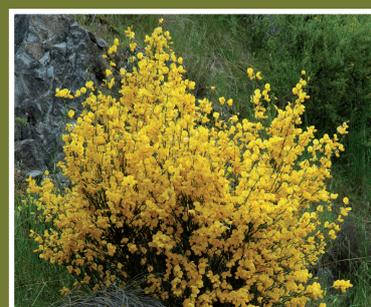




Cambio climático: el coste de la inacción y el coste de la adaptación





Cambio climático: el coste de la inacción y el coste de la adaptación



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

2008

Maquetación: AEMA
Portada edición española: PFN Red EIONET
Fotografías portada edición española: PFN Red EIONET
Foto superior: lago Enol, Covadonga
Fotografía izquierda: Cañadas del Teide
Fotografía derecha: flora de Picos de Europa

Aviso legal

El contenido del presente informe no refleja necesariamente la opinión oficial de la Comisión Europea ni de otras instituciones de la Comunidad Europea. Ni la Agencia Europea de Medio Ambiente ni ninguna persona o empresa que actúe en su nombre es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en el presente informe.

Todos los derechos reservados

Queda prohibida la reproducción total o parcial de la presente publicación por cualquier medio, electrónico o mecánico, inclusive fotocopia, grabación o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin la autorización por escrito del titular de los derechos de autor. Para derechos de traducción o de reproducción, póngase en contacto con AEMA (véase la dirección en la parte inferior de esta página).

En Internet, a través del servidor Europa (www.europa.eu), pueden consultarse otras muchas informaciones sobre la Unión Europea.

Revisión científica de la edición en español:

Este trabajo ha sido realizado por TAU Consultora Ambiental por encargo de la Subdirección General de Calidad del Aire y Prevención de Riesgos (Punto Focal Nacional de la AEMA), Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente (MMA).

Supervisión, coordinación y control (MMA):

Israel Pastor Sainz-Pardo
María Jesús Ibáñez de Aldecoa

Coordinación (TAU Consultora Ambiental):

Laura Romero Vaquero

Equipo de revisión:

Manuel Álvarez-Arenas Bayo, TAU Consultora Ambiental
Rodrigo Jiliberto Herrera, TAU Consultora Ambiental

Corrección de estilo y maquetación:

Tina Guillem

Título original en inglés: *Climate Change: the cost of inaction and the cost of adaptation.*

© Agencia Europea de Medio Ambiente, 2006
© de la presente edición Ministerio de Medio Ambiente, 2008

Publicada mediante un convenio con la AEMA y con la Oficina de Publicaciones de la CE (OPOCE)
El Ministerio de Medio Ambiente se responsabiliza por completo de la revisión científica de la traducción.

Catálogo general de publicaciones oficiales
<http://www.060.es>

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Medio Ambiente
y Medio Rural y Marino ©

I.S.B.N.: 978-84-8320-471-9
NIPO Libro: 770-08-079-4
NIPO CD: 770-08-080-7
NIPO Internet: 770-08-081-2
Depósito Legal: M. 43034-2008
Imprime: EGRAF, S.A.

Impreso en papel reciclado al 100% totalmente libre de cloro.

Presentación de la edición española

El cambio climático es una de las amenazas más importantes a las que nos enfrentamos a nivel global. Ha dejado ya de ser un problema exclusivamente ambiental, y plantea indiscutibles y profundas consecuencias económicas y sociales. El reto es de tal magnitud, que va requerir cambios a múltiples niveles, pero al mismo tiempo hay que tener en cuenta que las políticas de cambio climático presentan elementos de oportunidad, de modernización de tecnologías, de disminución de la dependencia energética del exterior. Promueven también una mayor eficiencia en la gestión de los recursos, un aprovechamiento de nuestras capacidades, atraen inversiones de alto contenido tecnológico y facilitan la disminución de la contaminación local.

Combatir el cambio climático no significa sólo reducir o limitar las emisiones de los gases de efecto invernadero. La lucha contra el cambio climático requiere una perspectiva integrada que promueva la mayor reducción de emisiones posible, acompañada de medidas de adaptación temprana a los efectos con los que tendremos que convivir. Durante muchos años se ha dado prioridad a las políticas encaminadas a disminuir el origen del problema, a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, pero hoy sabemos que, junto a ello, hemos de diseñar medidas que permitan una adaptación temprana en todos los países y sectores, reduciendo los impactos de un clima distinto al que nos hemos de enfrentar. No se trata de estrategias contradictorias. Muy al contrario, son enfoques complementarios clave para afrontar con éxito los retos que nos plantea el cambio climático.

El cambio climático es una de las prioridades del Gobierno de España y, durante los últimos cuatro años, se han realizado actuaciones y logrado avances significativos en un conjunto coherente de políticas públicas, que están recogidas en la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia Horizonte 2007-2012-2020.

España, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, es un país muy vulnerable a los efectos del Cambio Climático. La disminución de los recursos hídricos, la regresión de la costa, las pérdidas de la biodiversidad y los ecosistemas naturales o los aumentos en los procesos de erosión del suelo son algunos de los efectos que influirán negativamente sobre varios sectores de la economía como la agricultura o el turismo.

Para hacer frente a los retos y oportunidades que los impactos del cambio climático pueden representar para España, en el año 2006, se aprobó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) cuyo objetivo principal es mejorar el conocimiento sobre los impactos presentes y futuros del cambio climático e identificar estrategias y medidas de adaptación para su integración en las políticas sectoriales. Sectores y sistemas como la biodiversidad, recursos hídricos, agricultura, salud, industria, turismo, seguros, zonas costeras, entre otros, son considerados como prioritarios en el Plan.

Un objetivo fundamental, hacia el que se dirige parcialmente este libro de la Agencia Europea, es precisamente al conocimiento de los efectos del cambio climático, las vulnerabilidades de cada país, las estrategias de adaptación, el potencial de mitigación, y sobre todo los costes económicos, tanto de estas actuaciones como los que se pueden derivar de la falta de actuaciones. Esta obra pasa revista a los estudios que se realizan en Europa sobre los costes del cambio climático, tanto de las medidas de adaptación como los que se pueden producir si la decisión fuera la de no actuar.

La información sobre estos costes de la inacción aún es escasa, y también lo es la de los costes de la adaptación. Sí parece desprenderse de los estudios ya realizados o en marcha que las repercusiones económicas y sociales de las alteraciones climáticas van a ser muy serias, pero también muy diversas en los diferentes países de Europa. Los efectos económicos promoverán cambios en los modelos de desarrollo, en la demanda de energía, en la productividad agrícola, en la salud, en sectores como el turismo, de especial importancia en nuestro país, por no hablar de los efectos en los ecosistemas.

Una de las conclusiones más evidentes es que necesitamos mejorar los conocimientos sobre estos aspectos. Los modelos utilizados son positivos en muchos casos y permiten la realización de predicciones sobre el clima, la temperatura, las emisiones, etc. Pero es necesario alcanzar un enfoque integrado, del que formen parte los estudios económicos. Y tenemos que conseguirlo mientras actuamos, sin que las lagunas aún existentes nos impidan la puesta en práctica de políticas para las que seguramente no se puede esperar.

