

CAPÍTULO SEGUNDO

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS IMPLICACIONES PARA LA SEGURIDAD

INTRODUCCIÓN

El Cambio climático es una realidad que plantea problemas a escala mundial. Paliar las consecuencias del mismo requiere respuestas eficaces basadas en un conocimiento detallado de sus impactos, tanto de los ya constatados como de los esperables, así como una planificación de medidas de mitigación y adaptación.

En el informe presentado en 2008 por el Secretario General al Consejo de la Unión Europea (1) se señala que la mejor manera de tratar el cambio climático es considerarlo como un multiplicador de amenazas que extrema las tendencias, las tensiones y la inestabilidad existentes. El cambio climático amenaza sobrecargar a países y regiones de por sí frágiles y/o proclives al conflicto, presentando riesgos no sólo de carácter humanitario, sino también de carácter político y de seguridad. Además, consecuentemente con el concepto de seguridad humana, es claro que muchos de los problemas relativos a la incidencia del cambio climático sobre la seguridad internacional están interrelacionados, por lo que requieren reacciones políticas globales.

Tomando conciencia de esta situación, el Consejo de Seguridad de la Asamblea General de las Naciones Unidas de 17 de abril de 2007, abrió un debate sobre el tema «Energía, seguridad y clima» (2),

(1) Documento del Alto Representante y de la Comisión Europea al Consejo Europeo, «*El cambio climático y la seguridad internacional*», S113/08, 2008.

(2) Incluidas: la carta de fecha 5 de abril de 2007, dirigida al Presidente del Consejo de Seguridad por el Representante Permanente del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte ante las Naciones Unidas (S/2007/186); la carta de fecha 12 de abril de 2007,

y más recientemente, en su resolución de 11 de junio de 2009 (A/RES/63/281)

Invita a los órganos pertinentes de las Naciones Unidas a que, según proceda y en el marco de sus respectivos mandatos, intensifiquen sus esfuerzos para examinar el cambio climático, incluidas sus posibles repercusiones para la seguridad, y hacerle frente.

El presente informe estudia las consecuencias del cambio climático en materia de seguridad, así como las posibles respuestas de atenuación y adaptación. En primer lugar se presentan los aspectos más relevantes sobre la situación actual del cambio climático detectado, las proyecciones de futuro y los impactos previstos. Posteriormente se abordará el tema desde la perspectiva de su incidencia en el ámbito de la seguridad.

SITUACIÓN ACTUAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Cambio climático detectado

Los cambios en la concentración de los gases de efecto invernadero y de los aerosoles atmosféricos así como en la radiación solar y en las propiedades de la superficie de la tierra alteran el balance de energía del sistema climático. Estos cambios se expresan en función del forzamiento radiativo (3) que se emplea para comparar cómo una variedad de factores humanos y naturales influyen en el calentamiento o enfriamiento del clima global.

Las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso mundiales han aumentado, sensiblemente, como resultado de las actividades humanas desde 1750, y en la actualidad han superado los valores preindustriales determinados en muestras de testigos de hielo

dirigida al Presidente del Consejo de Seguridad por la Encargada de Negocios interina de la Misión Permanente de Cuba ante las Naciones Unidas en nombre del Movimiento de los Países No Alineados (S/2007/203) y la carta de fecha 16 de abril de 2007, dirigida al Presidente del Consejo de Seguridad por el Representante Permanente del Pakistán ante las Naciones Unidas en nombre del Grupo de los 77 y China (S/2007/211). Véase S/PV.5663.

(3) Forzamiento radiativo es la medida de la influencia que un factor ejerce en el cambio del balance de la energía entrante y saliente en el sistema atmosférico terrestre y es un índice de la importancia del factor como mecanismo potencial del cambio climático. El forzamiento positivo tiende a calentar la superficie, mientras que el negativo tiende a enfriarla. Se mide en Wm⁻².

que abarcan varios cientos de años. El aumento global de la concentración de dióxido de carbono, que ha pasado de un valor preindustrial de aproximadamente 280 ppm (4) a 379 ppm en 2005, se debe fundamentalmente al uso de combustibles fósiles y a los cambios del uso del suelo, mientras que el del metano y óxido nitroso se deben principalmente a la agricultura. El IPCC-AR4 (5) determina claramente la influencia antropogénica en el calentamiento del clima, estableciendo que *muy probablemente* (6) el efecto neto medio mundial de las actividades humanas desde 1750 ha dado lugar a un calentamiento, con un forzamiento radiativo de +1,6 Wm⁻² [entre 0,6 Wm⁻² y 2,4 Wm⁻²] (7).

La evaluación de los cambios en el sistema climático de la Tierra requiere tener en cuenta no sólo la atmósfera sino el océano y la criosfera (8), así como fenómenos relacionados con los cambios en la circulación atmosférica y oceánica, con vista a aumentar el conocimiento sobre las tendencias, la variabilidad y los procesos del cambio climático a escala mundial y regional. El análisis basado en datos observacionales incluye variables fundamentales como la temperatura atmosférica, la temperatura de la superficie del mar, la precipitación, los vientos o la circulación atmosférica. El término clima extremo constituye una expresión clave de la variabilidad climática y su evaluación incluye información actual que permite una visión mejorada de los cambios en muchos tipos de fenómenos extremos tales como el calentamiento, las sequías, las fuertes precipitaciones y los ciclones tropicales (incluidos huracanes y tifones).

El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como evidencian ya los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar. Los años 2005 y 1998

(4) ppm (partes por millón) o ppb (partes por mil millones) es la relación entre el número de moléculas de gas de efecto invernadero y el número total de moléculas de aire seco.

(5) IPCC-4AR, «*Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*», S. SOLOMON, D. QIN, M. MANNING et al., Cambridge University Press, 944 pp, 2007.

(6) El IPCC-AR4 utiliza la nomenclatura de probabilidad siguiente: virtualmente cierto (>99%); extremadamente probable (>95%); muy probable (>90%); probable (>66%); más probable que improbable (>50%); aproximadamente tan probable como improbable (33% a 66%); improbable (<33%); muy improbable (<10%); extremadamente improbable (<5%); excepcionalmente improbable (<1%).

(7) Las cifras entre corchetes indican un intervalo de incertidumbres del 90% en torno a una estimación óptima.

(8) La criosfera es la componente del sistema climático consistente en el conjunto de nieve, hielo y permafrost, por encima y por debajo de la superficie terrestre y oceánica.

fueron los más cálidos en el registro mundial de temperatura del aire superficial desde 1850. De los últimos 12 años (1995 a 2006) 11 de ellos, exceptuando 1996, se clasifican entre los 12 años más cálidos registrados desde 1850. El IPCC-AR4 cifra la tendencia lineal en los últimos 100 años, en 0.74°C [entre 0.56°C y 0.92°C]. Este aumento de temperatura está distribuido por todo el planeta y es más acentuado en las latitudes septentrionales superiores. Las regiones terrestres se han calentado más aprisa que los océanos.

El aumento de nivel del mar concuerda con este calentamiento. En promedio, el nivel de los océanos mundiales ha aumentado desde 1961 a un promedio de 1.8 mm/año (entre 1.3 y 2.3 mm/año), y desde 1993 a 3.1 mm/año [entre 2.4 y 3.8 mm/año], en parte por efecto de la dilatación térmica del agua y del deshielo de los glaciares, de los casquetes de hielo y de los mantos de hielo polares. No es posible dilucidar hasta qué punto esa mayor rapidez evidenciada en los últimos años refleja una variación decenal, o bien un aumento de la tendencia a largo plazo. La disminución observada de las extensiones de nieve y de hielo concuerda también con el calentamiento.

Datos satelitales obtenidos desde 1978 indican que el promedio anual de la extensión de los hielos marinos árticos ha disminuido en un 2.7% (entre 2.1 y 3.3%) por decenio, con disminuciones estivales aún más acentuadas, de 7.4% [entre 5.0 y 9.8%] por decenio. En promedio, los glaciares de montaña y la cubierta de nieve han disminuido en ambos hemisferios.

Entre 1900 y 2005, la precipitación aumentó notablemente en las partes orientales del norte de América del Sur y del Norte, Europa septentrional, y Asia septentrional y central, aunque disminuyó en el Sahel, en el Mediterráneo, en el sur de África y en ciertas partes del sur de Asia. En todo el mundo, la superficie afectada por las sequías ha aumentado desde el decenio de 1970 con una probabilidad superior al 66%.

