007 a 34 500 millones en 2020, y 40 200 millones en 2030. Las proyecciones indican que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, entre ellas las de CO<sub>2</sub> que no están relacionadas con la energía y todos los demás gases de efecto invernadero (GEI), se incrementarán en un tercio entre 2005 y 2030, de 42 400 millones de toneladas en equivalentes de CO<sub>2</sub> a 56 500 millones de toneladas.

El informe *World Energy Outlook 2009* presenta un escenario de 450 partes por millón (ppm) de equivalente de CO<sub>2</sub>, en el cual se presume que la eficiencia aportada por los consumidores finales representaría el 50 por ciento de las reducciones de emisiones proyectadas, junto a otras medidas que incluyan acuerdos sectoriales y medidas nacionales. Para lograrlo, las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía deberían alcanzar un total de 30 900 millones de toneladas antes de 2020 y bajar a 26 400 millones de toneladas en 2030. Más allá de las mejoras de eficiencia, esta proyección asume que se cerrarán las centrales de carbón antiguas e ineficientes y que serán reemplazadas por centrales eléctricas más eficientes, produciendo así una reducción adicional del 5 por ciento en las emisiones globales. Un despliegue mayor de energía renovable representaría un ahorro del 20 por ciento en CO<sub>2</sub>, mientras que el aumento del uso de biocombustibles en el transporte representaría otro 3 por ciento. Por último, en el escenario de 450 ppm propuesto por la AIE, las instalaciones de captación y almacenamiento de carbono (CAC) y la energía nuclear representarían, cada una, una reducción de las emisiones del 10 por ciento en 2030 de no haber mayores cambios.



En el escenario con equivalentes al CO<sub>2</sub> de 450 ppm, las medidas de eficiencia representarán dos tercios del 3,8 Gt de reducción del CO<sub>2</sub> en 2020. Las renovables, en cambio, representarán cerca de un quinto.

Fuentes: GCP (2009), IEA (2009a), Le Quééré y otros (2009), IEA (2008)

## Energía solar

La energía solar, la fuente de energía más abundante, es la base de la industria de energía renovable de mayor crecimiento a nivel mundial. La energía solar resulta incluso competitiva frente al carbón (Carr 2009). Existen dos tecnologías principales de energía solar. La más conocida utiliza sistemas fotovoltaicos que convierten la energía solar directamente en electricidad a tasas de eficiencia entre el 12 y el 18 por ciento. En cambio, las plantas que realizan naturalmente el proceso de fotosíntesis mediante la luz solar tienen una tasa de eficiencia del 1 por ciento (US DOE 2009, Schiermeier y otros 2008).

Un sistema alternativo, de energía solar concentrada, utiliza espejos que enfocan la luz solar en un fluido que genera vapor para impulsar las turbinas convencionales. Si bien la energía solar concentrada es más económica y cuenta con un mayor potencial para producir una carga de energía a gran escala y para reemplazar centrales eléctricas de combustibles fósiles, requiere una importante cantidad de agua para el enfriamiento. Esto representa una limitación en las regiones áridas donde suelen construirse las instalaciones solares (World Bank 2009a, Schiermeier y otros 2008).

Una tecnología desarrollada hace más de una década, que fue descartada durante un tiempo cuando los precios de los combustibles fósiles eran comparativamente bajos, utiliza sal fundida como fluido. Las turbinas son impulsadas por el vapor que se produce al calentar la sal. Este sistema sólo requiere la décima parte del agua que emplean otros tipos para el enfriamiento. La sal almacena la energía solar y continúa

impulsando la turbina durante la noche o cuando está nublado (AE 2009, Woody 2009).

Si bien estos espejos de gran tamaño que enfocan los rayos solares son costosos, se ha desarrollado una película reflectante, delgada y económica, que puede disminuir el peso y la masa de la instalación (Economist 2009).

Los sistemas fotovoltaicos solares pueden adaptarse para satisfacer necesidades específicas, son de rápido armado y pueden generar electricidad distribuida, así como utilizarse en aplicaciones fuera de la red eléctrica. Los calentadores solares de agua, en particular, pueden reducir la necesidad de emplear energía de la red o gas para este propósito. China domina el mercado de los calentadores solares de agua, con una producción de más del 60 por ciento de la capacidad mundial (REN21 2009, World Bank 2009b).

## Energía hidroeléctrica

Las centrales de energía hidroeléctrica, con una capacidad global de generación de 800 gigavatios, producen aproximadamente el 20 por ciento de la electricidad total consumida a nivel mundial. Las grandes instalaciones de energía hidroeléctrica pueden responder rápidamente a las cambiantes demandas de energía, independientemente de las condiciones climáticas. Además, se emplean como apoyo para otras fuentes de energía renovable. Una ventaja de las grandes instalaciones de energía hidroeléctrica está relacionada con su capacidad de almacenar la energía producida en cualquier otro sitio por medio del bombeo ascendente de agua hacia el interior de embalses cuando existe

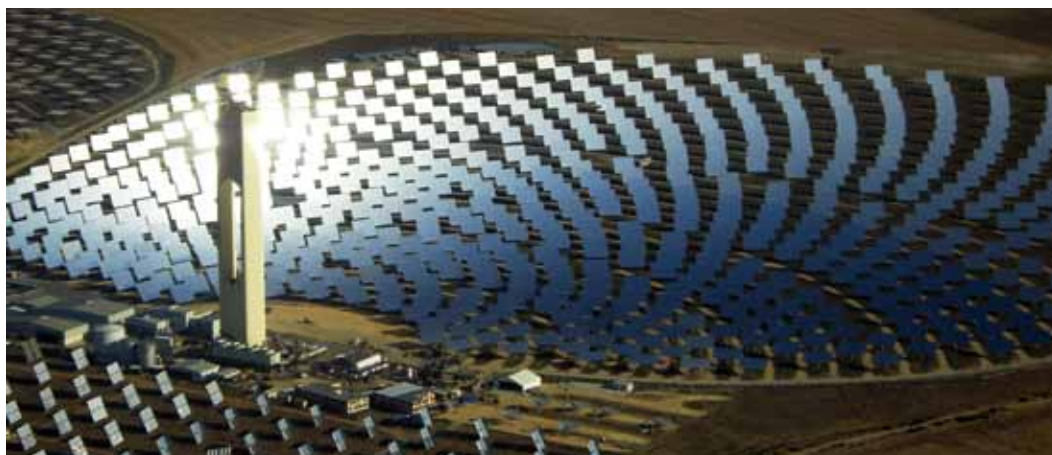
abundante energía. Estos embalses pueden suministrar agua para la irrigación y el control de las inundaciones (Schiermeier y otros 2008).

La energía hidroeléctrica a pequeña escala está siendo utilizada cada vez más para abastecer las redes locales de electricidad. En China, se ha propagado rápidamente por varias razones: cortos períodos de construcción, impacto limitado en cuanto al desplazamiento de la población y el daño ambiental, distancias cortas con los usuarios, bajos costos de las líneas de transmisión y bajos niveles de pérdidas de electricidad. En el año 2007, China construyó 45 317 centrales pequeñas de energía hidroeléctrica, cuya capacidad total instalada representó cerca del 32 por ciento de la capacidad de energía hidroeléctrica del país construida aquel año. Esto prácticamente iguala la capacidad total de energía hidroeléctrica instalada de pequeño tamaño en el resto del mundo (REN21 2009).

Las grandes represas y embalses requieren de planificación y construcción costosas y duraderas, además de la reubicación de aquellas personas que viven en el área del embalse. Durante las últimas décadas en India y China, millones de personas fueron reubicadas a fin de dar lugar a la construcción de grandes complejos de represas (Schiermeier y otros 2008, WCD 2000). Las represas producen un impacto en los ecosistemas corriente arriba y corriente abajo. Algunos de estos impactos representan una barrera para la migración de algunas especies de peces y afectan la aportación de sedimentos a las zonas agrícolas corriente abajo y a los deltas (véase el capítulo sobre Gestión de los ecosistemas). En algunas zonas tropicales y subtropicales, la descomposición de la biomasa en los embalses libera metano y CO<sub>2</sub> en cantidades prácticamente equivalentes a las emisiones de carbono evitadas por no utilizar combustibles fósiles. Muchas de las grandes centrales hidroeléctricas se encuentran amenazadas por los efectos del cambio climático, que incluyen la disminución del vertido de los glaciares y las inundaciones que siguen al desmoronamiento de los glaciares (World Bank 2009a, Schiermeier y otros 2008).

## Energía eólica

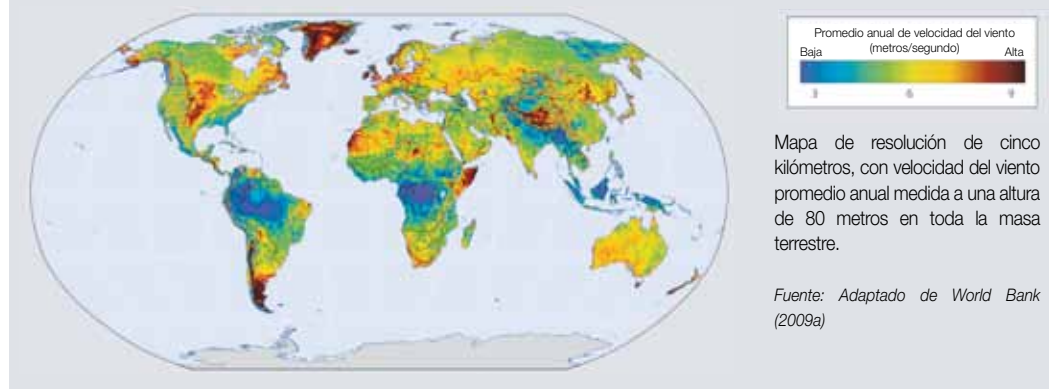
La energía eólica es renovable, se obtiene con facilidad y produce poca contaminación. En el año 2000, se estimaba que el potencial mundial de energía eólica llegaba a 72 000 GW, casi cinco veces la cantidad total de demanda energética, bajo condiciones perfectas de viento a 80 metros y a una velocidad de viento de 6,9 metros por segundo (**Figura 2**). Probablemente el 20 por



Nueva planta de paneles solares PS20 en construcción en España, próxima a la planta PS10. A una altura de 115 metros, la planta PS10 se alimenta de 624 heliostatos espejados. A 165 metros, la planta PS20 funciona con 1 255 heliostatos. La planta PS20 ha sido diseñada para producir el doble de energía que su vecina más pequeña de 11 MW. Aunque no son las primeras "torres de energía" del mundo, son las primeras concebidas a semejante escala. Crédito: Abengoa Solar



**Figura 2: Promedio anual de velocidad del viento**



ciento de este potencial de energía pueda ser captado en el futuro, lo que representaría casi 15 000 gigavatios (Archer y Jacobson 2005).