Teresa Ribera Rodríguez
Secretaria de Estado de Cambio Climático

Índice

Agradecimientos	4
Resumen ejecutivo	5
Perspectivas políticas.....	5
Perspectivas por países.....	5
Aspectos metodológicos.....	6
Perspectivas sectoriales	6
Conclusiones	7
Retos	7
1 Introducción	9
1.1 Antecedentes	9
1.2 Objetivos del informe	11
1.3 Definiciones	12
1.4 Ámbito del informe	14
1.5 Fuentes de información	14
1.6 Esquema del informe.....	14
2 Marcos políticos de la UE	15
2.1 Marcos políticos y aplicaciones.....	15
3 Aspectos metodológicos	22
3.1 Cálculo del coste de la inacción.....	22
3.2 Los costes de la adaptación	30
3.3 Conclusiones	35
4 Revisión de los datos sobre los costes de la inacción y los costes de la adaptación	36
4.1 Análisis de la bibliografía.....	36
4.2 Perspectivas sectoriales	44
4.3 Naturaleza y biodiversidad	44
4.4 Sectores económicos.....	47
4.5 Intereses humanos	51
4.6 Conclusiones	56
5 Conclusiones y lagunas en la investigación	57
5.1 Conclusiones	57
5.2 Dificultades.....	57
Bibliografía	60
Anexo I Escenarios del IPCC: información del resumen para responsables políticos del Grupo de trabajo 1	66

Agradecimientos

Este informe ha sido elaborado por Paul Watkiss (Paul Watkiss Associates) a partir de dos documentos de trabajo redactados para un proyecto encargado por la AEMA a un consorcio de varias organizaciones (Ecologic, FEEM, IVM).

Otros autores del informe han sido:

Francesco Bosello, Barbara Buchner, Michela Catenacci, Alessandra Gorla (Fondazione Eni Enrico Mattei, FEEM); Onno Kuik (IVM); Etem Karakaya (AEMA).

Han colaborado con aportaciones significativas André Jol (AEMA), Hans Vos (AEMA) y Merylyn McKenzie Hedger (AEMA).

El director de proyecto de la AEMA ha sido Etem Karakaya.

La AEMA agradece los comentarios recibidos sobre el borrador del informe a través de la Comisión Europea (DG Medio Ambiente y CCI-IPTS Sevilla) y de otros expertos ajenos a la AEMA.

Resumen ejecutivo

En la actualidad, las alteraciones climáticas globales son ya claramente perceptibles y se prevé vayan en aumento en un futuro. Estos cambios afectarán profundamente a medios naturales y antropogénicos de diferentes sectores y regiones, lo que a su vez llevará aparejados costes económicos. Los costes económicos ligados al cambio climático (normalmente denominados 'costes de la inacción') están contribuyendo de manera creciente a alimentar el debate político. También es evidente el hecho de que aún cuando se frenaran hoy mismo las emisiones actuales de gases de efecto de invernadero, las alteraciones climáticas persistirían durante décadas. Es esencial, por tanto, no sólo mitigar los efectos sino también desarrollar respuestas adaptadas y adecuadas (adaptación) que permitan moderar los daños, o rentabilizar oportunidades ligadas al cambio climático. Un debate en profundidad en materia de adaptación obliga a tener en cuenta los aspectos económicos. En tales circunstancias, la AEMA ha elaborado este informe con el propósito de:

- identificar y poner de relieve cuestiones metodológicas e incertidumbres de la estimación de costes;
- analizar la información disponible en Europa sobre el coste económico del cambio climático;
- recalcar la necesidad de contar con información más precisa sobre las repercusiones del cambio climático y sobre la necesidad de supervisar la eficacia de las estrategias y las medidas de adaptación;
- favorecer el intercambio de información entre países miembros de la AEMA y el aprendizaje de las 'buenas prácticas';
- identificar las necesidades de investigación.

Conviene subrayar que el enfoque seguido en el presente informe varía respecto al de informes anteriores (IPCC, 20007b; Stern, 2006): se centra en el ámbito europeo y examina en detalle los aspectos metodológicos.

Perspectivas políticas

La política climática de la UE ha evolucionado en paralelo con los avances del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kioto durante la década anterior. Si bien la política de la UE ha estado principalmente orientada hacia la mitigación, las Comunicaciones de

la CE (CE, 2005: 2007a, 2007b) han ampliado su radio de acción para considerar el coste de la inacción. La adaptación también ha cobrado impulso en virtud del II Programa Europeo sobre el Cambio Climático y el reciente Libro Verde de la CE sobre la Adaptación (CE, 2007c). Este informe se enmarca en una perspectiva política europea teniendo en consideración un marco que cubre la totalidad de los costes del cambio climático. La información sobre dichos costes (suponiendo que no se adopten ulteriores medidas) es una herramienta para predecir y supervisar los cambios experimentados en el estado del medio ambiente europeo. Aún se está trabajando en la elaboración de dicha información y siguen pendientes de abordarse cuestiones importantes. No obstante, formular dichos impactos en términos económicos facilita un método común de cómputo para un análisis intersectorial, y puede ayudar a determinar aquellos ámbitos que suscitan una preocupación especial, así como a proporcionar una serie de indicadores básicos de medición y seguimiento. A la vez, es necesaria una perspectiva económica en la política de adaptación europea, con el fin de garantizar una adaptación proporcionada y coste-efectiva, y considerar los costes y beneficios económicos globales de la adaptación.

Perspectivas por países

Cada vez hay mayor cantidad de información y pruebas que documentan las repercusiones no sólo del cambio climático sino también de la adaptación a dicho cambio. Sin embargo, la información sobre los costes de la inacción sigue siendo escasa, y aún son mayores las lagunas sobre los costes de la adaptación. La AEMA ha analizado la información sobre los costes económicos contenida en publicaciones académicas, investigaciones científicas, políticas y estudios en materia de seguros. También se han examinado las acciones que se han tomado con el fin de interpretar o utilizar esta información de índole económica en los países miembros de la AEMA. Si bien en la mayoría de los países se presta cada vez más atención a los impactos y a la adaptación, solamente el Reino Unido, Finlandia y los Países Bajos amplían significativamente el radio de acción hasta incluir aspectos económicos. El trabajo desarrollado por estos países permite hacerse una idea de los retos, y también las oportunidades, que plantea ahondar en el estudio de las repercusiones del cambio climático a nivel económico. El hecho de que la mayoría de los países se encuentren en diferentes fases de desarrollo y de aplicación de las políticas relativas

a los impactos y a la adaptación explica las diferencias. Sin embargo, son muchos los países en los que está cobrando auge rápidamente una política nacional en materia de adaptación al cambio climático, y sería útil que intercambiasen información, así como experiencias y conocimientos.

Aspectos metodológicos

El informe analiza los principales problemas metodológicos ligados al coste de la inacción y al coste de la adaptación. Comprender y depurar estos aspectos metodológicos, así como la influencia que pueden ejercer sobre los cálculos del coste, es clave para garantizar el uso eficaz de la información generada para la elaboración de las políticas, tanto europeas como nacionales. El análisis demuestra que las definiciones de 'coste de la inacción' y de 'adaptación' difieren significativamente e implican conceptos complejos que los estudios tienden a abordar en términos diferentes. La revisión demuestra que nuestro conocimiento del coste de la inacción sigue siendo incompleto y continúa rodeado de un halo de incertidumbre. Variar los supuestos y las opciones en la metodología de evaluación del coste da lugar a un espectro muy amplio de costes de la inacción frente al cambio climático. Las diferencias se deben a:

- el tratamiento de los escenarios (proyecciones climáticas y socioeconómicas);
- cuestiones de valoración (efectos de mercado y de no-mercado; efectos indirectos en la economía);
- el enfoque adoptado para considerar las variables de tiempo y espacio (factor de descuento y efectos distributivos);
- incertidumbre e irreversibilidad (especialmente en relación con fenómenos irreversibles de gran escala); y
- cobertura (parámetros climáticos y categorías de impactos que se incluyen).