Muy probablemente en los últimos 50 años los días fríos, las noches frías y las escarchas han sido menos frecuentes en la mayoría de las áreas terrestres, y los días y noches cálidos han sido más frecuentes. *Probablemente* las olas de calor han sido más frecuentes en la mayoría de las áreas terrestres y la frecuencia de las precipitaciones intensas ha aumentado en la mayoría de las áreas.

Las observaciones evidencian un aumento de la actividad ciclónica tropical intensa en el Atlántico Norte desde aproximadamente 1970, con

escasa evidencia de aumentos en otras regiones. No se aprecia una tendencia clara del número anual de ciclones tropicales. Es difícil identificar tendencias a más largo plazo de la actividad ciclónica, particularmente antes de 1970.

En promedio, las temperaturas del Hemisferio Norte durante la segunda mitad del siglo XX fueron *muy probablemente* superiores a las de cualquier otro período de 50 años de los últimos 500 años, y *probablemente* las más altas a lo largo de, como mínimo, los últimos 1300 años.

Impactos observados en entornos naturales y humanos

Todos los continentes y la mayoría de los océanos muestran que el cambio climático, en particular el aumento de la temperatura, afecta a muchos sistemas naturales. En particular se han detectado los siguientes impactos:

- Ampliación y aumento del número de lagos glaciares.
- Aumento de la inestabilidad del terreno en regiones de permafrost y avalancha de rocas en regiones montañosas.
- Cambios en algunos ecosistemas árticos y antárticos.
- Aumento de la escorrentía y adelanto del nivel máximo de la descarga de primavera en muchos ríos que se abastecen de nieve y de glaciares.
- Calentamiento de ríos y lagos en muchas regiones, que provoca efectos en la estructura térmica y la calidad del agua.
- Adelanto de los fenómenos de primavera, tales como el brote de las hojas, migración de las aves y desovación.
- Cambios en el desplazamiento hacia la zona polar y zonas de mayor altitud del ámbito en especies vegetales y animales.
- Tendencia hacia un «reverdecimiento» temprano de la vegetación en primavera vinculado a estaciones térmicas de crecimiento más prolongadas.
- Cambios en las zonas de distribución y en la abundancia de algas, plancton y peces en océanos de latitudes altas.
- Aumento de la abundancia de algas y zooplancton en lagos de altitudes y latitudes altas.
- Cambios en las zonas de distribución y migraciones más tempranas de los peces en los ríos.

Están surgiendo otros efectos de los cambios climáticos regionales sobre entornos naturales y humanos, aunque muchos son difíciles de

percibir, debido a la adaptación y a impulsores no climáticos. Entre ellos, cabe destacar:

- Efectos en la gestión agrícola y silvicultura en las latitudes altas del hemisferio Norte, tales como la siembra de cultivos más temprano en primavera y modificaciones en regímenes de alteraciones de los bosques debido a incendios y plagas.
- Aspectos de la salud humana, tales como la mortalidad relacionada con el calor en Europa, enfermedades infecciosas en algunas zonas y polen alergénico en las latitudes altas y medias del hemisferio Norte.
- Actividades del ser humano en zonas del Ártico (por ejemplo, la caza y viajes sobre nieve y hielo) y elevaciones alpinas bajas (tales como deportes de montaña).
- Asentamientos humanos en regiones montañosas que presentan mayor riesgo de inundaciones súbitas por desbordamiento de lagos de glaciares provocadas por el deshielo de los glaciares.
- Pérdidas de humedales y manglares costeros y aumento de daños ocasionados por inundaciones costeras en muchas zonas.

Cambio climático proyectado

Un escenario de emisión es una representación plausible de la evolución futura de las emisiones de sustancias que son, en potencia, radiativamente activas (por ejemplo, gases de efecto invernadero o aerosoles), basada en un conjunto de hipótesis coherentes e internamente consistentes sobre los agentes impulsores de este fenómeno (tales como el desarrollo demográfico y socioeconómico, el cambio tecnológico) y sus relaciones clave. Los escenarios de concentraciones, derivados a partir de los escenarios de emisiones, se utilizan en los modelos climáticos para obtener las proyecciones climáticas.

A fin de describir de manera coherente las relaciones entre las fuerzas determinantes de las emisiones y su evolución, y para añadir un contexto a la cuantificación de los escenarios, en el Informe Especial del IPCC sobre escenarios de emisiones (IE-EE) (9) se desarrollaron cuatro líneas evolutivas diferentes, a partir de las cuales resultaron 40 escenarios que abarcan las principales fuerzas demográficas, económicas y tecnológicas que determinarán las emisiones futuras de gases de efecto invernadero.

(9) IPCC Special Report on Emissions Scenarios, 2000. http://www.grida.no/publications/other/ipcc_sr/

Cada escenario representa una interpretación cuantitativa específica de una de las cuatro líneas evolutivas. El conjunto de escenarios basados en una misma línea evolutiva constituye una «familia» de escenarios.

Los escenarios del IE-EE no incluyen otras iniciativas relacionadas con el clima, lo que significa que ninguno de ellos se basa explícitamente en la hipótesis de cumplimiento de la Convención Marco sobre el Cambio Climático o de los objetivos de emisiones del Protocolo de Kioto. Sin embargo, las políticas no vinculadas al cambio climático que apuntan a muchos otros fines (por ejemplo, la calidad del aire) influyen directamente en las emisiones de gases de efecto invernadero. Por otra parte, las políticas de los gobiernos pueden repercutir, en distinta medida, en los factores determinantes de las emisiones, como el cambio demográfico, el desarrollo social y económico, el cambio tecnológico, el uso de los recursos o la gestión de la contaminación. Esta influencia se refleja ampliamente en las líneas evolutivas y escenarios resultantes. Las principales características de las cuatro líneas evolutivas y familias de escenarios del IE-EE se describen a continuación.

Compromiso de Composición Constante (CCC): muestra el hipotético e imposible escenario donde se congelan de inmediato todas las emisiones de gases de invernadero y la atmósfera permanece con su composición actual. Este escenario se utiliza como muestra científica y no como una posibilidad. La temperatura media global y el nivel del mar continuarán subiendo debido a la inercia térmica del océano. El calentamiento podría exceder 1°C y el pronóstico para el año 2400 es de 2° a 6°C. Para el nivel del mar, en condiciones de CCC, su aumento sería de 10 centímetros por siglo (con rangos de 1 a 30 centímetros por siglo).

FAMILIA A1: Describe un mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, y el aumento de las interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante. La familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos que describen direcciones alternativas del cambio tecnológico en el sistema de energía. Los tres grupos A1 se diferencian en su orientación tecnológica:

A1FI: Utilización intensiva de combustibles de origen fósil.

A1T: Utilización de fuentes de energía de origen no fósil.

A1B: Utilización «equilibrada» de todo tipo de fuentes (entendiéndose por «equilibrada» la situación en la que no se dependerá excesivamente de un tipo de fuente de energía, en el supuesto de que todas las fuentes de suministro de energía y todas las tecnologías de uso final experimenten mejoras similares).

FAMILIA A2: describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. El índice de natalidad en el conjunto de las regiones converge muy lentamente, con lo que se obtiene una población en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones, y el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.

FAMILIA B1: describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y desciende posteriormente, como en la línea evolutiva A1, pero con rápidos cambios en las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y la introducción de tecnologías limpias con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y ambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima.

FAMILIA B2: describe un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Es un mundo cuya población aumenta progresivamente a un ritmo menor que en A2, con unos niveles de desarrollo económico intermedios, y con un cambio tecnológico menos rápido y más diverso que en las líneas evolutivas A1 y B1. Aunque este escenario está también orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y regional.