En los últimos cinco años, la capacidad de generación de energía eólica instalada en el mundo ha crecido a un ritmo del 25 por ciento al año. En 2008 alcanzó un total de 120 gigavatios. La capacidad de generación de energía eólica instalada en Europa ese año fue mayor a la de cualquier otro tipo de tecnología de generación eléctrica (World Bank 2009a). Según cálculos de fines de 2009, la capacidad instalada en Estados Unidos fue de 31 gigavatios. En Estados Unidos se prevé una mayor capacidad de generación eólica que de carbón y gas combinados (AWEA 2009, Schiermeier y otros 2008).

En China, que cuenta con uno de los programas de energía eólica de mayor envergadura en el mundo, la capacidad instalada se ha duplicado cada año desde 2004. China es el cuarto productor de energía eólica, después de Estados Unidos, Alemania y España, con una capacidad estimada de 20 gigavatios para fines de 2010. Su objetivo es contar con una capacidad instalada de 100 gigavatios para 2020. Suponiendo que se establezca un precio garantizado en el futuro por kilovatio/hora por el suministro de electricidad a la red durante un período promedio inicial acordado de diez años, la electricidad generada por la energía eólica podría desplazar el 23 por ciento de aquella producida por las centrales eléctricas de carbón en China (Carr 2009, McElroy y otros 2009, World Bank 2009b).

### Bioenergía

En el siglo XX, los árboles y la hierba fueron la fuente de energía más importante de la humanidad. En la actualidad la biomasa continúa en el segundo puesto

de importancia después de los combustibles fósiles. La madera, los rastrojos y otras formas de biomasa son importantes fuentes de energía para más de dos mil millones de personas. Si bien la biomasa se quema principalmente en fogones y cocinas, en los últimos años se ha convertido en una fuente de generación de electricidad en centrales eléctricas y térmicas combinadas (Hackstock 2008).

La combustión avanzada de madera, que ha ayudado a satisfacer las necesidades energéticas en Escandinavia durante décadas, se está expandiendo a Austria, Francia, Alemania y otros países europeos. En las instalaciones de combustión avanzada, el combustible de madera sólida puede abastecer una parte importante de las necesidades de calor y electricidad a partir de los recursos renovables generados localmente. La combustión de madera a escala de comunidad puede añadir valor financiero a los espacios forestales locales, contribuir a la restauración de los bosques, aportar mejoras a través de la cosecha selectiva y generar empleos a nivel local. Un cuidadoso control del uso sostenible de los bosques locales resulta necesario para asegurar que la producción de energía de los bosques mejore los ecosistemas y no los agote. Lo ideal sería que los avances tecnológicos en el desarrollo de la energía obtenida a partir de la madera pudieran controlar la combustión y la contaminación. Austria cuenta con mil instalaciones de combustión de madera de alto rendimiento que producen mínimas emisiones contaminantes gracias a un sistema de control de la combustión de alta calidad, combinada con un bajo contenido contaminante de la madera en comparación con la mayoría de los combustibles fósiles (Richter y otros 2009, Hackstock 2008).

La capacidad de generación de energía de la biomasa puede ser de hasta 40 GW. La utilización de la biomasa en las centrales de cogeneración puede captar entre el 85 y el 90 por ciento de la energía disponible, utilizando tanto el calor excedente como la energía eléctrica (Schiermeier y otros 2008).

El mayor problema para las nuevas centrales de biomasa está relacionado con encontrar materia prima concentrada confiable que esté disponible a nivel local. Mantener bajos los costos de transporte implica asegurarse de que las centrales puedan abastecerse con combustibles disponibles a nivel local y que sean, por lo tanto, relativamente pequeñas, lo cual aumenta el costo de capital por megavatio (World Bank 2009a). Brindar servicio a las redes locales puede ayudar a garantizar su seguridad, junto con el control local de los suministros de energía.

La utilización de los desechos y residuos puede eliminar el carbono del suelo que, de otra manera, lo enriquecería. Además, las personas de escasos recursos, que a menudo tienen derechos tradicionales a los residuos, podrían verse privados de una importante fuente de combustible, hecho que los dejaría sin otra opción más que destruir los bosques (UNEP 2008). Una dependencia elevada de la bioenergía puede desembocar en extracciones excesivas de recursos hídricos o en plagas de insectos. A su vez, los cambios en el uso de la tierra tienen con frecuencia efectos climáticos en sí mismos. Por ejemplo, la deforestación para cultivos energéticos puede producir emisiones de gases de efecto invernadero a tasas que serían difíciles de compensar a través del uso de estos cultivos como biocombustibles. En resumen, el mejor uso de las fuentes de energía de biomasa puede darse en sistemas en pequeña escala para satisfacer necesidades locales (Schiermeier y otros 2008, UNEP 2008).

La producción y el suministro global de grandes cantidades de biocombustibles son ampliamente consideradas como una opción para sustituir el uso de los combustibles fósiles en el transporte (**Recuadro 3**). No obstante, en 2009 varios informes acerca de los biocombustibles advirtieron respecto del apoyo exageradamente entusiasta que estaba recibiendo esta fuente de energía. Un exhaustivo informe, basado en una evaluación comparativamente rápida realizada por científicos del Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE), intentó presentar las múltiples facetas de la cuestión de los biocombustibles sin interponer ningún juicio de opinión (Howarth y Bringezu 2009).



### Recuadro 3: Un cambio radical en el transporte

El crecimiento en la producción de biocombustibles ha sido impulsado por la necesidad de reducir las emisiones de GEI en el sector del transporte. El transporte representa alrededor del 19 por ciento del uso global de energía y el 23 por ciento de la energía global relacionada con las emisiones de CO<sub>2</sub>. Según las tendencias actuales, se estima que el uso de energía para el transporte y las emisiones de CO<sub>2</sub> de ese sector aumentarán cerca del 50 por ciento para el año 2030 y más del 80 por ciento para 2050.

Un importante estudio sobre el transporte publicado en 2009 por la Agencia Internacional de Energía (AIE) describe los posibles caminos hacia el 2050 en distintos escenarios. Este estudio señala que, si la transición hacia un transporte más eficiente se iniciara ahora, se podría alcanzar un progreso real en la reducción del aumento de emisiones del transporte durante las próximas cuatro décadas. Sin embargo, para ello sería necesario implementar una serie de cambios radicales que permitieran reducir significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte.

El estudio de la IEA demostró que para el año 2050 sería posible reducir el crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> muy por debajo de los niveles actuales, con costos menores a los que muchos piensan. Esto podría lograrse modificando las formas de desplazamiento, mejorando en un 50 por ciento la eficiencia del combustible de los vehículos, utilizando tecnologías que ofrezcan una buena relación entre costo y eficiencia e inclinándonos hacia el uso de electricidad, hidrógeno y biocombustibles de alto rendimiento. En ese contexto, sería necesario implementar fuertes políticas gubernamentales.

Las reducciones alcanzadas en dicho escenario requerirían un crecimiento lento en los viajes en vehículos y la estabilización de los niveles de emisión de CO<sub>2</sub>. Con el propósito de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la mitad para el año 2050, y posteriormente ubicar las emisiones del sector de transporte por debajo de los niveles registrados en 1990, es necesario efectuar cambios tecnológicos radicales, basados en el uso de la electricidad, el hidrógeno y los biocombustibles. Existen importantes obstáculos para implementar estos cambios en las escalas necesarias, entre ellos, los costos, requerimientos de infraestructura y la necesidad de materias primas sostenibles.

Una transición radical en tecnología necesitaría tanto de un cambio drástico en las políticas de los gobiernos como de una inversión sin precedentes en nuevas tecnologías, que incluya el apoyo de infraestructuras como los sistemas de recarga eléctrica. Los países tendrían que trabajar juntos con distintos agentes interesados para asegurarse de que todos los organismos responsables de la toma de decisiones trabajen en la misma dirección. Dado que gran parte del aumento de desplazamientos, uso de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> tendrá lugar en los países en desarrollo, éstos deben integrar el esfuerzo global para alcanzar un transporte futuro sostenible y con bajas emisiones de carbono.

Fuentes: IEA (2009b), Jackson (2009), IEA (2008)

Otro informe, publicado por el PNUMA, sustentado por una minuciosa revisión bibliográfica, y teniendo en cuenta el análisis de los costos y beneficios para el medio ambiente, alentó a continuar la investigación y el desarrollo de algunos combustibles a base de cultivos. La utilización de otros combustibles a base de cultivos fue descartada. Por ejemplo, el informe respaldó la producción de etanol a partir de la caña de azúcar cuando se optimizan los beneficios de aislar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Mediante ese mismo enfoque analítico se ha estudiado cuidadosamente el aceite de palma obtenido en las zonas de bosques tropicales que han sido objeto de deforestación. En ese caso, se determinó que el efecto neto fue un incremento en las emisiones de los gases de efecto invernadero, en especial cuando la zona afectada había sido un área de turbera (Bringezu y otros 2009) (véase el capítulo sobre Cambio climático).

Quizás lo más importante del informe es que demostró que el cálculo y la comparación de las emisiones de gases de efecto invernadero por sí solos no aborda la cuestión acerca de cómo puede modificarse la carga sobre el medio ambiente. La evaluación de los costos y beneficios de los biocombustibles por lo general no considera los efectos de la acidificación ni la carga de nutrientes de las vías navegables. Tampoco suelen considerar los impactos potenciales en la calidad del aire, el agotamiento del ozono o incluso en la diversidad biológica entre otros (Bringezu y otros 2009).

Otro estudio reciente analizó los requerimientos de recursos hídricos para la producción de biocombustibles (Figura 3). Luego de examinar los efectos de la irrigación, el uso de fertilizantes, el transporte y otros factores de la producción agrícola, los autores advirtieron que, a fin de maximizar la eficiencia de los recursos de

la producción de biocombustibles, es necesario contar con habilidades específicas de gestión que aún no han sido totalmente desarrolladas. El daño potencial a los cuerpos de agua superficial y subterránea producto de la escorrentía de fertilizantes y plaguicidas causa especial preocupación (Dominguez-Faus y otros 2009).

### ESTIMACIONES DE AGUA DULCE

El agua dulce comienza a escasear en muchas partes del mundo. El crecimiento demográfico, el cambio climático, la contaminación, la falta de inversión en sanidad y las fallas de gestión tienen impactos negativos en la cantidad de agua disponible en relación con la demanda. En la actualidad, 2 800 millones de personas viven bajo condiciones de estrés hídrico. Para el año 2030, cerca de la mitad de la población mundial vivirá en esas condiciones si no se introducen e implementan nuevas políticas eficaces (UNESCO 2009a, Bates y otros 2008, OECD 2008).

El concepto de “huella hídrica”, presentado en 2002, se inspira en el conocido concepto de la huella ecológica. Una huella ecológica indica el área bioproductiva necesaria para sustentar una población determinada. Una huella hídrica representa el volumen de agua dulce requerido. Para convertir el concepto de huella hídrica en un indicador bien definido, se está abordando una serie de cuestiones metodológicas similares a las que se tuvieron en cuenta para la huella ecológica (Hoekstra 2009).