Los puntos reseñados también son válidos en lo que se refiere a la adaptación, junto a otros aspectos adicionales:

- el tipo de adaptación (autónoma o planificada);
- el nivel y el calendario de adaptación (por ejemplo, anticipatoria o reactiva);
- la tipología de los costes de adaptación (incluidos los costes directos y los de transición);
- los beneficios complementarios de la adaptación; y
- los aspectos distributivos de la adaptación.

Perspectivas sectoriales

En Europa, los costes de la inacción y los costes de la adaptación se han revisado por sectores:

- Ecosistemas naturales. Aunque los conocimientos de la evaluación estén mejorando en este área,

subsisten lagunas importantes en lo que se refiere los beneficios económicos totales para usuarios y no usuarios. Esta es una de las prioridades de investigación, dado el objetivo de frenar la pérdida de biodiversidad para 2010.

- Zonas costeras. Los cálculos efectuados indican que el coste económico de las inundaciones en las zonas costeras europeas puede llegar a ser muy elevado. En estos mismos estudios se destaca que la adaptación debería contribuir a disminuirlos sustancialmente hasta un coste bajo, aunque no permitirá proteger íntegramente los ecosistemas vulnerables.
- Agricultura. Este sector ha sido objeto de estudios exhaustivos y la adaptación tiene el potencial de reducir los efectos económicos adversos a corto y medio plazo, aunque en la región mediterránea y en los países del sureste de Europa los problemas no tienden a desaparecer. Ampliar el conjunto de efectos sometidos a consideración, incluidos los efectos extremos, puede llevar aparejadas también consecuencias económicas adicionales.
- Energía. Se prevé que los costes económicos netos debidos a la variación de la demanda energética en Europa sean modestos a corto y a medio plazo, pero con un patrón de distribución muy marcado por una creciente demanda de refrigeración (eléctrica) en el sur y una disminución de la demanda (energética) de calefacción en el norte. También puede plantear problemas la demanda de energía para el abastecimiento de agua y la captación de agua para torres de refrigeración y energía hidroeléctrica. La adaptación desempeña una función importante.
- Turismo. En la actualidad, los flujos turísticos europeos circulan de norte a sur, lo que contribuye a la transferencia de capital, pero con el cambio climático, estos flujos podrían variar (al menos estacionalmente). Existen nuevos estudios sobre dichos costes económicos, que revelan una redistribución relativa a escala europea. El aumento de las temperaturas también puede incrementar los costes en el sector de los deportes de invierno en Europa.
- Salud humana. El incremento de la mortalidad ligado al aumento de la temperatura en Europa por causa del cambio climático se verá posiblemente contrarrestado por un descenso equivalente o mayor de la mortalidad ligada al frío. Se han registrado avances en la valoración de los efectos sobre la salud y estudios recientes indican que las enfermedades transmitidas por vía alimentaria, así como las consecuencias fisiológicas de las inundaciones, pueden implicar costes económicos importantes. La adaptación ofrece la posibilidad de reducir los riesgos para la salud a un coste bajo.
- Agua. Europa presenta ya patrones diferenciados de disponibilidad de agua entre el norte y el sur, y se prevé que el cambio climático acentúe dichas diferencias: estudios recientes han puesto de relieve que el déficit hídrico previsto llevará aparejados costes económicos, así como efectos

sobre otros sectores (AEMA, 2007b) con posibles efectos económicos indirectos.

- Medio ambiente urbanizado. Numerosos estudios, incluidas predicciones, han abordado los costes económicos de fenómenos extremos e indican que pueden ser significativos en el caso de episodios de pluviosidad torrencial (inundaciones) y tormentas. Aunque la adaptación permitirá reducir algunos de estos costes, éstos seguirán existiendo. Crecen las preocupaciones ligadas al aumento de las primas de riesgo/activos no asegurados.

Conclusiones

Se pueden extraer las siguientes conclusiones para el medio natural europeo y su sociedad:

- Se prevé que las alteraciones climáticas previstas (incluidas las variaciones extremas y la elevación del nivel del mar), agravadas por otros cambios ambientales y por el actual modelo de desarrollo socioeconómico, acarreen repercusiones y consecuencias económicas muy diversas sobre los sistemas naturales y humanos en Europa.
- Los efectos económicos netos globales a escala europea son inciertos, debido entre otras cosas a las limitaciones para la cuantificación y la valoración, pero son potencialmente muy significativos. Es preciso continuar trabajando con el fin de generalizar la cuantificación y la valoración a todos los sectores (pero especialmente al de la biodiversidad) en relación con los riesgos derivados del aumento de las temperaturas y del nivel del mar, fenómenos extremos y fenómenos irreversibles de gran envergadura.
- Aunque existen una serie de efectos económicos positivos y negativos en los diversos sectores y regiones, se prevén repercusiones más adversas en la región mediterránea y en el sureste de Europa que en otras regiones del continente (relacionadas, por ejemplo, con la demanda de energía, la productividad agrícola, el suministro de agua, los efectos sobre la salud, el turismo estival y los ecosistemas).
- La adaptación desempeña una función sumamente importante en la reducción de los costes económicos derivados del cambio climático en Europa. Aunque la adaptación tiene un coste, reduce significativamente los costes residuales del cambio climático. No obstante, en la actualidad, se dispone de muy poca información sobre cuantificación de este tipo de costes y urgen nuevos estudios encaminados a obtener una base fundada que favorezca una adaptación informada, coste-eficiente y proporcionada en Europa. Para avanzar en dicha dirección es preciso un enfoque integrado.

Retos

Para mejorar la información relacionada con los costes económicos del cambio climático es preciso afrontar

una serie de retos. En el campo de la investigación, dichos retos incluyen:

- Pese a los avances más recientes, la principal dificultad la constituye el carácter parcial de nuestros conocimientos sobre el propio cambio climático, especialmente los impactos regionales del cambio climático, y específicamente la incorporación de todo el rango de efectos.
- Los escenarios actuales y los estudios de impacto se basan en resoluciones espaciales y temporales relativamente bajas. Pese al creciente número de estudios de casos concretos a escala nacional, los conocimientos actuales sobre los efectos siguen siendo incompletos, y no permiten entablar comparaciones detalladas y pormenorizadas entre regiones.
- Partir de supuestos diferentes dificulta a menudo cotejar los estudios. Sólo algunos presentan una visión coherente basada en supuestos uniformes relacionados con el clima, las condiciones socioeconómicas, etc., mientras que muchos otros efectúan una extrapolación entre regiones. Se precisan estudios coherentes a escala europea.
- Respecto a los daños de no-mercado, los efectos indirectos, las interrelaciones horizontales y las implicaciones sociopolíticas del cambio climático, nuestra comprensión sigue siendo escasa. Subsiste una laguna en particular en el análisis de los costes y los beneficios económicos de la biodiversidad. El análisis de las incertidumbres, los efectos transitorios y la influencia de la variabilidad del clima son ejemplos de otros tantos factores que requieren mayor atención. Hace falta impulsar evaluaciones más dinámicas para los impactos y las valoraciones.
- Es preciso avanzar significativamente en la comprensión de la economía de la adaptación. Ésta conllevará complejos ajustes de comportamiento, tecnológicos e institucionales, en todos los órdenes de la sociedad, y no todos los grupos de población estarán igualmente capacitados para adaptarse. La complejidad de este tipo de análisis radica en el fuerte vínculo existente entre la adaptación y los escenarios socioeconómicos y su desarrollo. Son necesarios nuevos trabajos para progresar en los costes y los beneficios de la adaptación, y las consecuencias de una adaptación defectuosa.
- Es preciso mejorar los aspectos políticos (y el proceso normativo) en relación con los costes de la inacción y los costes y beneficios de la adaptación.