El calentamiento medio de la superficie mundial proyectado para finales del siglo XXI (2090–2099) respecto a 1980–1999, obtenido para diferentes escenarios de emisiones a partir de una jerarquía de modelos que abarca desde un Modelo Sencillo de Clima, a varios Modelos de Sistemas Terrestres de Complejidad Intermedia, y una gran cantidad de Modelos de Circulación General Atmósfera-Océano, presentado en el IPCC-AR4, se muestra en la Tabla 1. En ella se puede observar la dife-

rencia entre los distintos escenarios de emisión así como los márgenes de variación probables del calentamiento medio del aire en superficie asociados a cada uno de estos escenarios. La mejor estimación del escenario B1 (bajo) es 1.8°C (el margen de variación probable está entre 1.1°C y 2.9°C), y la mejor estimación para el escenario A1FI (alto) es 4.0°C (entre 2.4°C y 6.4°C). En la Tabla 1 se muestran también las proyecciones del aumento medio del nivel del mar mundial a finales del siglo XXI (2090–2099) respecto al periodo 1980-1999 basadas en modelos que excluyen futuros cambios dinámicos rápidos en la circulación del hielo.

En general, los resultados muestran que el calentamiento tiende a reducir la captación del dióxido de carbono atmosférico por la tierra y los océanos, aumentando así la fracción de las emisiones antrópicas que permanece en la atmósfera. El calentamiento antrópico y la elevación del nivel del mar continuarían durante siglos debido a las escalas de tiempo asociadas con los procesos climáticos y las retroalimentaciones, incluso si la concentración de gases de efecto invernadero se estabilizase.

Tabla 1. Calentamiento medio mundial proyectado para la superficie e incremento del nivel del mar a finales del siglo XXI (periodo 2090-2099) relativo al periodo 1980-1999 (*)

Caso	Cambio de temperatura (°C)		Aumento del nivel del mar (m)
	Mejor cálculo	Margen probable	
Concentraciones durante el Año constante 2000 (a)	0.6	0.3 – 0.9	NA
Escenario B1	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
Escenario A1T	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
Escenario B2	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
Escenario A1B	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
Escenario A2	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
Escenario A1FI	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59
(a) La composición constante para el año 2000 se deriva solamente de Modelos de Circulación General Atmósfera-Océano.			

(*) Fuente: IPCC-AR4 (5)

A escala regional se encuentran los siguientes resultados:

- Se espera que el calentamiento más elevado sea sobre tierra y en la mayoría de las latitudes altas septentrionales, y el menor sobre el Océano en el Hemisferio Sur y en partes del Océano Atlántico Norte.
- Se proyecta que la cubierta de nieve se contraiga. En la mayoría de las regiones de permafrost se proyectan aumentos generalizados de la profundidad del deshielo.
- Se proyecta que el hielo marino disminuya tanto en el Ártico como en el Antártico en todos los escenarios. En algunas proyecciones, el hielo marino ártico de finales del verano desaparece casi totalmente en los últimos años del siglo XXI.
- Es *muy probable* que los fenómenos de calor extremo, olas de calor y fuertes precipitaciones continúen haciéndose más frecuentes.
- Es *probable* que los ciclones tropicales (tifones y huracanes) futuros sean más intensos, con vientos de mayores velocidades máximas y precipitaciones más intensas asociadas con los aumentos que están ocurriendo en las temperaturas de la superficie de los mares tropicales. Hay menos confianza en las proyecciones de disminución mundial en el número de ciclones tropicales.
- Se proyecta que las trayectorias de los ciclones extratropicales avancen hacia los polos, con los cambios consiguientes en los patrones de viento, precipitación y temperatura, manteniendo las tendencias observadas en los últimos 50 años.
- El aumento en la cantidad de precipitación es *muy probable* en las latitudes altas, mientras que la disminución es *probable* en la mayoría de las regiones subtropicales terrestres.
- Es *muy probable* que la circulación meridional de retorno del Océano Atlántico (10) disminuya su velocidad durante el siglo XXI. Aún así, se proyecta que las temperaturas en la región atlántica aumenten debido a un calentamiento mucho mayor asociado con el aumento proyectado de los gases de efecto invernadero.
- Se proyecta que la contracción del manto de hielo de Groenlandia siga contribuyendo al aumento del nivel del mar con posterioridad a 2100. Los modelos actuales sugieren que las pérdidas de la masa de hielo aumenten más rápidamente que su recuperación debido a

(10) La Circulación Meridional de Retorno resulta fundamental para el establecimiento de las condiciones climáticas en la región del Atlántico norte, en particular para el continente europeo.

la precipitación y a que el equilibrio de la masa de la superficie se vuelva negativo al haber un calentamiento mundial (con respecto a los valores preindustriales). Si el equilibrio negativo se mantuviese durante milenios, el manto de hielo de Groenlandia sería eliminado casi totalmente y resultaría en una contribución a la elevación del nivel del mar de unos 7 m. Las temperaturas futuras correspondientes a Groenlandia son comparables a aquellas inferidas para el último período interglaciar hace 125.000 años, donde la información paleoclimática sugiere reducciones de la extensión de hielo polar terrestre y una elevación del nivel del mar de 4 a 6 m.

Impactos previstos en entornos naturales y humanos

Los impactos reflejan con frecuencia los cambios previstos en la precipitación y en otras variables climáticas, además de la temperatura, el nivel del mar y la concentración de dióxido de carbono atmosférico. La magnitud y la ocurrencia de los impactos variarán con el tiempo de duración del cambio climático y, en algunos casos, la capacidad de adaptación. En particular se prevén los siguientes impactos distinguiendo por sectores.

Recursos de agua dulce y su gestión

- Para mediados de siglo, se prevé un aumento del 10-40% del promedio de la escorrentía fluvial anual y de la disponibilidad de agua en latitudes altas y en algunas zonas tropicales húmedas, y una disminución del 10-30% en algunas regiones secas en latitudes medias y en las zonas tropicales secas, algunas de las cuales en la actualidad son zonas con estrés hídrico.
- Es *probable* que aumente la extensión de las zonas afectadas por la sequía. Los fenómenos de fuertes precipitaciones, que *muy probablemente* aumentarán en frecuencia, incrementarán el riesgo de inundación.
- En el transcurso del siglo, se prevé una disminución de las reservas del agua almacenada en glaciares y en la cubierta de nieve, lo que reduciría la disponibilidad futura de agua en las regiones abastecidas por el agua del deshielo de los principales grupos montañosos, donde vive en la actualidad más de un sexto de la población mundial.

Ecosistemas

- En el transcurso de este siglo, es *probable* que la absorción neta de carbono por los ecosistemas terrestres alcance un nivel máximo

antes de mediados de siglo y luego se debilita e incluso se invierte, y amplíe el cambio climático.

- Es *probable* que aproximadamente entre el 20-30% de las especies de plantas y animales evaluadas hasta el momento estén en mayor riesgo de extinción si los aumentos de la temperatura media mundial exceden de 1.5-2.5°C.
- Para aumentos en la temperatura media mundial que excedan los 1.5-2.5°C y en las concentraciones de dióxido de carbono atmosférico concomitantes, se prevén cambios importantes en la estructura y función de los ecosistemas, las interacciones ecológicas de las especies y en los ámbitos geográficos de las mismas. Estos cambios acarrearían consecuencias predominantemente negativas para la biodiversidad y los bienes y servicios de los ecosistemas, por ejemplo, en el abastecimiento de agua y alimentos.
- Se espera que la acidificación progresiva de los océanos, debida al aumento del dióxido de carbono atmosférico, tenga impactos negativos en la formación del caparazón de organismos marinos (por ejemplo, corales) y sus especies dependientes.

Alimentos y productos forestales

- Se prevé un aumento ligero del rendimiento de los cultivos en latitudes de medias a altas, cuando aumente la temperatura media local de 1-3°C, según el tipo de cultivo, y una disminución en algunas regiones para aumentos térmicos superiores.
- En latitudes más bajas, principalmente regiones tropicales estacionalmente secas, se prevé la disminución del rendimiento de los cultivos incluso cuando la temperatura local aumente ligeramente (1-2°C), lo cual puede aumentar el riesgo de hambruna.
- A nivel mundial, se prevé el aumento del potencial para la producción de alimentos con aumentos en la temperatura promedio local en una tasa de 1-3°C, pero se proyecta una disminución por encima de este valor.
- Se prevé que los aumentos en la frecuencia de sequías e inundaciones afecten negativamente a la producción local de cultivos, principalmente los sectores de subsistencia en latitudes bajas.
- Se esperan cambios regionales en la distribución y producción de especies específicas de peces debido al calentamiento continuado, con efectos adversos para la acuicultura y pesquerías.