Las huellas hídricas toman en cuenta la fuente de los productos y las circunstancias relacionadas con su generación y evalúan el uso real del agua en lugar de considerar los promedios mundiales. Por lo tanto, es posible ubicar en el espacio la distribución de la huella hídrica de un país. El consumo de alimentos

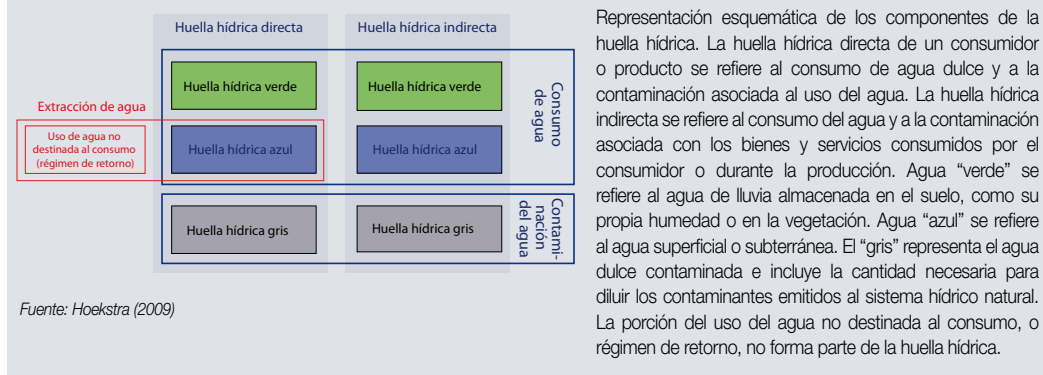
Figura 3: Requerimientos hídricos para la producción de energía

	litros por MWh
Extracción de petróleo	10-40
Refinamiento de petróleo	80-150
Destilación en superficie de esquistos bituminosos	170-681
Central eléctrica CCGN, * enfriamiento por sistema cerrado	230-30 300
Gasificación integrada de carbón en ciclo combinado	~900
Central nuclear, enfriamiento por sistema cerrado	~950
Central eléctrica geotérmica, enfriamiento por torre de sistema cerrado	1900-4200
Recuperación de petróleo mejorado	~7600
CCGN,* sistema de refrigeración abierto	28 400-75 700
Central nuclear, enfriamiento por sistema abierto	94 600-227 100
Irrigación del maíz para etanol	2 270 000-8 670 000
Irrigación del biodiesel de soja	13 900 000-27 900 000
*Ciclo combinado de gas natural	

Algunos cultivos producen un mayor rendimiento de energía de biocombustibles que otros y requieren menos tierra, fertilizante y agua. Los requisitos de consumo de agua (evapotranspiración) tienden a elevarse con los requerimientos de tierra. Se utilizan grandes volúmenes de agua para producir energía a partir de otras fuentes, por ejemplo, para extraer petróleo del suelo, generar vapor para el funcionamiento de las turbinas o enfriar las centrales nucleares. Sin embargo, el volumen de agua necesario para producir una cantidad equivalente de energía a partir de los biocombustibles es comparativamente elevada y representa un mayor consumo de agua.

Fuente: Dominguez-Faus y otros (2009)

**Figura 4: Componentes de una huella hídrica**



contribuye significativamente tanto a la huella ecológica como a la hídrica. La movilidad y el uso de energía asociado a ella son muy importantes sólo para la huella ecológica. Desde la perspectiva de la sostenibilidad, la huella hídrica cuenta otra historia y, en ocasiones, sitúa a las estrategias particulares de desarrollo en una perspectiva diferente (Hoekstra 2009). En 2009,

la Organización Internacional de Normalización (ISO) comenzó a desarrollar una norma de huella hídrica para los productos (ISO 2009).

La huella hídrica de un producto, bajo la forma de bienes o servicios, representa el volumen de agua dulce utilizado en todas las etapas de la cadena de producción. El aprovechamiento del agua se mide según los volúmenes

de agua consumidos y/o contaminados. Una huella hídrica es un indicador geográficamente explícito que brinda información no sólo acerca del consumo de agua y la contaminación, sino también de los lugares y momentos en los que se produce dicho consumo (Figura 4).

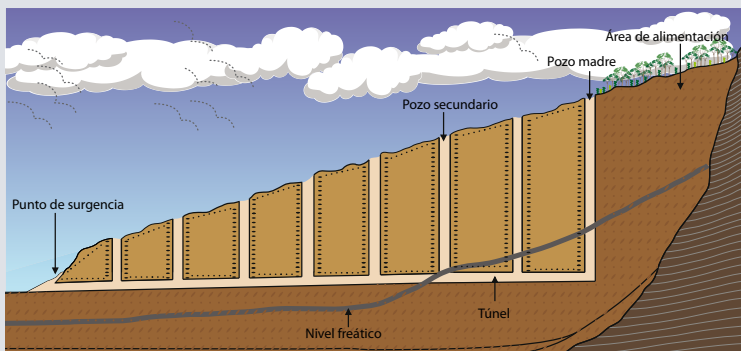
El "agua virtual" es otro concepto utilizado para evaluar la cantidad de agua necesaria para producir un bien de consumo o de mercado. Los países pueden conservar su propia agua al importar los productos alimenticios con un gran componente de agua virtual, en lugar de producirlos ellos mismos. Por ejemplo, las importaciones de Jordania, que incluyen trigo y arroz desde Estados Unidos, tienen un contenido de agua virtual de alrededor de 5 000 a 7 000 millones de metros cúbicos por año, comparado con el consumo interno de agua de alrededor de 1 000 millones de metros cúbicos. Esta política de importación produce enormes ahorros de agua, pero a la vez incrementa la dependencia alimentaria. La mayoría de los países en América del Norte y del Sur, Asia y África Central, así como Australia, son exportadores netos de agua virtual. La mayoría de los países de Europa, del norte y sur de África, y

#### Recuadro 4: Antiguas tecnologías con nuevas aplicaciones

Los enfoques innovadores para hacer frente a la falta de agua incluyen un renovado interés por los *karez* o *qanats*. El sistema *karez*, utilizado en regiones áridas, distribuye agua subterránea a través de un túnel subterráneo, o una serie de túneles, desde una ladera o un talud en la base de una zona montañosa. El sistema del túnel, conectado con una formación acuífera, emerge a una cierta distancia para suministrar agua, por ejemplo, a un oasis. A través estos sistemas de túneles en serie, es posible abastecer a una gran área con agua para fines domésticos y de irrigación.

El sistema *karez*, al utilizar la gravedad, recolecta agua sin la necesidad de ningún dispositivo mecánico. Se construye un pozo vertical que empalma con el agua subterránea a unos 30 metros de profundidad. En vez de traer el agua a la superficie en el lugar del pozo, el túnel horizontal con una suave pendiente puede hacerla surgir a la superficie a varios kilómetros de distancia.

Es importante asegurarse de que el ángulo del túnel no sea demasiado empinado. De lo contrario, el flujo podría verse afectado y se podrían crear charcos, con el riesgo de que las paredes colapsen. Si el ángulo no fuese lo suficientemente pronunciado, el agua se estancaría. Los túneles *karez* tienen alrededor de 1,5 metros de altura y 0,75 de ancho y cuentan con ejes verticales que facilitan su mantenimiento. El túnel más profundo conocido hasta ahora estaba a 60 metros de profundidad, y los más largos tenían una extensión de 70 kilómetros.



Un *karez* consiste en un túnel construido en una pendiente, con pozos verticales y ejes que permiten realizar actividades de excavación y dragado.

Fuente: Hussain y otros (2008)

Generalmente, los sistemas *karez* son operados y mantenidos en forma colectiva. Con el tiempo se han desarrollado relaciones complejas en cuanto al manejo y la distribución de agua del *karez*, según el aporte por parte de las partes interesadas de tierra, mano de obra, herramientas y dinero. Se han desarrollado muchas leyes para regular su construcción, mantenimiento y uso.

En algunas partes de Asia Occidental, estos sistemas son conocidos como *qanats*. También existen en Chipre, donde se realizó una propuesta para construir un nuevo *qanat* con el objetivo de satisfacer las necesidades hídricas en la costa noroeste de la isla.

Existe un renovado interés en el uso y mantenimiento de los sistemas *karez* y *qanat* en toda la región, y en otras regiones áridas se han establecido como una nueva iniciativa por parte de la UNESCO y la FAO. En Yazd, Irán, existe un centro de capacitación.

Sources: Walther (2009), Endreny and Gokcekus (2008), Hussain and others (2008)



Un *qanat* abastece de agua a un jardín. Crédito: Livius.org

de Medio Oriente son importadores netos, al igual que Indonesia, Japón y México (Chapagain y Hoekstra 2008).

Los métodos para estimaciones hídricas y la gestión de su distribución y uso, en el contexto de la eficiencia de recursos y desarrollo sostenible, incluyen procesos tradicionales de conservación y distribución.

Existe un interés creciente en la posibilidad de optimizar los métodos y las tecnologías locales e indígenas de la gestión del agua y aplicar técnicas de eficiencia modernas. Los sistemas de gestión hídrica en India, las terrazas de arroz de las Cordilleras de Filipinas y el sistema de riego *karez* o *qanat* en el norte de África y el cinturón árido de Eurasia son ejemplos de ello (UNESCO 2009b, Walther 2009, Jacob 2008) (**Recuadro 4**).

## MODIFICACION DE LOS SISTEMAS NATURALES

La falta de una respuesta política apropiada frente a la amenaza impuesta por las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero ha llevado a algunos científicos, y a otros, a considerar la posibilidad de intervenir en los sistemas de la Tierra con el objetivo de impedir o posponer los peores efectos del cambio climático (Blackstock y otros 2009, Lenton y Vaughan 2009, Robock y otros 2009, Royal Society 2009, Lunt y otros 2008, Robock 2008a, Robock 2008b, Times y otros 2008, Matthews y Caldeira 2007, Trenbeth y Dai 2007).

Las intervenciones para contrarrestar los efectos de la sobrecarga de los GEI varían desde una gran cantidad de actividades a escala local, como la plantación y el mantenimiento de ecosistemas de bosques, hasta propuestas de intervenciones tecnológicas a gran escala, generalmente conocidas como de “geoingeniería”.

Los “arreglos tecnológicos” a gran escala se dividen en dos categorías. Las técnicas de extracción de dióxido de carbono (EDC) están diseñadas para remover el CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Por su parte, las técnicas de gestión de radiación solar (GRS) tienen como finalidad reflejar una porción de la luz solar devolviéndola al espacio. La técnica EDC se basa en la captación del carbono biológico o geológico. La técnica GRS, en cambio, se basa en los efectos naturales observados en la atmósfera después de una erupción volcánica (Lenton y Vaughan 2009, Robock y otros 2009, Royal Society 2009, Robock 2008a) (**Figura 5**).