Estos retos no deben considerarse como barreras para seguir avanzando en este ámbito, sino como elementos que subrayan la necesidad de otorgar más peso a la investigación. A medida que dispongamos de información más contrastada, será más fácil proceder al análisis político y a la toma de decisiones. En este sentido, existe un margen de mejora considerable de la evaluación económica de los efectos. En el informe

se esbozan los aspectos susceptibles de mejora, que incluyen:

- la necesidad de prestar mayor atención a la incertidumbre y a sus implicaciones de cara a las decisiones políticas;
- aumentar el número de casos de estudio reales;
- aumentar el grado de integración y la dimensión de los estudios existentes;
- prestar más atención a la dinámica de los escenarios y del cambio climático;
- considerar criterios de agregación espacial y temporal alternativos (por ejemplo, en función del tiempo y la ubicación); y
- ampliar el alcance de los estudios de manera que se incluyan los daños de no-mercado y los acontecimientos extremos y catastróficos.

Muchos de los aspectos señalados son relevantes también para la adaptación, junto con otras cuestiones adicionales:

- detectar las opciones de adaptación a diferentes niveles en toda Europa y evaluar sus costes (por ejemplo, mediante una 'buena práctica' europea de evaluación de los costes de adaptación, incluidas las evaluaciones *ex post*);

- mejorar la agregación, desde estudios locales hasta evaluaciones regionales (o incluso mundiales);
- estudiar cómo el ritmo y la velocidad del cambio climático influyen en la adaptación;
- investigar las opciones de adaptación 'realista' por las partes interesadas en diferentes circunstancias socioeconómicas, culturales y políticas;
- mejorar los análisis de los costes de transición y los costes indirectos junto con los costes directos;
- investigar los beneficios complementarios de la adaptación (en particular, la reducción de la vulnerabilidad al clima actual);
- examinar y comunicar la incertidumbre y la ampliación de la cobertura de diferentes riesgos climáticos; y
- examinar los aspectos distributivos de la adaptación en Europa y el resto del mundo.

Los avances en estos ámbitos reforzarán la capacidad científica, técnica y económica para afrontar los efectos y la adaptación, y facilitarán su combinación con enfoques metodológicos comunes y marcos políticos coherentes que tengan en cuenta una perspectiva económica.

1 Introducción

1.1 Antecedentes

La acumulación en la atmósfera de gases de efecto de invernadero ha alterado el equilibrio energético del sistema climático terrestre y provocado cambios significativos en nuestro clima.

En el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo (GT) I del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2007a), publicado recientemente, se llegó a la conclusión de que 'el calentamiento del sistema climático es irrefutable, como avala la constatación de incrementos de las temperaturas medias atmosféricas y oceánicas, la fusión a gran escala de los hielos y las nieves y la elevación del promedio del nivel del mar en todo el planeta'.

Además, se afirma que 'la mayoría del aumento detectado de las temperaturas medias mundiales desde mediados del siglo XX se debe muy probablemente (es decir, > 90%) al incremento observado de la concentración de gases de efecto invernadero antropogénicos'⁽¹⁾. Asimismo se constata que 'las influencias humanas perceptibles se extienden ahora a otros aspectos del clima, como el calentamiento de los océanos, las temperaturas medias continentales, las temperaturas extremas y los patrones eólicos'.

El Cuarto Informe de Evaluación también determina con mayor fiabilidad los posibles cambios climáticos en el futuro. Si no se modifican radicalmente las actuales pautas de producción y de consumo, persistirán las tendencias en materia de emisiones de gases de efecto de invernadero y el consiguiente calentamiento global. Para el año 2100, por ejemplo, la estimación más optimista respecto a la temperatura de la superficie del planeta en los escenarios SRES del IPCC (descritos en el anexo I) prevé un aumento de 1,8 a 4 °C, con un posible rango de variación de 1,1 a 6,4 °C, respecto a los niveles de 1990, y una elevación del nivel medio de los mares de 18 a 59 cm (el intervalo para todos los escenarios se expone en el anexo I). Más aún, los efectos del cambio climático son ya perceptibles hoy en día: el GTIII del IPCC (IPCC, 2007b) ha documentado 75 estudios acompañados de aproximadamente 20.000 observaciones sobre las repercusiones actuales en los sistemas físicos y

biológicos. Más del 90% de los cambios concuerdan con las tendencias climáticas estudiadas.

En consonancia con la tendencia climática global, se considera que los cambios que ha experimentado el clima europeo han afectado de diferentes formas al medio ambiente y a la sociedad humana de la región. Las variaciones de temperatura y otros cambios del sistema climático pueden inducir a profundas alteraciones en el funcionamiento y los servicios de los sistemas naturales y humanos de Europa (AEMA, 2004). En la reciente Cuarta Evaluación sobre Europa del IPCC (GT II, capítulo 12, Alcamo *et al.*, 2007) se afirma que están documentados numerosos efectos derivados de los cambios del clima actual: retroceso de los glaciares, periodos vegetativos más prolongados, variación de las gamas de especies y repercusiones en la salud debidas a una ola de calor sin precedentes. Los cambios constatados son coherentes con las proyecciones del cambio climático futuro.

Conscientes de la importancia del cambio climático, algunos países han promovido medidas en el marco de las Naciones Unidas para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero y, por consiguiente, para atenuar el cambio climático mundial. El objetivo último del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (el CMNUCC establecido en 1992)⁽¹⁾ (artículo 2)) consiste en 'estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático'. En este terreno, se han registrado avances al amparo del Protocolo de Kioto. En este sentido, la UE ha aplicado una serie de políticas y medidas comunes y coordinadas para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) (PECC, 2006). Entre otras, una de las principales iniciativas es el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de carbono, que entró en vigor en 2005 (Comisión Europea, 2004a).

No obstante, para conseguir el objetivo del CMNUCC es necesario reducir las emisiones muy por encima de lo estipulado en el Tratado. La UE (Consejo Europeo, 1996: 2004; 2005) pretende limitar el incremento global de la temperatura a 2 °C respecto a los niveles preindustriales a fin de evitar consecuencias graves a escala global, lo que también contribuiría a evitar, por ejemplo, efectos

⁽¹⁾ Obsérvese el aumento del nivel de confianza registrado con respecto al anterior Tercer Informe de Evaluación (IPCC, 2001), en el que se hablaba de un incremento «probable» (> 60%).

adversos sobre los recursos hídricos, los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana. También permitiría evitar transiciones bruscas a gran escala (por ejemplo, fenómenos climáticos de gran envergadura o 'puntos de inflexión' constatados (Schellnhuber *et al.*, 2005), susceptibles de acarrear consecuencias de gran magnitud y potencialmente irreversibles, sobre todo más allá del siglo XXI.

En coherencia con el progreso hacia el logro de este objetivo, se ha intensificado el debate sobre las medidas que deban implantarse después de Kioto, tal como se estableció en anteriores comunicaciones de la Comisión Europea sobre el cambio climático ('Ganar la batalla contra el cambio climático mundial': CE, 2005) y, más recientemente, 'Limitar el calentamiento mundial a 2 grados Celsius' (CE, 2007a), lo que llevó a formular propuestas políticas y a establecer metas ambicionadas en Europa para el año 2020, incluida la de que 'la UE asuma un compromiso firme, independiente, de conseguir por lo menos una reducción del 20% de las emisiones de GEI en el año 2020' y que 'en el 2050, las emisiones mundiales deben reducirse hasta un 50% en comparación con 1990, lo que implica una reducción de 60–80% en los países desarrollados para 2050'. Los objetivos para el año 2020 se acordaron en la cumbre del Consejo celebrada los días 8 y 9 de marzo de 2007.