Sistemas costeros y zonas bajas

- Se prevé que las costas estén expuestas a crecientes riesgos, incluida la erosión costera. El aumento de las presiones provocadas por el ser humano en zonas costeras exacerbará este efecto.
- Los corales son vulnerables al estrés térmico y presentan baja capacidad de adaptación. Se prevé que el aumento de la temperatura de la superficie marina de 1 a 3°C aumente la frecuencia de decoloración de corales y la extensión de su mortalidad.
- Se prevé que la subida del nivel del mar afecte negativamente a los humedales costeros, incluidos marismas de agua salada y manglares.
- Se prevé que muchos millones de personas se vean afectadas por inundaciones cada año, a raíz del aumento del nivel del mar para la década de 2080. Se encuentran en riesgo principalmente las regiones densamente pobladas y zonas bajas donde la capacidad de adaptación es relativamente pequeña, y que ya afrontan otros desafíos tales como tormentas tropicales o hundimiento de las costas locales. El número de damnificados será mayor en los mega-deltas de Asia y África, mientras que serán especialmente vulnerables los pequeños territorios insulares.

Salud

Es probable que las exposiciones relacionadas con el cambio climático previsto afecten la salud de millones de personas, específicamente las personas que poseen capacidad de adaptación baja, mediante:

- Aumento de la malnutrición y sus consiguientes trastornos, con implicaciones para el desarrollo y crecimiento de los niños.
- Aumento de muertes, enfermedades y lesiones a raíz de las olas de calor, inundaciones, tormentas, incendios y sequías.
- Aumento de la carga de las enfermedades diarreicas.
- Aumento de la frecuencia de enfermedades cardiorrespiratorias ocasionadas por mayores concentraciones de ozono a nivel del suelo.
- Modificación de la distribución espacial de enfermedades infecciosas.
- Se esperan efectos mezclados tales como la disminución o aumento de la tasa y del potencial de transmisión del paludismo en África.
- Reducción de muertes por exposición al frío en zonas templadas.

Según la Organización Mundial de la Salud el cambio climático es responsable desde 1970 de aproximadamente 150.000 muertes al año, a

través del incremento en la incidencia de diarrea, malaria y malnutrición. El equilibrio entre impactos positivos y negativos en la salud humana variará de un lugar a otro y se modificarán en el tiempo, a medida que continúe el aumento de las temperaturas. De importancia crítica son los factores que conforman directamente la salud de las poblaciones, tales como educación, asistencia sanitaria, iniciativas e infraestructuras de salud pública y desarrollo económico.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Todos los posibles cambios señalados anteriormente afectarán a numerosas actividades sociales y/o económicas. A continuación se describen los tres aspectos socioeconómicos fundamentales derivados del cambio climático.

Disminución de recursos

Los tres recursos esenciales que se verán mermados por efecto del cambio climático son la disponibilidad generalizada de agua, de alimentos y de energía.

La escasez de agua puede provocar descontento social y dar lugar a pérdidas económicas significativas, aún en las economías sólidas, creando tensión en algunas regiones del mundo, especialmente allí donde varios países o varias regiones dentro de un mismo país, dependen de las mismas fuentes de agua. Como ejemplo de ello cabe citar los conflictos ocasionados en el norte de África (por el abastecimiento de agua del río Nilo), en Oriente Medio (río Jordán) o el sureste asiático (río Mekong).

La reducción de las reservas pesqueras mundiales, así como la caída de la productividad agrícola, causada por la degradación de la tierra, por las inundaciones, las sequías, la erosión y las plagas, provocará o agravará la inseguridad alimentaria en los países menos desarrollados, y un incremento del precio de los alimentos en todas partes, que puede llegar a ser insostenible. Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación), el cambio climático afectará a las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria: disponibilidad, accesibilidad, utilización y estabilidad. En términos de disponibilidad, se prevé que el incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera tenga un efecto positivo sobre el rendimiento de muchos cultivos, aunque la calidad nutricional del producto no aumente de forma paralela. Las regiones más pobres estarán expuestas

a un grado más elevado de inestabilidad en la producción alimentaria. Las previsiones indican que los precios medios de los alimentos aumentarán en línea con los incrementos moderados de temperatura hasta el 2050. A partir de esta fecha, y con nuevos aumentos de temperatura, se calcula que se producirán importantes recortes en la producción agrícola potencial en los países en desarrollo, con lo que los precios aumentarían de forma sustancial. Adicionalmente, el problema puede verse agravado indirectamente en aquellas regiones donde se destina mayor extensión del terreno cultivable a la producción de biocombustibles.

El calentamiento global es consecuencia de las enormes cantidades de energía que producimos y utilizamos. A medida que crecen las necesidades energéticas, también aumenta nuestra dependencia de los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón). Estos combustibles, que producen elevadas emisiones de dióxido de carbono, representan el 80% del consumo actual de energía en la UE. Su creciente demanda intensifica la competencia por el acceso a estos recursos energéticos y a su control con el fin de asegurar su suministro. Este problema se agrava debido a que gran parte de las reservas mundiales de estos recursos se encuentran en regiones vulnerables al impacto del cambio climático y que presentan problemas políticos y económicos de difícil solución. Una de las posibles soluciones hace que algunos estados se decanten por ampliar el uso de la energía nuclear como medida que garantiza un suministro de energía seguro a la vez que palia el cambio climático. Sin embargo, dicho aumento en el uso de la energía nuclear puede dar lugar a nuevos problemas en el contexto de un régimen de no proliferación. Las centrales nucleares no emiten CO₂ contribuyendo así a la reducción de gases contaminantes a la atmósfera y permitiendo ahorrar en la actualidad el 8% de las emisiones de CO₂. En España, los reactores nucleares evitan la emisión de 50 millones de toneladas de CO₂, equivalente a las emisiones de la mitad del parque automovilístico español. En Europa las centrales nucleares abastecen de electricidad a un 33% de la población y evitan la emisión de 600 millones de toneladas de CO₂ al año, el equivalente producido por 200 millones de automóviles. Los países con una gran producción de electricidad a partir de energía nuclear, como Francia, han reducido fuertemente sus emisiones de CO₂.

En cuanto al uso de energías renovables, recientemente, un estudio llevado a cabo en la Universidad de Stamford (11), propone un plan basa-

(11) M.Z. JACOBSON Y M.A. DELUCCHI, «A path to sustainable energy by 2030», Scientific American, Inc., pp. 58-65, 2009,

do en el uso de tecnologías limpias (que producen una emisión de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos casi nula, incluyendo construcción, operación y desmantelamiento) usando el viento, el agua y la radiación solar, según el cual se podría suministrar el 100% de las necesidades energéticas mundiales para el año 2030. Su viabilidad depende no sólo de las tecnologías elegidas y de la disponibilidad de las materias primas necesarias (lo que puede convertirse en un serio obstáculo porque algunos materiales, como el neodimio, telurio, indio, plata, litio o platino, son escasos o no disponibles en las cantidades que se requerirían, o podrían estar sujetos a manipulaciones en sus precios) sino también de factores económicos y políticos.

Como se ha mencionado anteriormente, el calentamiento global provocará el deshielo de Groenlandia, la Antártida y el Ártico, lo que provocará la aparición de nuevos focos de tensión por la explotación de los recursos energéticos que aflorarán tras el deshielo, sobre todo en el Ártico, y que afectan especialmente a países colindantes como Canadá, Estados Unidos, Rusia o Noruega. Las diferentes reivindicaciones sobre el suelo ártico se basan en beneficios económicos derivados de la apertura de nuevas rutas comerciales y de la apropiación de posibles reservas naturales de gas y petróleo.

Las consecuencias del aumento en la demanda de estos tres recursos básicos (agua, alimentos y energía) y de otras materias primas, se dejarán sentir con mayor intensidad en las zonas con fuerte presión demográfica, así como en aquellas regiones afectadas por las decisiones políticas de los países suministradores de estos recursos.