## Extracción de dióxido de carbono

Un método propuesto para extraer el CO<sub>2</sub> de la atmósfera es la fertilización con nutrientes. Este método explotaría el potencial de captación del CO<sub>2</sub> de algunas partes del océano que son ricas en nutrientes, pero no propicia el

crecimiento del plancton debido a la falta de un nutriente en particular, como el hierro. Durante décadas se ha sugerido que aportar grandes cantidades de hierro a esas áreas podría estimular la floración de plancton, uniendo las moléculas de carbono y captándolas, con el tiempo, en el fondo marino profundo. Se han realizado numerosos experimentos a pequeña escala utilizando hierro y otras fuentes de nutrientes, que han demostrado cierto éxito en la floración de plancton. La mayor preocupación sobre este enfoque está relacionada con la posible perturbación de los ciclos de nutrientes, a través de los cuales se sostiene la vida oceánica (véanse los capítulos sobre Gestión de los ecosistemas, y Sustancias nocivas y desechos peligrosos).

Los ecosistemas marinos ya están sobreexplotados y puestos en peligro por las actividades humanas. Según una declaración en noviembre de 2007 del Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar “actualmente no se justifican los planes para operaciones de fertilización a gran escala con micronutrientes, como el hierro, para captar el dióxido de carbono” (UNEP 2008, IMO 2007).

Otro posible enfoque basado en el océano para extraer CO<sub>2</sub> es la manipulación del vuelco de la circulación de los océanos para aumentar el índice de captación del carbono atmosférico en la profundidad del mar. Se utilizarían tuberías verticales para bombear aguas profundas del mar hacia la superficie, mejorando los índices de surgencia y promoviendo la surgencia negativa de las aguas densas en los océanos subpolares (Lovelock y Rapley 2007). Se desconocen los potenciales efectos de alterar los patrones naturales de circulación sobre el equilibrio total del carbono. Esta surgencia podría causar la liberación de carbono, en vez de su captación (Royal Society 2009).

Un enfoque basado en la tierra contaría con colectores artificiales de CO<sub>2</sub> que emularían la capacidad de captación de las plantas verdes. Este proceso conocido como “captación de aire”, que utiliza la misma tecnología que los filtros de tanques para peces, ha sido desarrollado por científicos en el *Earth Institute* de *Columbia University*. El proceso permitiría extraer el CO<sub>2</sub> del aire o de las chimeneas y lo inyectaría en formaciones geológicas específicas. El objetivo es reproducir los efectos de dos procesos naturales al mismo tiempo: la extracción de CO<sub>2</sub> del aire, como lo harían las plantas a través de la fotosíntesis, y la formación de depósitos de calcita y dolomita para unir las moléculas de carbono durante millones de

años. Este tipo de formaciones son comunes en todas partes del mundo (Lackner y Liu 2008, Gislason y otros 2007, Morton 2007). Otros métodos incluyen el almacenamiento de carbono en reservorios o en las profundidades marinas (**Recuadro 5**).

Los ecosistemas a gran escala considerados como potenciales sumideros de carbono pueden mejorarse a través de la “gestión de la reserva de carbono de la biósfera” (Fahey y otros 2009, Read 2008). Esta técnica de gestión sostenible apunta a la capacidad de captación a largo plazo, mientras que mantiene los ciclos de servicio del ecosistema a corto plazo con el propósito de apoyar a las comunidades locales y sus interacciones. Como ha sido señalado por algunos investigadores, las prácticas sostenibles de gestión de bosques pueden maximizar los índices de captación del carbono y luego abastecer a los cultivos, dado que la cantidad de carbono acumulado para la explotación como los combustibles bajos en GEI disminuye. Esto se puede lograr a través de la combustión avanzada o bien desarrollando un material de construcción a largo plazo que reemplace al concreto y al acero con alto contenido de carbono (Fahey y otros 2009, Liu y

### Recuadro 5: Captación y almacenamiento de carbono

La captación y almacenamiento de carbono (CAC) es un método de captación geológica de CO<sub>2</sub>. Los sistemas CAC están diseñados para captar emisiones en aquellos sitios de mayor concentración como los sectores industriales con centrales de carbón generadoras de energía, y para transportarlas a los reservorios de almacenamiento. En teoría, el CO<sub>2</sub> captado se comprime y luego se bombea a través de una tubería, o se transporta en un buque o un vehículo hasta el emplazamiento donde se lo inyectará al reservorio de destino. La tecnología de inyección, que ya está disponible, se utiliza en yacimientos petrolíferos para optimizar la producción de petróleo crudo. Los reservorios agotados de gas y petróleo han sido propuestos como un destino apropiado para el CO<sub>2</sub>, dado que presentan formaciones salinas profundas y capas de carbón que no pueden explotarse. Otros métodos de almacenamiento bajo investigación incluyen la inyección directa de CO<sub>2</sub> a las profundidades marinas, donde se asume que la alta presión impediría su filtración a la superficie, o al océano mismo, lo que contribuiría a la acidificación del océano y provocaría una crisis en los ecosistemas marinos o en la surgencia a la superficie. Todos estos métodos están en etapa experimental en cuanto al almacenamiento de grandes cantidades de CO<sub>2</sub>. Se desconoce su efectividad y no se han determinado los posibles impactos ambientales.

Fuente: Blackford y otros (2009)



Han 2009, Canadell y Raupach 2008, Read 2008). Los enfoques innovadores de captación en tierra pueden mantener el carbono fuera de la atmósfera durante miles de años, mientras ayudan a atenuar los problemas locales de degradación del suelo que afectan al 84 por ciento de la tierra mundial cultivable (Bruun y otros 2009, UNEP 2009a, Montgomery 2008). Un intenso esfuerzo de reforestación con el objetivo de captar carbono a largo plazo en los ecosistemas podría ponerse en funcionamiento dentro de una década. Esta iniciativa permitiría captar cuatro veces más que los sumideros terrestres actuales para mediados de siglo (Lenton y Vaughan 2009, Canadell y Raupach 2008).

El biochar puede ofrecer un modo eficiente y de bajo riesgo para mitigar el cambio climático y mejorar la fertilidad del suelo. Este enfoque implica producir carbón vegetal (el "biochar") e incorporarlo al suelo. El biochar resulta fundamentalmente de la acción de quemar la biomasa a baja temperatura en ausencia de oxígeno, para que se convierta en carbón vegetal. Las investigaciones preliminares sugieren que la captación de biochar no sólo impide que el CO<sub>2</sub> llegue a la atmósfera, sino que también lo *extrae* de la misma (Bruun y otros 2009, Gaunt y Lehmann 2009, McHenry 2009). Asimismo, la descomposición prolongada del biochar, que podría requerir cientos a miles de años, mejoraría la fertilidad del suelo y tendría otros beneficios como

el aumento de la retención hídrica y la capacidad de intercambio iónico (Bruun y otros 2009).

Estudios recientes han permitido conocer más acerca de los mecanismos de biochar para la mineralización del carbono. Los índices de desmineralización posterior mediante la descomposición química aún no se terminan de comprender en su totalidad (Bruun y otros 2009, Gaunt y Lehmann 2008). Sin embargo, los agricultores están avanzando en el uso del biochar dado que éste puede servir para revitalizar suelos degradados. El biochar producido en Australia, mediante un proceso patentado de pirólisis, fue lanzado al mercado mundial como un producto para remediación del suelo.

Según un estudio de viabilidad que analizó 17 opciones de gestión del carbono y geoingeniería, el biochar ofrece el potencial de captar alrededor de 400 000 millones de toneladas de carbono en el transcurso del siglo XXI, reduciendo la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> en 37 partes por millón (Lenton y Vaughan 2009). Algunos investigadores advierten que estas cifras pueden ser muy elevadas. Sin embargo, incluso las estimaciones más conservadoras, de 20 000 millones de toneladas de carbono captado para el 2030, pueden tener un impacto significativo en las concentraciones de gases de efecto invernadero (Kleiner 2009, Lehmann 2007).

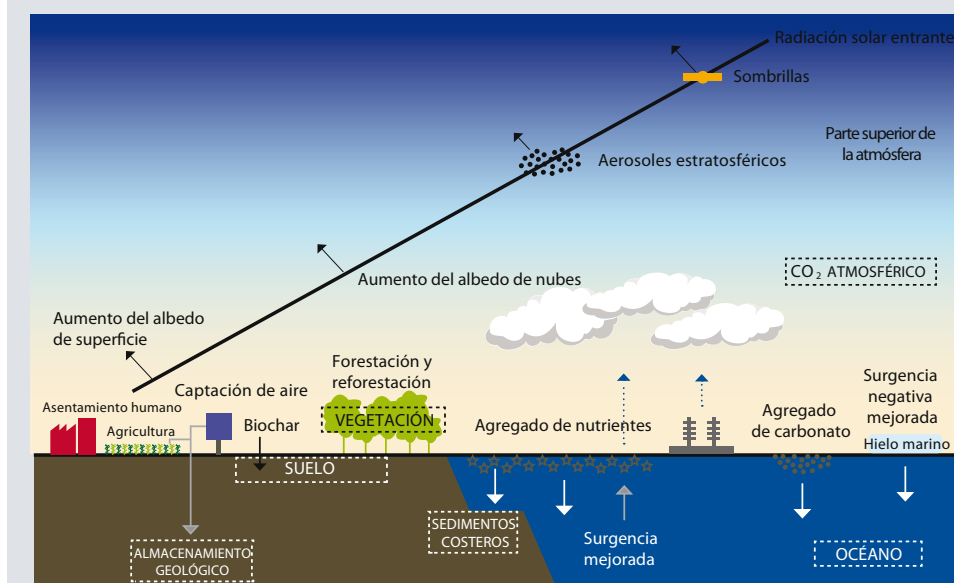
## Gestión de la radiación solar

La gestión de la radiación solar es un enfoque muy diferente de la cuestión del cambio climático si lo comparamos con la extracción del dióxido de carbono. Los sistemas de inyección de aerosol están diseñados para aumentar los niveles en la estratosfera de manera artificial, aumentando la reflectividad planetaria total. Un método que utiliza aerosoles de sulfato simula el efecto de las grandes erupciones volcánicas en el clima global, reduciendo la radiación solar entrante. Durante un tiempo este método ha sido presentado en propuestas de geoingeniería climática (Royal Society 2009, Robock y otros 2009, Robock 2008a).

Entre los medios propuestos para la liberación en la estratosfera de la cantidad requerida de aerosoles de sulfato se encuentran aviones, combinaciones de aviones/cohetes, artillería y globos. El costo anual podría ubicarse en los 10 000 millones de dólares (Blackstock y otros 2009). Los impactos de ese sistema de liberación en el medio ambiente deberían controlarse mediante análisis de viabilidad de dichos sistemas (Robock y otros 2009, Royal Society 2009).