Las propuestas de la Comisión y el acuerdo de la UE de los días 8 y 9 de marzo de 2007 se basaron en informes que se hacen eco de la creciente sensibilidad respecto a los costes económicos de los efectos del cambio climático si no se adoptan ulteriores medidas, denominados a menudo 'costes de la inacción'. El Consejo Europeo (2004, 2005) solicitó a la Comisión que investigara los beneficios de las políticas de mitigación del cambio climático, reconociendo que los beneficios económicos de los impactos evitados, calculados globalmente y también a escala europea, permitirán formular políticas sobre una base plenamente coherente.

La evidencia de estos costes sociales se revisó en una anterior Comunicación de la CE (CE, 2005) y, en fechas más recientes, en el informe Stern (Stern, 2006) y la Comunicación CE 2007. En la última Comunicación sobre la limitación del cambio climático, la CE afirma que 'los beneficios que reporta limitar el cambio climático son mayores que los costes de la acción'. Se citan asimismo investigaciones recientes que confirman los numerosos efectos del cambio climático incluidas las secuelas en el sector agrario, la pesca, desertificación, la biodiversidad, los recursos hídricos, la mortalidad relacionada con olas de calor y frío, los impactos en las zonas costeras y los daños provocados por inundaciones. La situación descrita presenta perjuicios económicos muy significativos de cara al futuro. Si bien se trata de una información sumamente valiosa a la hora de considerar los beneficios económicos de las políticas relacionadas con el cambio climático (es decir, de mitigación), los estudios revelan asimismo que son

muchos los aspectos metodológicos que intervienen en el cálculo de este tipo de costes, sobre todo cuando se trabaja siguiendo una escala espacial más detallada (por ejemplo, Europa) a ciertas políticas.

Por otra parte, está demostrado que el cambio climático se prolongará durante décadas, incluso siglos en el caso del nivel del mar, aunque se frenen hoy mismo las emisiones de gases de efecto de invernadero. El motivo es la acumulación de gases en la atmósfera a lo largo del tiempo, así como los desfases temporales con que los sistemas climáticos y oceánicos reaccionan a las variaciones de las concentraciones atmosféricas. Por ejemplo, incluso en el escenario B1 (basado en el argumento más 'favorable para el medio ambiente' en comparación con todos los escenarios descritos en el informe IPCC), el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC considera que la estimación más favorable del aumento de temperatura en la superficie terrestre para el año 2100 es de 1,8 °C, con un posible margen de variación de 1,1 a 2,9 °C, acompañado de una elevación del nivel medio de los mares de entre 18 y 38 cm respecto a los valores de 1990.

Por consiguiente, además de las medidas de reducción de las emisiones de GEI (mitigación) y la consideración de los beneficios de las políticas de mitigación del cambio climático, es fundamental que los sistemas naturales y humanos desarrollen respuestas de adaptación suficientes para evitar los riesgos asociados y aprovechar las oportunidades que brinda el inevitable cambio climático mundial.

En círculos científicos (IPCC, 2007a; 2007b) y políticos se reconoce que un aumento global de la temperatura de 2 °C puede tener efectos potencialmente graves que requerirán medidas de adaptación tanto en los países en desarrollo como en los países desarrollados. Se reconoce asimismo que los países en desarrollo serán los más afectados por el cambio climático y, a la vez, serán los que dispondrán de menor capacidad de adaptación socioeconómica. Por consiguiente, la adaptación es especialmente acuciante en los países en desarrollo y, en particular, en los menos avanzados, incluidos los pequeños Estados insulares. La UE ha puesto en marcha políticas que integran el cambio climático en las ayudas al desarrollo, y participa asimismo en diferentes fondos para la adaptación contemplados por el CMNUCC y el Protocolo de Kioto. Este informe, sin embargo, se centra en la adaptación y en sus costes en Europa, al existir ya muchos otros informes que contemplan este aspecto a escala mundial.

A medida que se han ido haciendo evidentes los efectos del cambio climático, los países europeos han comenzado a planificar y aplicar medidas que permitan adaptarse al cambio y a los efectos previstos. En la reunión del Consejo de Medio Ambiente de diciembre de 2004 y en las siguientes reuniones celebradas durante 2005 se subrayó la necesidad de

prepararse y adaptarse a las consecuencias de un cambio climático inevitable; la Comunicación CE 2005 destacó ‘el papel de la UE a la hora de reducir la vulnerabilidad y fomentar la adaptación’.

Asimismo, se señala que ‘la política de la UE en materia de clima debe centrarse en reducir la vulnerabilidad de la sociedad y la economía europea a los efectos negativos del cambio climático y en mejorar su capacidad de recuperación’.

A finales de 2005, la AEMA documentó el amplio abanico de impactos del cambio climático previstos en Europa, facilitó información sobre la vulnerabilidad y destacó la necesidad de la adaptación (Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Europa (AEMA, 2005)). La Comisión Europea ha avanzado en este campo durante 2006 gracias al grupo de ‘Impactos y adaptación’ del II Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PECC), cuya misión es ‘definir el papel de la UE en cuanto a políticas de adaptación con objeto de integrar plenamente la adaptación en las áreas relevantes de la política europea, determinar prácticas positivas, y coste/efectivas, en el desarrollo de la política de adaptación y en el fomento del aprendizaje’. La Comisión utilizó la información del grupo de trabajo para elaborar un Libro Verde sobre la adaptación, publicado el 29 de junio de 2007 (CE, 2007c).

Las estrategias de adaptación deben integrarse en las políticas nacionales y en los marcos institucionales existentes, además de en las políticas sectoriales. Se han registrado algunos avances en este campo, por ejemplo