Daños en las infraestructuras

Las industrias, asentamientos humanos y sociedades más vulnerables son aquellos situados en zonas afectadas por inundaciones costeras y fluviales, aquellos cuyas economías están estrechamente relacionadas con los recursos sensibles al clima y aquellos ubicados en zonas proclives a fenómenos meteorológicos extremos, especialmente donde tiene lugar una rápida urbanización. Téngase en cuenta que las zonas costeras albergan ya a una quinta parte de la población mundial, pronosticándose un aumento de esta cifra. Como ejemplo de instalaciones industriales afectadas por esta situación cabe citar los puertos y las refinerías de petróleo situadas junto al mar. El deterioro de las condiciones costeras,

por ejemplo debido la erosión de las playas, se espera que afecte a recursos locales tales como la pesca, y reduzca el valor de esos destinos turísticos. Por otro lado, el aumento de los eventos extremos afectará a sectores socioeconómicos claves como las comunicaciones, el transporte y suministro energético.

Las comunidades pobres pueden ser especialmente vulnerables, en particular las concentradas en zonas de alto riesgo antes mencionadas. Tienden a tener una capacidad de adaptación más limitada y son más dependientes de recursos sensibles al clima tales como abastecimiento local de agua y alimentos.

Migraciones masivas

Los factores medioambientales han repercutido durante mucho tiempo en los flujos migratorios mundiales. La sequía, la escasez de alimentos y las inundaciones previstas provocarán desplazamientos masivos de personas, que a mediados de siglo XXI podrán llegar a alcanzar los 200 millones de refugiados medioambientales (12).

Existe una interrelación entre migración y medio ambiente: los factores medioambientales propician la migración y la migración afecta al medio ambiente. El cambio climático hace aún más compleja esta relación. Muchas otras causas, como los conflictos, las guerras, las hambrunas, los derechos humanos, el género, el nivel de desarrollo, la salud pública y la gobernanza se añaden a los factores medioambientales que originan las migraciones.

Particularmente grave es la situación que corresponde a los pequeños territorios insulares, tanto los situados en los trópicos como en latitudes más elevadas, ya que poseen características que los hacen especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, al aumento del nivel del mar y a los fenómenos extremos. El retroceso de las costas y el sumergimiento de grandes zonas darán lugar a pérdida de territorio e incluso pueden dar lugar a la desaparición de países enteros, como algunos estados insulares.

(12) N. MYERS, «*Environmental Refugees: A Growing Phenomenon of the 21st Century*», *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, Vol. 357, No. 1420, pp. 609-613, 2002.

RESUMEN DE LOS IMPACTOS PREVISTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En la Tabla 2 se presentan, a modo de resumen, los principales impactos debidos a cambios en los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, basados en las previsiones para la segunda mitad del siglo XXI, recogidos en el IPCC-AR4. Estos impactos no tienen en cuenta los cambios o desarrollos en la capacidad de adaptación. Se han seleccionado los fenómenos más importantes que afectan a la población y al medio ambiente y para los cuales existe confianza alta en el Informe de Evaluación.

IMPLICACIONES PARA LA SEGURIDAD

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el Informe Mundial sobre Desarrollo Humano (1994) establece siete aspectos que afectan a la seguridad humana: económico, político, personal, ambiental, social, alimentario y de salud. Bajo esta perspectiva multidimensional de la seguridad aparecen nuevas amenazas que hacen que el concepto de seguridad se refiera a las condiciones de estabilidad que suponen un beneficio para el desarrollo del individuo, en todos los aspectos antes mencionados, así como para el desarrollo de un país o de la comunidad internacional.

Tanto la situación actual del cambio climático como las proyecciones e impactos previstos, que han sido mencionadas en los apartados anteriores, hacen evidente que el cambio climático tiene consecuencias que afectan a cuestiones fundamentales de seguridad, en particular, inundaciones, enfermedades y hambrunas que ocasionarán migraciones a una escala sin precedentes en zonas sometidas ya a gran tensión, o sequías y pérdidas de cosechas que llevarán a una competición más intensa por los alimentos, el agua y la energía, en regiones en las que los recursos ya están explotados hasta el límite.

Como se ha mencionado en el apartado de Introducción, el Consejo de Seguridad de la Asamblea General de las Naciones Unidas de 17 de abril de 2007, abrió un debate sobre el tema «Energía, seguridad y clima», en el que se puso de manifiesto que el cambio climático está transformando el concepto de la seguridad. Entre las diferentes declaraciones realizadas en dicho debate, el representante del Congo destacó el hecho de que se avecina una situación en la que la población se verá abocada a una lucha tanto por la tierra como por la disponibilidad de

Tabla 2. Resumen de los principales impactos IPCC-AR4

Fenómeno y dirección de la tendencia	Probabilidad (*)	Ejemplos de impactos más importantes previstos por sector			
		Agricultura, silvicultura, ecosistemas	Recursos hídricos	Salud humana	Industria, asentamientos humanos y sociedad
En la mayoría de las áreas terrestres, días y noches más cálidos y menos fríos, mayor frecuencia de días y noches de calor	Prácticamente cierto	Aumento de rendimiento en ambientes más fríos; disminución de rendimiento en medios más cálidos; aumento de plagas de insectos	Efectos en los recursos hídricos según el derretimiento de la nieve; efectos en algunos suministros de agua	Reducción de la mortalidad humana producida por exposición al frío	Menor demanda energética para calefacción; mayor demanda energética para refrigeración, disminución de la calidad del aire en las ciudades; menor trastorno en el transporte por nieve o hielo; efectos en el turismo de invierno
Períodos cálidos /olas de calor. Mayor frecuencia en la mayoría de las regiones terrestres	Muy probable	Reducción del rendimiento en las regiones más cálidas debido al estrés térmico; aumento de los fuegos devastadores	Aumento de la demanda de agua; problemas de calidad del agua (por ejemplo: florecimiento de algas)	Mayor riesgo de mortalidad por olas de calor para ancianos, enfermos crónicos, los muy jóvenes y los aislados socialmente	Reducción en la calidad de vida de las personas en áreas cálidas sin vivienda apropiada; impacto en los ancianos, las personas muy jóvenes y los pobres
Fenómenos de fuertes precipitaciones. Aumento de la frecuencia en la mayoría de las áreas	Muy probable	Daños a cultivos; erosión del suelo, imposibilidad para cultivar por anegación de suelos	Efectos adversos en la calidad del agua superficial y subterránea; contaminación de las fuentes de agua; puede aliviarse la escasez de agua	Aumento del riesgo de muerte, heridas y de enfermedades infecciosas, respiratorias y cutáneas	Trastornos en asentamientos, comercio, transporte y sociedades debido a inundaciones; presiones sobre infraestructuras urbanas y rurales; pérdidas de propiedades

El cambio climático y sus implicaciones para la seguridad

<p>Aumento de las áreas afectadas por la sequía</p>	<p>Probable</p>	<p>Degradación de la tierra, menor rendimiento, daño y fracaso de los cultivos; aumento de la muerte del ganado; mayor peligro de incendios forestales</p>	<p>Estrés hídrico más generalizado</p>	<p>Aumento del riesgo de escasez de alimentos y agua; mayor riesgo de desnutrición y de enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos</p>	<p>Escasez de agua en asentamientos, industrias y sociedades; reducción del potencial de generación de energía hidroeléctrica; migración potencial de la población</p>
<p>Aumento de la actividad ciclónica tropical intensa</p>	<p>Probable</p>	<p>Daños a los cultivos; derribo de árboles por el viento; daño a los arrecifes de coral</p>	<p>Trastornos en el abastecimiento de agua por interrupciones eléctricas</p>	<p>Aumento del riesgo de muerte lesiones, y enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos; trastornos de estrés posttraumático</p>	<p>Trastornos ocasionados por inundaciones y fuertes vientos; retirada de la cobertura de riesgo en áreas vulnerables por parte de los aseguradores privados; migración potencial de la población; pérdidas de propiedades</p>
<p>Mayor incidencia del aumento extremo del nivel del mar (excluye los tsunamis)</p>	<p>Probable</p>	<p>Salinización del agua de riego, de estuarios y sistemas de agua dulce</p>	<p>Disminución de la disponibilidad de agua dulce debido a la intrusión de agua salada</p>	<p>Aumento del riesgo de muerte y heridas por ahogamiento en las inundaciones; efectos en la salud relacionados con la migración</p>	<p>Costes de la protección costera frente a costes de la reubicación de los usos del suelo; movimientos potenciales de población e infraestructuras; véase también los ciclones tropicales más arriba</p>

(*) Se refiere a la posibilidad de las tendencias futuras basadas en previsiones para el siglo XXI según los escenarios del IPCC-AR4.

recursos hídricos, alimentarios y energéticos, a una escala mucho mayor que la ocurrida en otros conflictos surgidos anteriormente. Por su parte, el representante de Francia calificó el cambio climático como «una de las principales amenazas para el futuro de la humanidad». El representante de Papua Nueva Guinea mencionó que los peligros derivados del cambio climático, a los que se enfrentan los pequeños estados insulares y sus poblaciones, serán tanto o más graves que aquellos a los que hacen frente las naciones y los pueblos amenazados por armas y bombas, ya que por ejemplo, un incremento de tan sólo medio metro en el nivel del mar pondrá en peligro la supervivencia de la población de muchos estados insulares del Pacífico.