En Filipinas, la reflectividad aumentada de la estratosfera luego de la erupción del Monte Pinatubo en 1991 afectó el ciclo hidrológico y causó sequías tras la caída en los niveles globales de precipitaciones en el año 1992 (Trenberth y Dai 2007). La modelización detallada océano-atmósfera indica que una mejora en

Figura 5: Propuestas de geoingeniería



Vista esquemática de las propuestas de geoingeniería. Las puntas de flechas negras indican radiación de onda corta; las blancas indican mejoras en los flujos naturales de carbono; la flecha gris hacia abajo indica un flujo diseñado de carbono; la flecha gris hacia arriba indica un flujo diseñado de agua; las flechas verticales punteadas ilustran la fuente de los núcleos de nubes condensadas; los recuadros punteados indican el almacenamiento de carbono.

Fuente: Adaptado de Lenton y Vaughan (2009)

los aerosoles de sulfato en la estratósfera reduciría la precipitación durante los monzones de verano en Asia y África, con efectos que podrían alcanzar a 1 000 millones de personas. Una capa mejorada de aerosoles de sulfato también reduciría los niveles de ozono estratosférico. Los niveles globales de ozono se ubicaron alrededor de un 2 por ciento por debajo de los valores esperados luego de la erupción del Monte Pinatubo (Robock y otros 2009). La utilización de aerosoles de sulfato estratosféricos podría causar una reducción considerable del ozono ártico, con la posibilidad de retrasar la recuperación de esta capa por un período de hasta 70 años (Times y otros 2008).

La propuesta de una “sombrija” de geoingeniería consiste en la instalación de escudos solares en el espacio, o espejos reflectores, para lograr desviar una parte de la radiación solar entrante, antes de que alcance la atmósfera. Los dispositivos para desviar la luz solar se colocarían cerca de la órbita de la Tierra o próximos al punto de Lagrange, alrededor de 1,5 millones de kilómetros por encima del planeta, donde la fuerza gravitacional de la Tierra y del sol son iguales. Un conjunto de sombrillas en esta posición implicaría menos amenazas para los satélites en órbita, comparado con las que presentarían los objetos cercanos a la Tierra. La modelización reciente ha demostrado que la ingeniería de sombrillas podría resultar una solución exitosa (Lunt y otros 2008).

Se han propuesto esquemas relativamente modestos para aumentar la reflectividad en la superficie del planeta como, por ejemplo, cubrir desiertos con películas reflectoras, pintar los techos de color blanco o generar una capa baja de nubes por encima de los océanos. La mayoría de estas ideas tiene efectos secundarios riesgosos o sólo a nivel local (Royal Society 2009).

Si bien la implementación de cualquiera de las propuestas de gestión de radiación solar podría llevar décadas, éstas están diseñadas para alcanzar efectos de enfriamiento relativamente rápidos, con respuestas en las temperaturas atmosféricas al cabo de pocos años (Matthews y Caldeira 2007). Los métodos GRS pueden, por lo tanto, resultar útiles para reducir las temperaturas globales en caso de que se desatara un cambio climático catastrófico. Dichos sistemas exigirían una enorme asignación de recursos, dada la necesidad de mantenimiento constante durante el período de su implementación. Cualquier falla o el “apagado” de un esquema GRS podría resultar en un veloz calentamiento (Robock 2008a). Si no existe una reducción de las

emisiones hacia la atmósfera, no le haríamos frente a otros efectos del incremento de las concentraciones de CO<sub>2</sub>, en especial la acidificación del océano y el colapso de los ecosistemas marinos. Las dificultades técnicas y de logística emparentadas con la geoingeniería espacial hacen que estas propuestas no representen una solución posible, a corto plazo, para los peligrosos cambios climáticos. Además, existen muchas incertidumbres relacionadas con los costos, los riesgos, la efectividad y el tiempo necesario para la implementación (Royal Society 2009).

Dada la complejidad de los sistemas de la Tierra y las incertidumbres sobre la interacción entre los componentes confinados por los “límites planetarios” (véase el capítulo sobre Gestión de los ecosistemas), existe una preocupación generalizada que plantea que podría ser poco acertado interferir aún más en los ciclos biofísicos aplicando arreglos tecnológicos a gran escala para hacer frente en forma parcial a la sobrecarga de GEI (Rockström y otros 2009).

Una minuciosa evaluación tecnológica y del impacto en el medio ambiente debería indicar las posibilidades de cambiar la carga ambiental como resultado de los arreglos tecnológicos propuestos. Durante la última década se han documentado movimientos de la carga ambiental desde los países industrializados a países en desarrollo por medio de la globalización (Schutz y otros 2004). Recién ahora comienzan a apreciarse los cambios en la carga de un sistema ambiental a otro (Bringezu y otros 2009). Los cambios potenciales de la carga de forzamiento radiativo a aquéllos que pudieran demorar la recuperación de la capa de ozono, reducir los niveles de precipitaciones o alterar las temporadas de lluvia en Asia y África, sin hacer frente en absoluto a la acidificación del océano, no representan soluciones reales a los problemas ambientales globales. El emprendimiento de actividades de reforestación a gran escala y los esfuerzos de captación de carbono en las reservas terrestres de biomasa son enfoques que producirían resultados rápidos y ofrecerían buenas oportunidades para la gestión adaptativa, ventaja fundamental en condiciones cambiantes (Lenton y Vaughan 2009, Read 2008).

## MIRADA AL FUTURO

La mayor eficiencia de los recursos, que apuntale el consumo y la producción sostenibles, se ha convertido en un objetivo cada vez más aceptado a la hora de tomar decisiones de gestión, tanto en el ámbito interno como en el de la gobernanza ambiental internacional.

Los países desarrollados reconocen que, al perseguir la eficiencia de recursos y la innovación a fin de minimizar el desecho de materiales y el uso de energía, se presentan oportunidades para disminuir los costos y para compartir las tecnologías pertinentes con los países en desarrollo (Jackson 2009, OECD 2009).

El año 2009 fue testigo del lanzamiento de la iniciativa de Transformación del Mercado Mundial para una Iluminación Eficiente, que acelerará la transformación del mercado mundial hacia las tecnologías de iluminación eficientes y el desarrollo de una estrategia global para retirar de circulación las bombillas incandescentes, reduciendo de esta manera las emisiones de gases de efecto invernadero (UNEP 2009b).

En 2010, nueve países en el Mar del Norte establecerán una red eléctrica diseñada para la integración a gran escala de electricidad renovable. Esto será posible gracias a los nuevos cables de corriente continua de alto voltaje que pierden mucha menos energía durante la transmisión, en comparación con los tipos utilizados anteriormente (EWEA 2009).

Los gobiernos, la sociedad civil y el sector privado podrían beneficiarse de la desaceleración económica global para reorientar sus planes de negocios y objetivos hacia un desarrollo sostenible, así como para acelerar la transformación hacia una economía verde y una prosperidad sostenible. En los sectores de energía y transporte, para alcanzar una transición hacia los cambios radicales en los patrones de consumo y producción que muchos expertos consideran necesarios, los esfuerzos de implementación deben comenzar ya mismo (IEA 2009a, IEA 2009b).

Los científicos que trabajan en distintos campos advierten que nos arriesgamos a cruzar el umbral que define los “límites planetarios” (Rockström y otros 2009). Comprender la importancia de esta delimitación, y saber cuándo retroceder para operar dentro de límites seguros, requerirá un perfeccionamiento constante de las herramientas analíticas, así como aprender de las lecciones del pasado y desarrollar soluciones sostenibles para los desafíos ambientales, entre ellos, el desacoplamiento del uso de recursos y el impacto ambiental del crecimiento económico.

Aceptar las limitaciones en el uso de los recursos del planeta y mejorar nuestro conocimiento sobre las interacciones entre los sistemas de la Tierra harán posible la implementación de soluciones mediante una gestión de recursos sostenible, sin tener que recurrir a soluciones tecnológicas de geoingeniería (Read 2008).