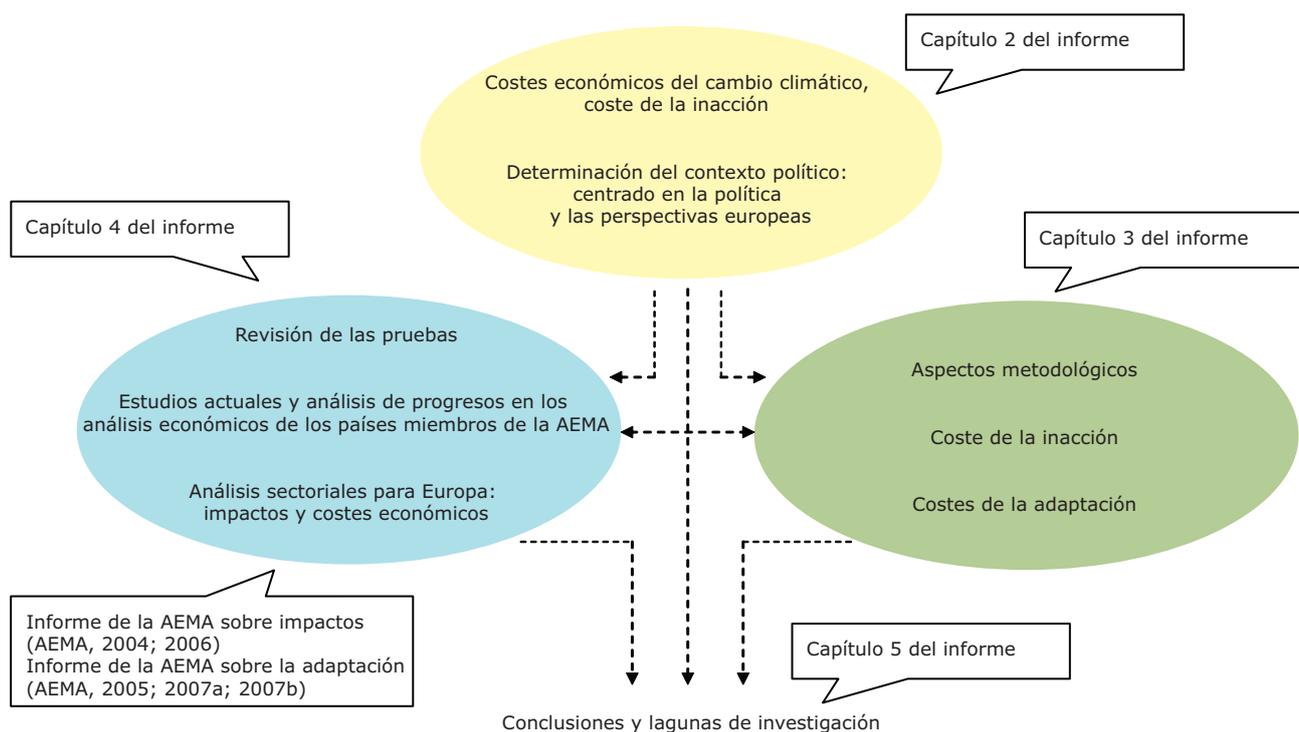
en el sector del agua mediante el reconocimiento de que la Directiva Marco de Agua (DMA) es una herramienta eficaz para incorporar los impactos del cambio climático a la gestión de los recursos hídricos y a la ordenación de las cuencas hidrográficas (véase la conclusión principal de la conferencia ‘Time to Adapt – Climate Change and European Water Dimension’, incluida en el ciclo de actividades desarrolladas durante la Presidencia alemana de la UE). Se necesitan avances similares en todas las políticas de la UE en materia ambiental así como en otros ámbitos más amplios.

Por último, con objeto de propiciar un debate plenamente documentado sobre la adaptación y avanzar hacia una política de adaptación proporcionada y coste/efectiva, es preciso tener en cuenta los costes económicos de la adaptación y los beneficios económicos que reportaría (en particular, al reducir el coste de los daños del cambio climático restante después de la mitigación). La información sobre los costes de la adaptación ayudará a concebir y aplicar una política de adaptación efectiva en Europa. No obstante, seguimos teniendo un conocimiento deficiente de los costes de la adaptación y de los principales aspectos metodológicos que permiten evaluarlos eficazmente.

1.2 Objetivos del informe

En este contexto, la AEMA ha encargado dos documentos de trabajo con el fin de investigar los costes económicos del cambio climático (AEMA, 2006; 2007a). En el primero de ellos, (Cambio climático: el

Figura 1.1 Principales componentes de este informe en relación con los conceptos más relevantes de los costes económicos de los impactos del cambio climático y los costes de la adaptación



coste de la inacción), se revisan los estudios de impacto económico en relación con las metodologías aplicadas.

El segundo, 'Costs of Adaptation to climate change: a review of assessment studies with a focus on methodologies used', complementa al primero y se centra específicamente en la adaptación, el análisis de estudios y la evaluación de los aspectos metodológicos. En este informe se recopilan las conclusiones de estos documentos de trabajo. Los objetivos del informe y de la discusión son los siguientes:

- identificar y poner de relieve aspectos metodológicos e incertidumbres de la estimación de costes;
- revisar la información disponible sobre el coste económico del cambio climático a escala europea;
- subrayar la necesidad de disponer de información más precisa sobre los impactos del cambio climático y supervisar la eficacia de las estrategias y medidas de adaptación;
- favorecer el intercambio de información entre países miembros de la AEMA y aprender de las 'buenas prácticas' de evaluación de los costes económicos del cambio climático; e
- identificar necesidades de investigación.

El informe presenta un enfoque diferente al de otros informes y revisiones recientes (Stern, 2006; IPCC, 2007b). El informe Stern asume una mirada global sobre la economía del cambio climático y se centra en los costes y beneficios agregados totales (beneficios derivados de modelos de evaluación integrados y basados en supuestos metodológicos implícitos). El Grupo de trabajo II del IPCC (IPCC, 2007b) presenta los conocimientos científicos actuales sobre los impactos del cambio climático en sistemas naturales, gestionados y humanos, y su capacidad de adaptarse y su vulnerabilidad. En contraste, este informe se centra específicamente en Europa (y en un plano regional) y explora explícitamente los aspectos metodológicos relacionados con los costes de la inacción y los costes de la adaptación en este ámbito.

1.3 Definiciones

La rápida proliferación de publicaciones sobre los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático comporta una reformulación continua de conceptos y definiciones.

En el contexto del cambio climático, el Tercer Informe de Evaluación (*Third Assessment Report, TAR*) del IPCC (2001) define así la vulnerabilidad desde el punto de vista del cambio climático: el grado en que un sistema es susceptible o incapaz de contrarrestar los efectos adversos del cambio climático, incluido la variabilidad y los fenómenos climáticos extremos. La vulnerabilidad depende del carácter, de la magnitud y de la velocidad de la variación climática a la que está

expuesto un sistema, así como de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación. La adaptación se define como un ajuste en los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o previstos o sus efectos, lo que modera los daños o permite aprovechar oportunidades beneficiosas derivadas del cambio climático.

En documentos anteriores de la AEMA (2005), la vulnerabilidad se define como 'un estado inducido en sistemas naturales y humanos a consecuencia de impactos adversos del cambio climático, incluido la variabilidad, situaciones extremas y la elevación del nivel del mar'. En otras palabras, se presenta y se debate la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos a un cambio climático no gestionado. La adaptación se define como 'políticas, prácticas y proyectos cuyo efecto es moderar los daños y/o aprovechar oportunidades derivadas del cambio climático', incluida la variabilidad, situaciones extremas y la elevación del nivel del mar.

Este informe se centra básicamente en dos aspectos específicos de los costes totales derivados del cambio climático: los 'costes de la inacción' y los 'costes de la adaptación'.

La Comunicación CE (2005) calificó los efectos económicos del cambio climático de 'costes de la inacción'. Por 'inacción' se entiende la situación proyectada o la referencia para evaluar los costes y beneficios de diferentes políticas o medidas. En sentido estricto, los 'costes de la inacción' pueden reflejar muchos futuros escenarios posibles de referencia, pero en la práctica el término suele emplearse para representar la futura línea base sin medidas de mitigación (y adaptación planificada) y, de este modo, relacionada más estrechamente con un escenario A1 o A2 del IPCC.

Partiendo de esta línea base, es posible evaluar los beneficios de la política sobre el cambio climático, es decir, los beneficios de lograr un objetivo de estabilización de los gases de efecto de invernadero (por ejemplo, 450 a 550 ppm equivalentes de CO₂) o un objetivo en materia de calentamiento global (por ejemplo, el objetivo de temperatura de 2 °C de la UE). Se calcula evaluando los costes económicos del cambio climático en las condiciones de la línea base (si no se toman más medidas) y 'con' el escenario político aplicado. La diferencia entre ambos casos proporciona los beneficios de la intervención política. El coste económico residual constituye un dato crucial para las consideraciones relativas a la adaptación (obsérvese que la política de prevención del cambio climático no evita todos los costes, solamente los reduce).