El Secretario General de las Naciones Unidas, Ban Ki-moon, declaró en este Consejo de Seguridad, que la perspectiva a la que nos enfrentamos es alarmante. La escasez de recursos, ya sea energía, agua o tierra cultivable, puede llevar a la aparición de conflictos por su disponibilidad y gestión. Estos conflictos no solamente afectarán a las relaciones entre diferentes países sino también al derrumbe de los códigos de conducta establecidos que pueden desembocar incluso en conflictos abiertos. Por otro lado, también cabe esperar respuestas violentas desde determinados sectores de la sociedad. Por ejemplo, en Estados Unidos se considera actualmente el ecoterrorismo como una de las amenazas terroristas principales (13) (14).

No se trata meramente de la seguridad nacional sino de la seguridad colectiva en un mundo frágil y cada vez más interdependiente, y una vez más, los primeros afectados serán los más vulnerables y los menos capaces de sobrellevar el impacto. No obstante, también en países con capacidad de adaptación al cambio climático, como Europa y Norte América, podrán surgir estallidos de violencia entre comunidades y rechazo racial contra comunidades inmigrantes.

Teniendo en cuenta las previsiones de impactos asociados al cambio climático, desde el punto de vista de la seguridad se requiere una planificación relativa a los aspectos que a continuación se describen.

(13) J.F. JARBOE, «*The Threat of Eco-terrorism, Testimony Before the House Resources Committee*», Subcommittee on Forests and Forest Health, 2002, <http://www.fbi.gov/congress/congress02/jarboe021202.htm>.

(14) J. LEWIS, «*Statement Before the Senate Committee on Environment and Public Works*», 2005, <http://www.fbi.gov/congress/congress05/lewis051805.htm>.

Inmigración ilegal

Se necesitará una mayor protección de las fronteras nacionales, terrestres y marítimas, frente a los flujos ilegales de inmigrantes, lo que supondrá una demanda mayor de recursos policiales. Entre los años 2000 y 2005, 106 millones de personas fueron afectados por las inundaciones, y 38 millones por los huracanes (15). Actualmente 146 millones de personas viven a una altura de menos de 1 m (16) y las zonas costeras bajas situadas en una altura inferior a 10 m, albergan al 10.5% de la población mundial, lo que equivale a unos 602 millones de personas (17). El informe Stern (18) señala que los desplazamientos forzados debidos al aumento del nivel del mar, ya han empezado en algunas regiones ubicadas a baja altitud. Por ejemplo, las inundaciones se están convirtiendo en un grave problema en Bangladesh, donde aproximadamente 40 millones de personas viven en las zonas costeras; muchas han perdido ya sus casas y han emigrado a India. En el mismo sentido, los gobiernos de algunas islas en el Océano Pacífico Sur como Papúa Nueva Guinea y Tuvalu ya han comenzado con planes de evacuación. Se espera que Tuvalu sea completamente inhabitable para mediados del siglo XXI (19). De nuevo, el informe Stern, señala que considerando conjuntamente el impacto del aumento del nivel del mar, las inundaciones y las sequías, para el año 2050 podrían verse desplazados 200 millones de personas.

Delincuencia asociada a los flujos migratorios

Se prevé un aumento de la delincuencia asociada a los flujos migratorios anteriormente citados. Poco a poco la migración internacional se ha constituido en un asunto de seguridad para los Estados, pues el creciente número de personas que ingresan de manera ilegal en un país distinto del suyo, pone en evidencia la permeabilidad de las fronteras y la inca-

(15) E. PIGUET, «*Climate Change and Forced Migration*», UNHCR Research Paper No. 153. UNHCR Policy Development and Evaluation Service, 2008, <http://www.unhcr.org/47a316182.html>.

(16) D. ANTHOFF, R.J. NICHOLLS, R.S. J. TOL Y A. VAFEIDIS, «*Global and Regional Exposure to Large Rises in Sea-Level: A Sensitivity Analysis*», Tyndall Working Paper 96, 2006.

(17) G. MCGRANAHAN, D. BALK Y B. ANDERSON, «*The Rising Tide: Assessing the Risks of Climate Change and Human Settlements in Low Elevation Coastal Zones*», Environment and Urbanization, 19(1), 2007.

(18) N. STERN, «*The Stern Review: The Economics of Climate Change*», HM Treasury, 2006, http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm.

(19) Norwegian Refugee Council, «*Future Floods of Refugees: A Comment on Climate Change, Conflict and Forced Migration*», 2009, www.nrc.no/arch/_img/9268480.pdf.

pacidad de los gobiernos de resguardar su territorio. Adicionalmente, el inmigrante ilegal, dada su situación económicamente desfavorecida, está frecuentemente asociado con el crimen organizado, el tráfico de personas y de drogas y además representa una de las vías por las que pueden introducirse tanto terroristas como armas de destrucción masiva. Desde el punto de vista legislativo, ante esta problemática cabe destacar el hecho de que la población que compone estos flujos migratorios no está recogida en ninguna categoría legal, y aunque se les denomina «refugiados ambientales», no se encuentra dentro del ámbito del estatuto jurídico internacional de los refugiados, recogido en la Convención de Ginebra de 1951. En este sentido, el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR), la Organización Internacional de la Migración (IOM) y el Grupo Político de Refugiados ha optado por la denominación de «personas ambientalmente desplazadas», entendiendo que son personas desplazadas en su propio país o que se han desplazado a través de fronteras internacionales debido al cambio climático.

Rechazo racial

Es previsible un rechazo racial hacia las comunidades inmigrantes. La cultura propia podría empezar a percibirse como algo en peligro por la llegada de otras personas con lengua, valores y comportamientos diferentes. Desde esa perspectiva, la defensa de la propia cultura puede estar en contraposición a la distribución igualitaria de los recursos a través de la apertura de fronteras. En esa situación, los habitantes de un país democrático pueden oponerse a dicha apertura, y reclamar el derecho a aceptar o no a los inmigrantes, e incluso pueden acabar eligiendo gobiernos que adopten una posición contraria a la inmigración. Un aspecto fundamental que establece la existencia de un rechazo hacia el inmigrante estriba en la condición social de la que procede y su nivel de educación. En algunos casos se trata de una inmigración de profesionales cultos, cuya convivencia no plantea problemas y que pasa prácticamente desapercibida. Pero en general serán los inmigrantes con una baja preparación cultural y profesional los que planteen situaciones de conflicto, tanto con la población del país receptor como entre ellos mismos. Por tanto, se plantea una situación conflictiva ante la perspectiva de una migración masiva entre los derechos morales de los ciudadanos de todos los países del mundo para buscar su subsistencia o mejorar su calidad de vida y el derecho de los habitantes de los países receptores a no admitir a extranjeros. Ese conflicto potencial o real entre los principios morales y los comportamientos

pragmáticos puede presentarse con mayor virulencia en el caso de una migración masiva como la que se prevé ante el cambio climático.