## REFERENCIAS

- AE (2009). Molten Salt Solar Plant. Alternative Energy. <http://www.alternative-energy-news.info/molten-salt-solar-plant/>
- AWEA (2009). American Wind Energy Association web site. <http://www.awea.org>
- Archer, C. and Jacobson, M. (2005) Evaluation of global wind power. *Journal of Geophysical Research*, 110, D12110
- Ayers, R.U. (2008). Sustainability Economics: Where do we stand? *Ecological Economics*, 67, 2
- Ayers, R.U. and Wan, B. (2009). *The Economic Growth Engine: How energy and work drive material prosperity*. Edward Elgar Publishing Ltd., UK
- Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W., Wu, S. and Palutikof, J.P. (eds.) (2008). *Climate Change and Water*. IPCC Secretariat, Geneva
- Blackford, J., Jones, N., Proctor, R., Holt, J., Widdicombe, S., Lowe, D. and Pees, A. (2009). An initial assessment of the potential environmental impact of CO<sub>2</sub> escape from marine carbon capture and storage systems. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A. *Journal of Power and Energy*, 223(3), 269-280
- Blackstock, J.J., Battisti, D.S., Caldeira, K., Eardley, D.M., Katz, J.I., Keith, D.W., Patrinos, A.A.N., Schrag, D.P., Socolow, R.H. and Koonin, S.E. (2009). Climate Engineering Responses to Climate Emergencies. Novim, archived online at <http://arxiv.org/pdf/0907.5140>
- Bleichschwitz, R., Gijum, S., Kuhndt, M. and Schmidt-Bleek, F. (2009). *Eco-innovation—putting the EU on the path to a resource and energy efficient economy*. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, European Parliament, Policy Department Economy and Science, Brussels
- Bringezu, S., Schütz, H., O'Brien, M., Kauppi, L., Howarth, R. and McNeely, J. (2009). *Assessing Biofuels*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- Bruun, S., El-Zahry, T. and Jensen, L. (2009). Carbon sequestration with biochar—stability and effect on decomposition of soil organic matter. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 6, 242010
- Canadell, J.G. and Raupach, M.R. (2008). Managing Forests for Climate Change Mitigation. *Science* 320(5882), 1456-1457
- Carr, G. (2009). The Coming Alternatives. The World in 2010. *The Economist*, 13 November 2009
- Chapagain, A. and Hoekstra, A. (2008). The global component of freshwater demand and supply: an assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products. *Water International*, 33, 1, 19-32
- Dominguez-Faus, R., Powers, S., Burken, J. and Alvarez, A. (2009). The Water Footprint of Biofuels: A Drink or Drive Issues? *Environ. Sci. Technol.*, 43 (9), 3005-3010
- Economist (2009). The other kind of solar power. *The Economist*, 4 June 2009
- Endrey, T. and Gokcekus, H. (2008). Ancient eco-technology of qanats for engineering a sustainable water supply in the Mediterranean Island of Cyprus. *Environmental Geology*, 57, 2
- EWEA (2009). Political declaration on the North Seas Countries Offshore Grid Initiative. European Wind Energy Association, Brussels
- Fahey, T.J., Woodbury, P.B., Battles, J.J., Goodale, C.L., Hamburg, S., Ollinger, S., Woodall, C.W. (2009). Forest carbon storage: ecology, management, and policy. *Frontiers in Ecology and the Environment*. doi:10.1890/080169
- Gaunt, L.J. and Lehmann, J. (2008). Energy Balance and Emissions Associated with Biochar Sequestration and Pyrolysis Bioenergy Production. *Environmental Science and Technology*, 42, 4152-4158
- GCP (2009). Global Carbon Project web site. <http://www.globalcarbonproject.org/>
- Gislason, S.R., Gunnlaugsson, E., Broecker, W.S., Oelkers, E.H., Matter, J.M., Stefánsson, A., Amórsson, S., Björnsson, G., Fridriksson, T. and Lackner, K. (2007). Permanent CO<sub>2</sub> sequestration into basalt: the Hellisheiði, Iceland project. *Geophysical Research Abstracts*, 9, 07153
- Haberl, H., Erb, K.-H. and Krausmann, F. (lead authors) and McGinley, M. (topic editor) (2008). Global human appropriation of net primary production (HANPP). In: *Encyclopedia of Earth*. Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment, Washington, D.C.
- Hackstock, R. (2008). Renewable Energy—The Way Forward for the Next Century. Austrian Energy Agency, Vienna. [www.energyagency.at/en/projekte/res\\_overview.htm](http://www.energyagency.at/en/projekte/res_overview.htm)
- Herring, H. (lead author) and Cleveland, C.J. (topic editor) (2008). Rebound effect. In: *Encyclopedia of Earth* (ed. C.J. Cleveland). Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment, Washington, D.C.
- Hoekstra, A. (2009). Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics*, 68 (7), 1963-1974
- Howarth, R.W. and Bringezu, S. (eds.) (2009) *Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use*. Report of the International SCOPE Biofuels Project. <http://cip.cornell.edu/biofuels/>
- Hussain, I., Abu-Rizaiqa, O.S., Habib, M.A.A. and Asfaq, M. (2008). Revitalizing a traditional aridland water supply system: the karez in Afghanistan, Iran, Pakistan and the Kingdom of Saudi Arabia. *Water International*, 33 (3), 333-349
- IEA (2008). *Energy Technology Perspectives 2008—Scenarios and Strategies to 2050*. International Energy Agency, Paris
- IEA (2009a). *World Energy Outlook 2009*. International Energy Agency, Paris
- IEA (2009b). *Transport, Energy and CO<sub>2</sub>: Moving towards Sustainability*. International Energy Agency, Paris
- IMO (2007). Large-scale ocean fertilization operations not currently justified. International Marine Organization, press briefing. <http://www.imo.org>
- ISO (2009). International Organization for Standardization Technical Committee (TC) 207, Environmental Management, Subcommittee (SC) 5, Life Cycle Assessment. <http://www.iso.org/About207.asp>
- Jackson, T. (2009) *Prosperity without growth? The transition to a sustainable economy*. Sustainable Development Commission, UK
- Jacob, N. (2008). *Jalajtra: Exploring India's Traditional Water Management Systems*. Penguin Books, India
- Kleiner, K. (2009). The bright prospect of biochar. *Nature Reports Climate Change*. <http://www.nature.com/climate/2009/0906/full/climate.2009.48.html>
- Krausmann, F., Fischer-Kowalski, M., Schandl, H. and Eisenmenger, N. (2008). The global socio-metabolic transition: past and present metabolic profiles and their future trajectories. *Journal of Industrial Ecology*, 12, 637-656
- Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K.-H., Haberl, H. and Fischer-Kowalski, M. (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*, 68 (10), 2696-2705
- Lackner, K. and Liu, P. (2008). *Removal of Carbon Dioxide from Air*. The International Bureau, The World Intellectual Property Organization
- Lehmann, J. (2007). A handful of carbon. *Nature*, 447, 143-144
- Lenton, T.M. and Vaughan, N.E. (2009). Radiative forcing potential of climate geoengineering. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 9, 1-50
- Le Quéré, C., Raupach, M.R., Canadell, J.G., Marland, G., Bopp, L., Ciais, P., Conway, T.J., Doney, S.C., Feely, R.A., Foster, P., Friedlingstein, P., Gurney, K., Houghton, R.A., House, J.I., Huntingford, C., Levy, P.E., Lomas, M.R., Majkut, J., Metz, N., Ometto, J.P., Peters, G.P., Prentice, I.C., Randerson, J.T., Running, S.W., Sarmiento, J.L., Schuster, U., Sitch, S., Takahashi, T., Viovy, N., van der Werf, G.R. and Woodward, F.I. (2009). Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. *Nature Geoscience*, 2, 831-836
- Liu, G. and Han, S. (2009). Long-term forest management and timely transfer of carbon into wood products help reduce atmospheric carbon. *Ecological Modelling*, 220, 1719-1723
- Lovelock, J.E. and Rapley, C.G. (2007). Ocean pips could help the earth to cure itself. *Nature*, 449, 403
- Lunt, D.J., Ridgwell, A., Valdes, P.J. and Seale, A. (2008). "Sunshade World": A fully coupled GCM evaluation of the climatic impacts of geoengineering. *Geophysical Research Letters*, 35, L12710
- Lutz, W., Sanderson, W.C. and Scherbov, S. (2004). *The end of world population growth in the 21st century: New Challenges for Human Capital Formation and Sustainable Development*. Earthscan, London
- Maddison, A. 2009. Historical Statistics for the World Economy: 1-2001 AD. <http://www.ggdc.net/maddison/>
- Matthews, H.D. and Caldeira, K. (2007). Transient climate-carbon simulations of planetary geoengineering. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 9949-9954
- McElroy, M., Lu, X., Nielsen, C. and Wang, Y. (2009). Potential for Wind-Generated Electricity in China. *Science*, 325 (5946), 1378-1380
- McHenry, M. (2009). Agricultural bio-char production, renewable energy generation and farm carbon sequestration in Western Australia: Certainty, uncertainty and risk. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129, 1-7
- Montgomery, R.D. (2008). Why We Need Another Agricultural Revolution. In: *Dirt: The Erosion of Civilizations*. University of California Press
- Morton, O. (2007). Is this what it takes to save the world? *Nature*, 447, 132-136
- OECD (2008). *Environmental Outlook to 2030*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris
- OECD (2009). *Sustainable Manufacturing and Eco-innovation: Framework, Practices and Measurement Synthesis Report*. Directorate for Science, Technology and Industry, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris
- Read, P. (2008). Biosphere carbon stock management: Addressing the threat of abrupt climate change in the next few decades. *Climatic Change*, 87, 3-4
- Reimann, C. and Banks, D. (2004). Setting action levels for drinking water: are we protecting our health or our economy (or our backs)? *Science of the Total Environment*, 332, 1-3
- REN21 (2009). Background Paper: Chinese Renewables Status Report (English). Renewables Global Status Report 2009 Update. <http://www.ren21.net/>
- Richter, D., McCreery, L.R., Nemesstohy, J.P., Kenigs, D.H., Karakash, J.T. and Knight, J. (2009). Wood Energy in America. *Science*, 323 (5920), 1432-1433
- Robock, A. (2008a). 20 reasons why geoengineering may be a bad idea. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 64(2), 14-18
- Robock, A. (2008b). Whither Geoengineering? *Science*, 320 (5880), 1166-1167
- Robock, A., Marquardt, A., Kravitz, B. and Stenchikov, G. (2009). The Benefits, Risks, and Costs of Stratospheric Geoengineering. *Geophysical Research Letters*, 36
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., De Wit, C.A., Hughes, T., Van Der Leeuw, S., Rodhe, H., Söfin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. and Foley, J.A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475
- Royal Society (2009). *Geoengineering the climate: science, governance and uncertainty*. The Royal Society, London
- Schiermeier, Q., Tollefson, J., Scully, T., Witze, A. and Morton, O. (2008). Electricity without Carbon. *Nature*, 454, 616-623
- Schutz, H., Mol, S. and Bringezu, S. (2004). Globalisation and the shifting environmental burden: material trade flows of the European Union. Wuppertal Paper No. 134e. Wuppertal Institute, Wuppertal, Germany
- SEPI (2008). Global resource extraction 1980 to 2005. Online database. Sustainable Europe Research Institute, Vienna. <http://www.materialflows.net/mta/index2.php>
- Sorell, S. (2007). *The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency*. UK Energy Research Centre
- Times, S., Müller, R. and Salawitch, R. (2008). The Sensitivity of Polar Ozone Depletion to Proposed Geoengineering Schemes. *Science*, 320(5880), 1201-1204
- Trenberth, K.E. and Dai, A. (2007). Effects of Mount Pinatubo volcanic eruption on the hydrological cycle as an analog of geoengineering. *Geophysical Research Letters*, 34, L15702
- UN (2009). World Population Prospects: the 2008 revision—United Nations Population Division—Population database. <http://esa.un.org/unpp/>
- UNEP (2008). *United Nations Environment Programme Year Book Book 2008*. Nairobi
- UNEP (2009a). *United Nations Environment Programme Year Book 2009*. Nairobi
- UNEP (2009b). Global Phase Out of Old Bulbs Announced by UN, GEF, and Industry. *Press Release*. Washington D.C./Nairobi
- UNESCO (2009a) *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*. World Water Assessment Programme. UNESCO, Paris, and Earthscan, London
- UNESCO (2009b). World Heritage Site: Rice Terraces of the Philippine Cordilleras. <http://www.worldheritagesite.org/sites/riceterracescordilleras.html>
- US DOE (2009). *International Energy Outlook 2009*. US Department of Energy, Washington, D.C.
- Walther, C. (2009). Qanats of Iraq: Reviving traditional knowledge for sustainable management of natural resources, *UNESCO-UNEP Induction Training, World Heritage Nomination Process of the Iraqi Marshlands*
- WCD (2000). *Dams and Development: A new framework for decision-making*. World Commission on Dams. Earthscan, London
- Woody, T. (2009). Solar Power When the Sun Goes Down. *The New York Times*, 3 Nov. 2009. <http://greeninc.blogs.nytimes.com/2009/11/03/solar-power-when-the-sun-goes-down/#more-30475>
- World Bank (2009a). *World Development Report 2010: Development and Climate Change*. Washington, D.C.
- World Bank (2009b). RE Toolkit. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTENERGY2/EXTRENERGYTK/0,,menuPK:5138378-pagePK:149018-piPK:149093-theSitePK:5138247,00.html>
- Yool, A., Shepherd, J.G., Bryden, H.L. and Oeschles, A. (2009). Low efficiency of nutrient translocation for enhancing oceanic uptake of carbon dioxide *Journal of Geophysical Research*, 114, C08009