Los costes de la inacción se expresan a menudo como el coste social del cambio climático, o el coste social del carbono (el último especialmente en relación con los costes sociales marginales). Incluso dentro de

Recuadro 1.1 Costes totales frente a costes marginales**Costes sociales totales**

Los costes (sociales) totales del cambio climático reflejan los costes económicos totales del escenario de línea base, bien en un año futuro dado (por ejemplo, 2100), o como valor neto total presente durante, por ejemplo, los próximos 100 años o más. Al dividir por las emisiones totales de carbono, es posible evaluar el promedio del coste de las emisiones de GEI.

Costes sociales marginales

Los costes sociales marginales del cambio climático se calculan generalmente en función del valor neto presente de todos los efectos del cambio climático durante los próximos 100 años (o más) de una tonelada adicional de carbono u otro GEI emitida hoy a la atmósfera. Los costes marginales de los daños globales derivados de las emisiones de carbono se calculan normalmente evaluando los costes económicos del cambio climático para una línea base dada y repitiendo el análisis con una cantidad suplementaria de emisiones de carbono (por ejemplo, una tonelada adicional). La diferencia entre ambos escenarios (durante todos los años futuros) proporciona el coste social marginal.

Costes marginales de reducción

El coste marginal de reducción (CMR) refleja la tecnología marginal y representa el coste de reducir una tonelada adicional de carbono. Esta medida se utiliza con frecuencia para evaluar los costes de la política de mitigación.

Análisis de coste-beneficio (ACB)

El ACB tiene por objeto facilitar a los responsables políticos la elección de la opción más favorable mediante el cálculo de los beneficios netos como el saldo entre beneficios totales y costes totales de proyectos o políticas alternativas. Cuantifica los costes y los beneficios en términos monetarios, incluyendo valores no captados en los mercados (por ejemplo, los costes sociales o económicos totales). El ACB también permite determinar la política más adecuada, es decir, la que maximiza los beneficios netos: esto ocurre cuando los costes marginales de reducción igualan los beneficios marginales de reducción.

Análisis coste/eficacia

El análisis coste/eficacia compara los costes de distintas formas alternativas de obtener rendimientos iguales o similares. Es, por tanto, una medida relativa, es decir, proporciona solamente información comparativa entre alternativas y no puede mostrar si el proyecto elegido tendrá un beneficio neto para la sociedad, como sí hace el ACB. Suele utilizarse de dos maneras: para identificar el nivel más alto de cumplimiento dados los recursos disponibles, o para evaluar el enfoque de mínimo coste que permita alcanzar un objetivo determinado (por ejemplo, un nivel umbral) ⁽²⁾.

estas definiciones, los costes de la inacción pueden expresarse de varias formas dependiendo de las hipótesis sobre la línea base, el escenario, el nivel de adaptación (si se incluye o excluye) y si los costes se refieren a los costes totales, promedios o a los costes marginales (véase el recuadro 1.1).

Existe una amplia variedad de definiciones de adaptación. Una de las diferencias más importantes radica en si la adaptación comprende solamente la adaptación 'planificada', es decir, la desarrollada a través de responsables públicos o privados, o si incluye también la adaptación 'autónoma', propia de los sistemas naturales y humanos.

Está claro que la adaptación tiene un coste, por ejemplo el que se indica en el IPCC (2001), el 'coste de planificación, preparación, promoción y aplicación de medidas de adaptación, incluidos los costes de transición'. Este coste se compensa con los beneficios de la adaptación (IPCC), como 'el coste de daños

evitados o los beneficios obtenidos a raíz de la adopción y aplicación de medidas de adaptación'. Si se reducen, descontando los costes de adaptación, las consecuencias negativas inducidas por el estímulo climático o se refuerzan las consecuencias positivas, la adaptación genera beneficios. De lo contrario, el resultado puede ser una mala adaptación. Estos elementos se discuten más detenidamente en el capítulo 2 (políticas).

A menudo es difícil o imposible distinguir entre los impactos del cambio climático y la adaptación al mismo. El abandono de tierras a causa de la elevación del nivel del mar o el aumento del gasto sanitario debido a una mayor incidencia de enfermedades relacionadas con el calor, por ejemplo, pueden considerarse asimismo impactos del cambio climático. Sin embargo, todos estos procesos son reacciones que los agentes ponen en marcha para contrarrestar los efectos del cambio climático. Además, sin ellos, los costes del cambio climático serían más altos. En

⁽²⁾ Téngase en cuenta que el análisis de coste-beneficio y el análisis coste/eficacia no son necesariamente autoexcluyentes; ambos enfoques se han utilizado recientemente en un análisis de evaluación de impacto europeo para contribuir a informar la política.

consecuencia, los hemos incluido en este caso entre las medidas de adaptación. A menudo existe también un solapamiento entre adaptación autónoma y adaptación planificada.

1.4 Ámbito del informe

Este informe tiene por objeto proporcionar una visión general de los principales costes económicos del cambio climático (impactos) y de la adaptación al mismo, e identificar y debatir las dificultades metodológicas de cara al análisis de los costes de la inacción y los costes de la adaptación. El informe es una continuación de los informes de la AEMA sobre los impactos del cambio climático (AEMA, 2004a) y la vulnerabilidad y adaptación al mismo (AEMA, 2005). Puesto que es el primer informe técnico de la AEMA sobre los costes económicos del cambio climático y la adaptación, ha de considerarse un estudio de exploración. Es posible que con posterioridad se efectúe un análisis más detallado. El Cuarto Informe de Evaluación del GTII del IPCC (AR4) (IPCC, 2007b) contiene abundante información sobre los impactos del cambio climático y la adaptación a escala mundial.

1.5 Fuentes de información

Este estudio se basa en una combinación de métodos destinados a recopilar y analizar la información. Se ha enfocado principalmente a revisar la bibliografía sobre los efectos del cambio climático y la adaptación en Europa (por ejemplo, informes del IPCC, publicaciones de investigaciones financiadas por la UE, bibliografía académica y revistas de investigación), pero se ha beneficiado también de las conversaciones con un amplio espectro de expertos de toda Europa (véase el Anexo II).

1.6 Esquema del informe

En el capítulo 2 se describe el contexto político de los costes de la inacción y de los costes de la adaptación. En el capítulo 3 se presentan los aspectos metodológicos de los análisis de estos costes. En el capítulo 4 se revisa la bibliografía relativa a estos costes. Por último, el capítulo 5 contiene las conclusiones y concreta las lagunas en la investigación.

2 Marcos políticos de la UE

En el capítulo anterior se ha sintetizado la política que desarrolla actualmente la UE para prevenir el cambio climático. En este capítulo se analizan los marcos políticos desde una perspectiva económica.

2.1 Marcos políticos y aplicaciones

La evaluación de los costes de la inacción y de los costes de la adaptación son útiles para las decisiones políticas en distintos planos geográficos, diferentes periodos de tiempo y para diversos tipos de aplicaciones de políticas. Incluye evaluaciones para:

- alimentar el debate internacional (global) sobre la política relativa al cambio climático;
- informar a los responsables políticos europeos sobre el cambio climático y la adaptación, e
- informar y ayudar a elaborar respuestas locales con el fin de mitigar, planificar y adaptarse al cambio climático.

A la luz de la diversidad de aplicaciones, es conveniente enmarcar las perspectivas políticas de los costes de la inacción y de los costes de la adaptación en función de los diferentes usuarios. En este apartado se discuten los tres aspectos, centrando la atención en Europa a fin de situar estos temas en el contexto de la política europea del cambio climático y el papel de la AEMA.