Fenómenos climáticos extremos

Habrán mayores requerimientos de seguridad ante la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos. Fenómenos meteorológicos como El Niño, La Niña, huracanes, ciclones tropicales, sequías, nevadas e inundaciones son eventos que golpean sin distinción las diversas regiones del planeta, y sus efectos devastadores ponen de manifiesto que la humanidad sigue siendo vulnerable a ellos. De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial se estima que los desastres naturales se cobran anualmente cerca de 250.000 vidas humanas y producen daños materiales que oscilan entre 50.000 y 100.000 millones de dólares. Tan sólo en 1991, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) reportó que más del 90 por ciento de las víctimas obedecieron a catástrofes relacionadas con sequías, inundaciones y vendavales. Los daños por inundación se acentúan por la presencia de asentamientos humanos en zonas propensas a inundaciones como los cauces naturales en zonas bajas, y son más severos porque el agua se concentra rápidamente y en mayor volumen a consecuencia de la pérdida de la cobertura vegetal originada por la deforestación y la desertización. En contraste, cuando la escasez de lluvias se mantiene durante períodos prolongados se generan sequías que afectan el abastecimiento de agua a las poblaciones, produciendo daños a la agricultura, ganadería y otras actividades económicas. Según el Centro Nacional de Datos Climáticos (NCDC) de Estados Unidos, que recoge acontecimientos meteorológicos extremos en el país, las pérdidas más costosas en los últimos años emanaron de las sequías y de olas de calor, llegando a superar los 1.000 millones de dólares entre los años 1980 y 2003. El pronóstico de una mayor ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos, basado en las proyecciones de cambio climático resultantes de los Modelos de Circulación General, hace prever una masiva demanda de medidas de seguridad de forma que se proporcionen respuestas a situaciones de emergencia y gestión de catástrofes, incluida la evacuación.

Ecoterrorismo

El cambio climático reforzará el desarrollo del ecoterrorismo. Los ecoterroristas son quienes recurren a la violencia abierta para defender la naturaleza. Sus máximas motivaciones consisten en crear un nuevo

tipo de activismo ambiental: iconoclasta, sin compromisos, inconformes con las políticas ambientales y apearse a la ilegalidad. A diferencia del terrorismo político, cuyo objetivo suele ser destruir vidas humanas, los ecoterroristas se concentran por ahora en causar daños materiales. Según el FBI el ecoterrorismo constituye una seria amenaza que ha causado daños valorados en 200 millones de dólares en el periodo de 2003 hasta el 2008 (13, 14) y son muchos los estados dentro de Estados Unidos que han introducido leyes contra el ecoterrorismo. Otra forma común de actuación de estos grupos consiste en la difusión de sus ideas a través de numerosas páginas Web en las que es frecuente encontrar mensajes demagógicos contra los intereses de industrias o países. La situación actual sobre el cambio climático proporciona a estos grupos un móvil para la realización de acciones violentas y de sabotaje contra empresas, instalaciones energéticas, reuniones políticas, etc. Las proyecciones de cambio climático hacen prever un probable auge de estas acciones, que requerirá tomar medidas de seguridad adicionales y establecer nuevos mecanismos legales de control.

Nuevas normativas reguladoras

Habrán nuevos requerimientos gubernamentales y policiales en relación al desarrollo de nuevas normativas reguladoras asociadas a la emisión de gases de efecto invernadero y mecanismos de vigilancia del cumplimiento de las mismas. La realidad del cambio climático ha llevado a los líderes del sector industrial y de los servicios financieros a una nueva reflexión. De hecho, en muchas partes del mundo las empresas están reclamando públicamente la promulgación de leyes relacionadas con el clima, la formulación de directrices, límites de emisión, etc., en parte porque muchas de ellas perciben el cambio climático como un riesgo económico y también como una oportunidad significativa que ofrece el mercado, pero sólo en el marco de unas reglas y un terreno de juego claramente delimitados.

CONSIDERACIONES FINALES

El informe presentado por el Secretario General al Consejo de la Unión Europea en el 2008 queda, enumera una serie de ejemplos de territorios que estarán gravemente afectados por las consecuencias del cambio climático. Para Europa sólo se hace referencia al Ártico, donde por el deshielo surgirán disputas para el uso de las nuevas rutas de navegación para el comercio internacional, así como por los enormes yacimientos de hidro-

carburos.

África aparece como uno de los continentes más vulnerables a los efectos del cambio climático. El norte y la zona del Sahel pueden perder el 75% de la tierra cultivable, por la sequía, la falta de agua y la degradación del suelo. La región del delta del Nilo será también una zona muy afectada y consecuencias similares se notaran en el sur del continente y la zona del cuerno de África, lo que desplazará a millones de africanos hacia otras regiones del continente y de Europa sobre todo.

Israel, Jordania y Palestina perderán hasta el 60% del suministro de agua. Sufrirán también importante pérdidas de recursos acuíferos y de producción agrícola, países como Turquía, Siria, Irak, y Arabia Saudita.

Para el caso de Asia la subida del nivel del mar afectará a la costa del sur del continente, donde viven más del 2.000 millones de personas, a lo que habrá que añadir los efectos extremos de los monzones. Por otro lado el deshielo del Himalaya, afectará a otros 1.000 millones de personas. Todo esto provocará flujos masivos de población, que plantearán los problemas de seguridad antes mencionados.

Así pues, los impactos del cambio climático variarán regionalmente, pero de manera global y descontados del presente, es muy probable que impongan costes netos anuales, que se incrementarán con el tiempo a medida que aumenten las temperaturas mundiales. Según el informe Stern, de no tomar ninguna medida paliativa, el impacto económico de las pérdidas originadas por el cambio climático se estima en un 20% del PIB mundial al año. Sin embargo, el costo de una actuación concertada efectiva puede ser sólo del 1%. Adicionalmente, investigadores del Grupo Económico de Adaptación Climática (ECA) (20) han llegado a la conclusión de que el cambio climático le costará a los países hasta un 19% de su PIB para el año 2030. Este estudio estima las pérdidas económicas en ocho regiones geográficas diferentes, combinando los riesgos climáticos actuales, el cambio climático proyectado y previsiones de desarrollo económico. Se estima que si se adoptan medidas contra el cambio climático, se pueden evitar entre el 40% y el 68% de la valoración de los costos, porcentaje que puede ser superado en zonas de alto riesgo.

(20) Climate Works Foundation, Global Environmental Facility, European Commission, McKinsey&Company, The Rockefeller Foundation, Standard Chartered Bank and Swiss Re. «A Report Of The Economics of Climate Adaptation Working Group. Shaping Climate-Resilient Development, a framework for decision-making», 2009.

El Secretario General de la Unión Europea en 2008, en el informe ya citado, advirtió a los Estados Miembros de que debían centrarse más claramente en los beneficios de una acción temprana ya que el impacto del cambio climático sobre la seguridad internacional no es un problema de futuro, sino del presente. Para ello es urgente adoptar una serie de medidas para mejorar la capacidad de investigación, análisis y gestión de los problemas derivados del cambio climático.

La alerta rápida ante casos particulares permitirá enfrentarse a situaciones de fragilidad y de radicalización política, así como a tensiones y disputas por el control de las fuentes de aprovisionamiento energético. La UE y los Estados miembros deben planificar medios de protección civil, y para gestionar situaciones de crisis ante posibles desastres, con instrumentos civiles y militares. Y todo esto debe analizarse también en el concierto internacional ante los organismos multilaterales. La experiencia ha demostrado que el contar con un sistema de alerta temprana es una de las medidas preventivas más eficaces para reducir los daños. Cabe citar como ejemplo el caso de Bangladesh, donde en 1970 un violento ciclón tropical se cobró 300.000 vidas, mientras que en 1992 y 1994, gracias a la mejora de las predicciones, ciclones similares causaron sólo 13.000 y 200 víctimas, respectivamente.

El IPCC-AR4 especifica el significado de los términos «adaptación» y «mitigación» en el contexto del estudio del cambio climático. Por adaptación se entiende el conjunto de iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático. Algunos ejemplos de adaptación son la construcción de diques fluviales o costeros, la sustitución de plantas sensibles al choque térmico por otras más resistentes, y la mejora en las normas de edificación que reduzcan las pérdidas potenciales por desastres naturales. Actividades simples a nivel de gobierno que pueden ayudar bastante en el futuro. Por mitigación se entiende la aplicación de políticas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a potenciar los sumideros mediante la adopción de medidas de cambio y reemplazo de tecnologías.