# Siglas y Abreviaturas

AGNU	Asamblea General de las Naciones Unidas	FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola	PACC	Programa de Adaptación al Cambio Climático
AMUMA	Acuerdo Multilateral sobre el Medio Ambiente	FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial	PACE	Asociación para la acción en materia de computadoras
AoA	Evaluación de Evaluaciones	GAI	Gobernanza ambiental a nivel internacional	PBDE	Difeniléteres polibromados
AOD	Asistencia Oficial para el Desarrollo	GEI	Gas de efecto invernadero	PBI	Producto Bruto Interno
API	Año Polar Internacional	GEO	Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (del PNUMA)	PCS	Producción y consumo sostenibles
BFR	Retardantes de fuego bromados	GEO-BON	Red de Observación de la Diversidad Biológica del Grupo sobre Observaciones de la Tierra	PEID	Pequeños estados insulares en desarrollo
BPC	Bifenilos policlorados	GEOSS	Sistema Mundial de Sistemas de Observación de la Tierra	PFC	Perfluorocarbonos
CA/FAMM	Consejo de Administración/Foro Ambiental Mundial a Nivel Ministerial	GGA	Grupo de Gestión Ambiental	PMA	Países menos adelantados
CAC	Captura y almacenamiento del carbono	GRS	Gestión de radiación solar	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de calcio	GW	gigavatios	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
CCRIF	Mecanismo de Seguro de Riesgo para Catástrofes en el Caribe	HANPP	Apropiación humana de producción primaria neta	ppm	partes por millón
CCRSEER	Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados	HBCD	hexabromociclododecano	PRODES	Proyecto de monitoreo de la deforestación en la Amazonía
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica	HFC	hidrofluorocarbonos	PSA	Pago por servicios ambientales
CEENU	Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas	I&D	Investigación y desarrollo	RAEE	Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
CFC	Clorofluorocarbono	IE	Informe de evaluación	RDC	República Democrática del Congo
CH <sub>4</sub>	Metano	INI	Iniciativa Internacional del Nitrógeno	REDD	Reducción de las emisiones debidas a la deforestación y degradación de los bosques
CICR	Comité Internacional de la Cruz Roja	IPBES	Plataforma Intergubernamental sobre la Diversidad Biológica y los Servicios de los Ecosistemas	SCOPE	Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente
CITES	Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres	IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	SF <sub>6</sub>	Hexafluoruro de azufre
CLASLite	Sistema de Análisis Carnegie Landsat-Lite	IPG	Indicador de Progreso Genuino	SIG	Sistema de Información Geográfica
cm	centímetros	ISO	Organización Internacional de Normalización	TBBPA	tetrabromobisfenol A
CMC-3	Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima	IUCN	Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza	TIRFAA	Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura
CMDS	Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible	IWMI	Instituto Internacional del Manejo del Agua	TSCA	Ley de Control de Sustancias Tóxicas
CNUCD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo	JJE	Junta de los jefes ejecutivos del sistema de las Naciones Unidas para la coordinación	UE	Unión Europea
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono	MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio	UNCCD	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental	mm	milímetros	UNCLOS	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar
COP	Contaminantes orgánicos persistentes	MODIS	Espectroradiómetro de Imágenes de Resolución Moderada	UNESCO	Organización De las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
COP	Conferencia de las Partes	N <sub>2</sub> O	Óxido nítrico	UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CRED	Centro para la Investigación de la Epidemiología de los Desastres	NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio	US EPA	Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos
DAESNU	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas	NNI	Iniciativa Nacional de Nanotecnología (de EE.UU.)	USD	Dólares estadounidenses
DCI	Dependencia Común de Inspección	NOAA	Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica	WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza
DDR	Desarme, desmovilización y reintegración	NRC	Consejo Nacional de Investigaciones (de EE.UU.)		
DDT	Diclorodifeniltricloroetano	OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos		
DIP	Desplazamiento interno de personas	ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio		
DOMP	Departamento de Operaciones de Mantenimiento de la Paz de las Naciones Unidas	OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica		
EAU	Emiratos Árabes Unidos	OMC	Organización Mundial del Comercio		
EDC	Extracción de dióxido de carbono	OMG	Organismo modificado genéticamente		
EEA	Agencia Europea del Medio Ambiente	OMM	Organización Meteorológica Mundial		
EM	Evaluación de los Ecosistemas del Milenio	OMS	Organización Mundial de la Salud		
EM-DAT	Base de Datos Internacional sobre desastres	ONG	Organización no gubernamental		
ENSO	El Niño/Oscilación Austral	ONU	Organización de las Naciones Unidas		
ETS	Régimen de comercio de derechos de emisión	OSACTT	Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico		
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación				
FCRC	Comité de Examen de las Concesiones Forestales				

# Agradecimientos

## GOBERNANZA AMBIENTAL

### Autor científico:

**Jörg Balsiger**, Institute for Environmental Decisions, Instituto Federal de Tecnología, Zurich, Suiza

### Revisores:

**Ivar Baste**, Secretaría del Grupo de Gestión Ambiental, PNUMA, Ginebra, Suiza  
**Theo A.M. Beckers**, Institute for Globalization & Sustainable Development (GLOBUS), Tilburg, Países Bajos  
**Bradnee Chambers**, DELC, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Marion Cheate**, DEWA, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Munyaradzi Chenje**, PNUMA, Oficina de Nueva York, Nueva York, Estados Unidos  
**Ahmed Hassan Farghally**, Departamento Contable, Universidad de El Cairo, El Cairo, Egipto  
**Michael Flitner**, Research Center for Sustainability Studies, Universidad de Bremen, Bremen, Alemania  
**Tessa Goverse**, DEWA, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Edgar E. Gutiérrez-Espeleta**, Escuela de Estadística, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica  
**Maria Ivanova**, Global Environmental Governance Project, Yale University and College of William and Mary, Washington, D.C., Estados Unidos  
**Matthias Kern**, Secretaría de la Convención de Basilea, PNUMA, Ginebra, Suiza  
**Clara Nobbe**, Oficina de Asuntos Políticos e Interinstitucionales, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Balakrishna Pisupati**, DELC, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Kilaparti Ramakrishna**, DELC, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**John Scanlon**, Oficina de Asuntos Políticos e Interinstitucionales, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Suzanne M. Skevington**, WHO Centre for the Study of Quality of Life, University of Bath, Bath, Reino Unido  
**Cecilia Vaverka**, IISD Reporting Services, Instituto Internacional de Desarrollo Sostenible, Nueva York, Estados Unidos  
**Hugh Wilkins**, Earth Negotiations Bulletin, Instituto Internacional de Desarrollo Sostenible, Nueva York, Estados Unidos

## GESTIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

### Autor científico:

**Penny Park**, periodista independiente, Montreal, Canadá

### Revisores:

**Joana Akrofi**, DEWA, PNUMA Nairobi, Kenya  
**Sara Brogaard**, Lund University Centre for Sustainability Studies, Lund, Suecia  
**Thierry de Oliveira**, DEWA, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Salif Diop**, DEWA, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Tessa Goverse**, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Martin Kijazi**, Faculty of Forestry, University of Toronto, Toronto, Canadá  
**Marcus Lee**, Departamento de Finanzas, Economía y Desarrollo Urbano, Banco Mundial, Washington, D.C., Estados Unidos  
**Patrick Mmayi**, DEWA, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Dennis Ojima**, Natural Resource Ecology Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, Estados Unidos  
**Lennart Olsson**, Lund University Centre for Sustainability Studies, Lund, Sweden  
**Neeayati Patel**, DEWA, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Danièle Perrot-Maitre**, DEPI, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Ravi Prabhu**, DEPI, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Anthony A. Prato**, Center for Applied Research and Environmental Systems, University of Missouri, Columbia, Misuri, Estados Unidos  
**Elna Rautalahti**, DEWA, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Gemma Shepherd**, DEWA, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Stephen Twomlow**, DEWA, PNUMA, Nairobi, Kenya

## SUSTANCIAS NOCIVAS Y DESECHOS PELIGROSOS

### Autor científico:

**Fred Pearce**, periodista independiente, Londres, Reino Unido

### Revisores:

**Nalini Basavaraj**, Secretaría de la Convención de Basilea, PNUMA, Ginebra, Suiza  
**Philippe Bourdeau**, The Free University of Brussels, Royal Academies for Science and the Arts, Bruselas, Bélgica

**Surya Chandak**, Centro Internacional de Tecnología Ambiental, DTIE, PNUMA, Kusatsu, Japón

**Heidelore Fiedler**, DTIE, PNUMA, Ginebra, Suiza

**Bernard Goldstein**, Department of Environmental and Occupational Health, University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos

**Alastair Iles**, Department of Environmental Science Policy and Management, College of Natural Resources, University of California, Berkeley, California, Estados Unidos

**Matthias Kern**, Secretaría de la Convención de Basilea, PNUMA, Ginebra, Suiza

**Juliette Kohler**, Secretaría de la Convención de Basilea, PNUMA, Ginebra, Suiza

**Gunilla Lindström**, MTM Research Center, Universidad de Örebro, Örebro, Suecia

**David Piper**, DTIE, PNUMA, Ginebra, Suiza

**David Rickerby**, Instituto de Sanidad y Protección de los Consumidores, Centro de Investigación Conjunta de la Comisión Europea, Ispra, Italia

**Nora Savage**, National Center for Environmental Research, Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU., Washington, D.C., Estados Unidos

**Martin Scheringer**, Institute for Chemical and Bioengineering, Instituto Federal de Tecnología, Zurich, Suiza

**Suzanne M. Skevington**, WHO Centre for the Study of Quality of Life, University of Bath, Bath, Reino Unido

**Gang Yu**, POPs Research Center, Universidad de Tsinghua, Beijing, China

## CAMBIO CLIMÁTICO

### Autor científico:

**Catherine McMullen**, Allophilia Consultants, Ottawa, Canadá

### Revisores:

**Grant Galland**, Center for Marine Biodiversity and Conservation, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California, Estados Unidos  
**Joel Harper**, Department of Geosciences, University of Montana, Missoula, Montana, Estados Unidos  
**Seraphine Haeussling**, DTIE, PNUMA, París, Francia  
**Dorothee Herr**, IUCN-US Oficina Multilateral, Washington, D.C., Estados Unidos  
**Anna Kontorov**, DEPI, Nairobi, Kenya  
**Marcus Lee**, Departamento de Finanzas, Economía y Desarrollo Urbano, Banco Mundial, Washington, D.C., Estados Unidos  
**James Maslanik**, Colorado Center for Astrodynamic Research, University of Colorado, Boulder, Colorado, Estados Unidos  
**W. Tad Pfeffer**, Institute of Arctic and Alpine Research, Department of Civil, Environmental, and Architectural Engineering, University of Colorado, Boulder, Colorado, Estados Unidos  
**Hans Martin Seip**, Departamento de Química, Universidad de Oslo, Oslo, Noruega  
**Kaveh Zahedi**, DTIE, PNUMA, París, Francia