Las medidas adoptadas por ahora sobre mejora de la eficiencia y ahorro energético, mayor uso de las energías renovables y utilización de combustibles fósiles con nivel reducido de emisión de CO₂ no bastan, por sí solas, para reducir las emisiones. La operación a largo plazo de las centrales nucleares existentes es una primera solución a la necesaria construcción de nuevas centrales, para resolver el problema actual

y futuro de reducción de emisiones contaminantes. Actualmente todas las formas de energía son necesarias para un desarrollo sostenible. Una política energética equilibrada tiene que utilizar una mezcla de fuentes de energía que cumpla el objetivo de responder al aumento en la demanda y que utilice fuentes no emisoras de gases de efecto invernadero como la nuclear.

La viabilidad de utilización de energías renovables para suministrar un porcentaje significativo de las necesidades energéticas mundiales depende, como ya se ha dicho, de las tecnologías elegidas, de la disponibilidad de las materias primas necesarias y de factores económicos y políticos. En este sentido, cabría señalar que para conseguir esta viabilidad, se requeriría, al menos, la eliminación de algunos subsidios existentes destinados a la explotación y extracción de recursos fósiles, así como la corrección de equivocadas políticas de promoción de recursos energéticos menos deseables que las energías que no generan emisión de gases de efecto invernadero. Este es el caso de actuales políticas en diferentes países, que subvencionan por ejemplo la extracción de carbón o promueven el cultivo y la producción de biocombustibles.

Teniendo en cuenta que los combustibles fósiles –carbón, petróleo y gas– seguirán siendo decisivos para la generación de energía durante la primera mitad de este siglo, tanto en Europa como en el resto del mundo, hacen falta nuevas tecnologías que rebajen las emisiones de gases invernadero que producen las fuentes fósiles. Esta necesidad es tanto más acuciante si pensamos que la demanda mundial de energía se duplicará de aquí a 2050 si se cumplen las expectativas. La generación de energía mediante combustibles fósiles es responsable de alrededor de una tercera parte de las actuales emisiones de CO₂ de Europa. En este sentido, la medida de mitigación clave en este momento es la *captura y almacenamiento de carbono* (CAC), que permitirá recortar las emisiones de CO₂ de las grandes plantas que funcionan con combustibles fósiles. La CAC consiste en recoger el CO₂ que se produce al quemar combustibles fósiles, transportarlo a una ubicación adecuada e inyectarlo en el subsuelo para evitar que llegue a la atmósfera. Por ubicaciones adecuadas se entienden formaciones geológicas tales como pozos de petróleo y gas agotados, minas de carbón abandonadas o acuíferos.

Aunque los componentes individuales de la cadena de la CAC (captura, transporte y almacenamiento del CO₂) están bien estudiados y ya resultan operativos, el desafío actual consiste en combinarlos todos en una tecnología totalmente integrada y comercialmente aplicable. En este

sentido, se están desarrollando diversas tecnologías CAC para utilizarlas en el sector de la energía.

La Comisión Europea ha aprobado en Diciembre de 2009 un conjunto de 15 iniciativas que recibirán 1.565 millones de euros procedentes del plan de recuperación económica comunitario. 1.000 millones de euros se destinarán a financiar seis proyectos de captura y almacenamiento de CO₂ (que serán las seis primeras instalaciones de este tipo en el mundo, una de las cuales se ubicará en Compostilla –León– con un presupuesto de 180 millones de euros), mientras que el resto de los fondos subvencionarán nueve proyectos de energía eólica marina. El objetivo del ejecutivo comunitario es impulsar un total de quince proyectos de captura y almacenamiento de CO₂ para 2015, de manera que para 2020 sean viables a nivel comercial.

Teniendo en cuenta el crecimiento actual y futuro en la demanda mundial de energía –sobre todo de combustibles fósiles–, es evidente que la CAC debería implantarse en todo el mundo. El rápido desarrollo de economías emergentes como China e India, lleva aparejado un incremento formidable en su demanda de energía y en sus emisiones de CO₂. Según las estimaciones más recientes, China construye de media dos grandes centrales térmicas de carbón cada semana, y cada una de ellas produce unas emisiones de CO₂ equivalentes a las de 2 millones de coches. La CAC ofrece una opción para procesar esas emisiones. Por ello, la UE está colaborando con China en el desarrollo de la CAC y de otras tecnologías limpias. La cooperación en el proyecto *Near Zero Emissions Coal* (NZEC), que incluye la investigación, el desarrollo y la implantación de tecnologías de carbón limpio y CAC, es un elemento clave del acuerdo entre la UE y China para combatir el cambio climático, firmado en 2005. Su principal objetivo consiste en demostrar la viabilidad de la tecnología NZEC en China y en la UE. Dentro de esta iniciativa, se construirá en China una planta de demostración con emisiones casi cero, que estará en funcionamiento en 2020. La fase inicial de este proyecto ya está en marcha.

Como otras medidas de mitigación claves cabe señalar las siguientes:

- Energía nuclear avanzada; energías renovables avanzadas, incluida energía de mareas y olas, energía solar concentrada y energía solar fotovoltaica.
- Aeronaves más eficientes; vehículos híbridos y eléctricos avanzados con baterías más potentes y seguras.
- Diseño integrado de edificios comerciales, incluyendo tecnologías

como contadores inteligentes que proporcionan retroefectos y control; energía solar fotovoltaica integrada en edificios.

- Eficiencia energética avanzada; CAC para la producción de cemento, amoníaco y hierro; electrodos inertes para la producción de aluminio.
- Mejora del rendimiento de los cultivos.
- Cubiertas y filtros biológicos para optimizar la oxidación del CH₄.

Hay un alto grado de confianza en que ni la adaptación ni la mitigación por sí solas pueden evitar todos los impactos del cambio climático. La adaptación es necesaria, tanto a corto como a largo plazo, para hacer frente a los impactos que ocasionaría el calentamiento, incluso para los escenarios de estabilización más modestos previstos. Hay obstáculos, límites y costos cuyo conocimiento es incompleto. La adaptación y la mitigación pueden complementarse entre sí y, conjuntamente, pueden reducir considerablemente los riesgos de cambio climático.

La conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, celebrada en Copenhague en diciembre de 2009, se planteó como la culminación de dos años de negociaciones internacionales. Fue convocada con el objetivo de que la comunidad internacional alumbrase un compromiso mundial contra el cambio climático para suceder al protocolo de Kioto, que expira en 2012 y del que grandes contaminantes como Estados Unidos o China no forman parte. Sin embargo, ha desembocado en un simple acuerdo de mínimos entre los 119 Jefes de Estado y de Gobierno participantes. El texto del acuerdo establece que el cambio climático es uno de los grandes retos de nuestro tiempo, que el incremento de la temperatura debería estar por debajo de dos grados y que las emisiones habrían de tocar techo lo antes posible. Y todo esto se conseguirá, supuestamente, con objetivos voluntarios de reducción de emisiones que los países presentarán antes de febrero de 2010. Así, los países desarrollados se comprometen a presentar objetivos de reducción de emisiones antes de esta fecha. Estas reducciones y la financiación a los países en desarrollo serán declaradas, medidas y verificadas por la ONU.

Europa confiaba en que el compromiso de EEUU cubriera las expectativas anunciadas, con reducciones entre el 26% y el 33%, pero la actitud del gobierno chino ha servido de pretexto para eludir un pacto que fuera más allá de este acuerdo de mínimos. En el acuerdo tampoco aparece que en 2050 las emisiones deberían situarse un 50% por debajo de las de 1990. Lo más claro es el compromiso de financiación para los países

en desarrollo, que permitió a los gobiernos africanos sumarse al acuerdo. El resultado no satisface a nadie. Como no había forma de acordar nada sobre cómo pasar de los objetivos voluntarios a un acuerdo legalmente vinculante en 2010, la opción ha sido dejarlo en blanco. No se aclara si se prorrogará el acuerdo de Kioto, ni si habrá un nuevo tratado, ni cuándo. Simplemente no existe ninguna alusión.

Como se ha mencionado antes, aunque cesaran todas las emisiones de gases de efecto invernadero el calentamiento continuaría, pero esta situación no sirve como excusa para no adoptar cuantas medidas sean posibles –como las aquí citadas– encaminadas a la reducción de gases de efecto invernadero, ya que cuanto menor sea su concentración en la atmósfera, menor será el calentamiento derivado y menores los impactos producidos. No se trata de una mera consideración conservacionista sino de una cuestión que, como se ha ido analizando a lo largo del capítulo, afecta sensiblemente a nuestras condiciones de vida y de seguridad.