## DESASTRES Y CONFLICTOS

### Autor científico:

**Justin Ginnetti**, Tufts University, Medford, Massachusetts, Estados Unidos

### Revisores:

**Marion Cheate**, DEWA, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Salif Diop**, DEWA, PNUMA, Nairobi, Kenya  
**Marisol Estrella**, DEPI, PNUMA, Ginebra, Suiza  
**Silja Halle**, DEPI, PNUMA, Ginebra, Suiza  
**Stephanie Hodge**, División de Educación, UNICEF, Nueva York, Estados Unidos  
**Terry Jeggler**, Center for Disaster Management, University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos  
**David Jensen**, DEPI, PNUMA, Ginebra, Suiza  
**Allan Lavell**, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), San José, Costa Rica  
**Richard Matthew**, Center for Unconventional Security Affairs, University of California, Irvine, California, Estados Unidos  
**Johannes Refisch**, DEPI, PNUMA Nairobi, Kenya  
**Renard Sexton**, DEPI, PNUMA, Ginebra, Suiza  
**Susanne M. Skevington**, WHO Centre for the Study of Quality of Life, University of Bath, Bath, Reino Unido  
**Henrik Slotte**, DEPI, PNUMA, Ginebra, Suiza  
**Suchitra Sugar**, División de Educación, UNICEF, Nueva York, Estados Unidos  
**Sonia Sukdeo**, División de Educación, UNICEF, Nueva York, Estados Unidos

## EFICIENCIA DE RECURSOS

### Autor científico:

**Catherine McMullen**, Allophilia Consultants, Ottawa, Canadá

### Revisores:

**Surya Chandak**, Centro Internacional de Tecnología Ambiental, DTIE, PNUMA, Kusatsu, Japón  
**Bas de Leeuw**, Sustainability Institute, Hartland, Vermont, Estados Unidos  
**Richard Fleming**, Canadian Forest Service, Sault Ste. Marie, Canadá  
**Tessa Goverse**, DEWA, PNUMA, Ginebra, Suiza  
**Bernard Jamet**, DTIE, PNUMA, París, Francia  
**Sylvia Karlsson-Vinkhuyzen**, Finland Futures Research Centre, Turku School of Economics, Tampere, Finlandia  
**Michael Kuhndt**, Wuppertal Institute, UNEP Collaborating Centre on Sustainable Consumption and Production, Wuppertal, Alemania  
**Gustavo Mañez i Gomis**, DTIE, PNUMA, París, Francia  
**R.E. (Ted) Munn**, Centre for Environment, University of Toronto, Toronto, Canadá  
**Jon Samseth**, SINTEF, Trondheim, Noruega  
**Guido Sonnemann**, DTIE, PNUMA, París, Francia  
**Jaap von Woerden**, DEWA, PNUMA, Ginebra, Suiza

## EXPERTOS COLABORADORES DEL COMITÉ CIENTÍFICO SOBRE PROBLEMAS DEL MEDIO AMBIENTE:

**Ahmed Hassan Farghally**, Departamento Contable, Universidad de El Cairo, El Cairo, Egipto  
**Carla Gomez Wichtendahl**, Institute of the Environment, University of Ottawa, Ottawa, Canadá  
**Susan Greenwood Etienne**, Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente, París, Francia  
**Barbara Göbel**, Instituto Iberoamericano, Berlín, Alemania  
**Guizhen He**, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia de Ciencias de China, Beijing, China  
**Allan Lavell**, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), San José, Costa Rica  
**Jérôme Payet**, Escuela Politécnica Federal de Lausanne, Lausanne, Suiza  
**W. Tad Pfeffer**, Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado, Boulder, Colorado, Estados Unidos  
**Véronique Plocq-Fichelet**, Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente, París, Francia  
**Jon Samseth**, SINTEF, Trondheim, Noruega  
**Suzanne M. Skevington**, WHO Centre for the Study of Quality of Life, University of Bath, Bath, Reino Unido  
**Gang Yu**, POPs Research Center, Universidad de Tsinghua, Beijing, China

### PRODUCCIÓN:

Márton Bálint  
Susanne Bech (Coordinator)  
Jason Jabbour  
John Smith (Copy editor)

### APOYO:

R. Norberto Fernandez  
Silvia Giada  
Tessa Goverse  
Beth Ingraham  
Grace Kighenda  
Stanley Kinyanjui  
Kelvin Memia  
Graciela Metternicht  
Nick Nuttall  
Elizabeth Osorio  
Audrey Ringler

### TRADUCCIÓN:

Raquel Arévalo





# Encuesta

Rogamos se tome unos minutos para completar esta encuesta y compartir su opinión acerca de esta publicación. Agradecemos su participación.

PMUNA Anuario 2010 es el informe más reciente sobre los avances y progresos científicos en nuestro 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
Gobernanza ambiental					
Gestión de los ecosistemas					
Sustancias nocivas y desechos peligrosos					
Cambio climático					
Desastres y conflictos					
Eficiencia de recursos					
Por favor incluya cualquier otro comentario adicional sobre el contenido de los capítulos:					

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

	Muy informativo	Informativo	No muy informativo	Para nada informativo	Sin opinión
Gobernanza ambiental					
Gestión de los ecosistemas					
Sustancias nocivas y desechos peligrosos					
Cambio climático					
Desastres y conflictos					
Eficiencia de recursos					
Por favor incluya cualquier otro comentario adicional sobre su intención de uso de la información de los capítulos:					

## 3. Por favor ayúdenos a mejorar el próximo Anuario mediante sugerencias de temas de posible interés para sus lectores.

--

## 4. Sus datos

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

Oficina gubernamental	
Organización para el desarrollo	
Sociedad no gubernamental/civil	
Institución académica/de investigación	
Organismo internacional	
Sector privado	
Prensa o medios de comunicación	
Otro (especifique, por favor):	

Su ocupación:

Ministro/Director	
Gerente	
Asesor	
Científico	
Estudiante	
Especialista técnico	
Periodista	
Consultor	
Otro (especifique, por favor):	

Por favor indique el uso de la información del Anuario:

Interés particular	
Comercial	
Investigación/académico	
Desarrollo de políticas	
Educación/enseñanza	
Trabajo de desarrollo	
Otro (por favor especifique):	

**Muchas gracias por su participación**

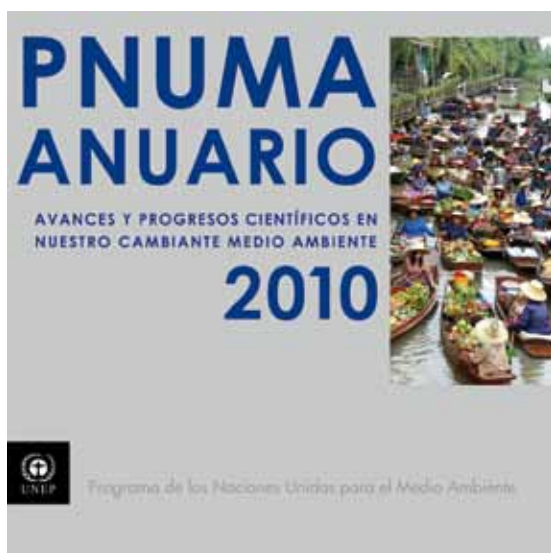
Por favor envíe esta encuesta debidamente cumplimentada a:

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

Usted también puede participar de esta encuesta en línea en el sitio

[www.unep.org/yearbook/2010](http://www.unep.org/yearbook/2010)

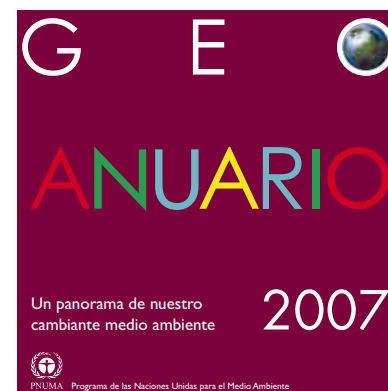
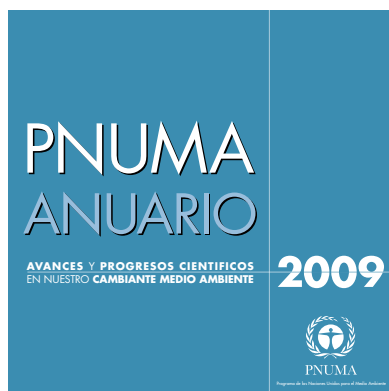
# Colección de Anuarios



## PNUMA Anuario 2010

El Anuario 2010 del PNUMA es un informe sobre nuevos avances y progresos científicos recientes en relación con nuestro cambiante medio ambiente. Examina los progresos en la gobernanza ambiental, los efectos de la continua degradación y pérdida de los ecosistemas mundiales, los impactos del cambio climático, la manera en que las sustancias nocivas y los desechos peligrosos afectan la salud humana y el medio ambiente, los desastres y conflictos relacionados con el medio ambiente, y el uso no sostenible de los recursos.

El propósito del Anuario es fortalecer la interfaz ciencia-política y, en ese sentido, presenta los avances recientes y la nueva visión científica de especial interés para los encargados de formular políticas.



**El Anuario 2010 del PNUMA es el séptimo informe anual sobre nuestro cambiante medio ambiente, elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En sus seis capítulos, el Anuario presenta los avances y progresos científicos recientes que resultan de interés para los encargados de formular políticas.**

En 2009, los esfuerzos por promover la gobernanza ambiental a nivel internacional se centraron en definir los objetivos y las funciones clave de una arquitectura perfeccionada de las Naciones Unidas con el fin de abordar los cambios en el medio ambiente mundial.

Los ecosistemas están siendo presionados más allá de sus umbrales. Los factores generadores de cambio que llevan a la pérdida de diversidad biológica y a cambios en los servicios de los ecosistemas crecen en intensidad. Las zonas muertas presentes en regiones costeras han duplicado su extensión cada década desde los años sesenta.

Queda mucho por hacer para reducir y mitigar los efectos de las sustancias nocivas y los desechos peligrosos en la salud humana y el medio ambiente. También persisten muchos interrogantes en materia de nanomateriales.

Los efectos de las crecientes concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero se comprenden mejor, a medida que se evalúan más indicadores de cambio climático. Tanto la observación directa como la modelización señalan que se está expandiendo el cinturón tropical del planeta.

La gestión sostenible de los recursos naturales puede reducir la vulnerabilidad frente a desastres y conflictos, además de respaldar la consolidación de la paz. Hay herramientas promisorias para la reducción del riesgo de desastres y conflictos que se están integrando a las políticas y a las estructuras institucionales.

Una mejor gestión de materiales y de flujos de energía ayudará a enfrentar los desafíos asociados a los impactos ambientales y a avanzar en el desacople del crecimiento económico del uso de recursos.

**El Anuario 2010 del PNUMA es una lectura esencial, reveladora y autorizada para toda persona que tenga participación 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: [unep@unep.org](mailto:unep@unep.org)  
Página Web: [www.unep.org](http://www.unep.org)