2.1.1 Una perspectiva global

En el nivel más estratégico, los costes de la inacción y los costes y beneficios de la mitigación y la adaptación son útiles para dotar de una perspectiva global a la

política de prevención del cambio climático, es decir, para dar soporte a las negociaciones internacionales o desarrollar compromisos europeos encaminados a alcanzar objetivos o reducciones internacionales. Ambos cálculos forman parte de la consideración general sobre qué constituye el coste (económico) total del cambio climático y los costes residuales, tal como se indica en las ecuaciones siguientes.

Hasta la fecha, la mayoría de las discusiones en torno a la política global se han basado en niveles de objetivos definidos (para evitar que el cambio climático alcance niveles peligrosos) y en los costes de la mitigación, es decir, los costes de la reducción de las emisiones de gases de efecto de invernadero. Sin embargo, resulta cada vez más evidente que la información sobre los beneficios económicos de la política de prevención puede contribuir por sí misma a la toma de decisiones sobre objetivos de estabilización a largo plazo y de reducción de emisiones.

Estos beneficios se calculan a partir de los costes de la inacción (es decir, los costes de no hacer nada según el escenario tendencial sin mitigación) y los beneficios que genera la política (es decir, con la reducción del coste de la inacción a través de la política de mitigación)⁽³⁾.

Teóricamente, esta información puede utilizarse en un análisis de coste-beneficio para justificar una política de prevención del cambio climático a largo plazo o para seleccionar la alternativa política óptima entre varias opciones (por ejemplo, comparando los costes de mitigación marginales para alcanzar diferentes niveles de estabilización con los beneficios económicos marginales obtenidos).

Costes totales del cambio climático = costes de mitigación + costes de adaptación + costes residuales

Costes residuales = costes de la inacción – beneficios de la mitigación – beneficios de la adaptación

⁽³⁾ Si bien la adaptación también forma parte de este análisis general, no se ha incluido en esta sencilla descripción por motivos de simplificación.

Sin embargo, recientes revisiones (por ejemplo, Watkiss y Downing, 2007) han prevenido contra este tipo de uso del ACB debido a incertidumbres de los cálculos actuales del coste de la inacción⁽⁴⁾, si bien hacen hincapié en que la información sobre los beneficios económicos de la política del cambio climático es una contribución importante a la política de prevención a largo plazo.

Los costes y beneficios económicos de la adaptación desempeñan también una función importante dentro de esta perspectiva global. La adaptación (autónoma o planificada) reducirá los costes básicos de la inacción, aunque no medie una política de mitigación. La adaptación permite reducir asimismo los costes residuales de la inacción después de haber aplicado una política de mitigación, al reducir, por ejemplo, los efectos del cambio climático aunque se haya conseguido, en su caso, el objetivo de los 2 °C (o se esté en vías de conseguirlo con el tiempo).

En ambos casos se derivan beneficios económicos de la adaptación, porque ésta reduce los costes económicos que, de otro modo, generaría el cambio climático. Al considerar esta perspectiva global, a menudo se insiste en la importancia de la adaptación en los países en desarrollo: estos países son más vulnerables a los efectos del cambio climático⁽⁵⁾ y tienen menos capacidad de adaptación; la Comunicación CE 2007 reconoce que 'la UE debe estimular el establecimiento de alianzas con los países en desarrollo en los ámbitos de adaptación al cambio climático'.

Además, la interacción entre los costes y beneficios de la adaptación y la mitigación pueden considerarse en un marco puramente económico en el que, junto con los costes de inacción residuales (véase la ecuación más arriba), los tres pueden considerarse potenciales sustitutos parciales, por ejemplo cuando nuevas acciones de mitigación reducen la necesidad de adaptación y viceversa. De este modo es posible establecer unos términos de intercambio entre adaptación y mitigación que faciliten una decisión económica óptima sobre la mejor forma de responder al cambio climático.

Sin embargo, hoy por hoy no es posible hacerlo debido a las incertidumbres y la cobertura parcial

de los modelos de evaluación integrada y porque estos marcos no tienen en cuenta explícitamente la función potencial de efectos climáticos irreversibles a gran escala que podrían desencadenarse a partir de determinados aumentos de temperatura. No obstante, cada vez es más obvio que la mitigación y la adaptación se complementan, y el debate sobre la sustitución se analiza más a fondo en el documento de trabajo subyacente relativo a los costes de la adaptación. Independientemente de esto, la adaptación será esencial y es necesario desarrollar una perspectiva económica en relación con la política de adaptación.

2.1.2 Una perspectiva europea

Desde una perspectiva política europea, existen numerosas aplicaciones potenciales para los costes de la inacción⁽⁶⁾ y los costes de la adaptación.

En primer lugar, la información sobre los costes de la inacción puede constituir una herramienta de seguimiento y predicción de los cambios de estado del medio ambiente (sistemas naturales y humanos) que probablemente se verá afectado por el cambio climático en Europa. El hecho de expresarlos en términos monetarios (coste económico) proporciona una herramienta de cómputo común para evaluar los impactos del cambio climático en diferentes sectores y países, así como en el transcurso del tiempo. Esto puede ayudar a priorizar los aspectos más preocupantes y ser un indicador básico para la medición y el seguimiento de los efectos del cambio climático (en consonancia con la función de la AEMA).

En segundo lugar, el coste de la inacción también es relevante para la elaboración de políticas europeas como aporte para la evaluación de políticas (en 'Evaluación de impactos o análisis de coste-beneficio', véase recuadro 2.1). Independientemente de las ambiciones y objetivos a largo plazo de la política de cambio climático, existen actualmente diferentes ámbitos políticos o propuestas que:

- forman parte de un paquete de medidas más amplio, enmarcado en la política europea de prevención del cambio climático a corto plazo y que contempla, por ejemplo, reducciones de las emisiones de gases de efecto de invernadero en diferentes sectores;

⁽⁴⁾ Los beneficios económicos de la política de prevención del cambio climático deben tenerse en cuenta a la hora de definir objetivos a largo plazo, pero hace falta un marco más amplio (es decir, conviene evitar el simple análisis de coste-beneficio). Es recomendable que este marco incluya un análisis desagregado de ganadores y perdedores económicos desglosado por regiones y por sectores, así como un análisis desagregado de los impactos del cambio climático que incluya indicadores clave, como la sanidad y los ecosistemas. Asimismo, debería incluir un estudio completo y explícito de la matriz de riesgos (incluida la consideración de hechos importantes, fenómenos no marginales y efectos irreversibles) y el análisis habría de englobar amplios análisis de incertidumbre y sensibilidad (por ejemplo, sobre variables de decisión cruciales como el tipo de descuento y la ponderación de equidad). Dado el estado de los conocimientos sobre los efectos económicos, los marcos de decisión alternativos (por ejemplo, enfoques basados en el riesgo) mejoran el conocimiento disponible para tomar este tipo de decisiones (Watkiss y Downing, 2007).

⁽⁵⁾ Dado que estos países están expuestos a amenazas climáticas significativas, sus economías, con frecuencia, dependen más de actividades sensibles al clima y también de que, en muchos casos, se aproximan ya a los límites de tolerancia ambiental (Tol *et al.*, 2005).

⁽⁶⁾ En este informe, el coste de la inacción se entiende como el coste total debido al cambio climático en ausencia de medidas y políticas de mitigación y adaptación.

- están relacionados con áreas de política que tienen el potencial de reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero pero no forman parte explícitamente de la política de prevención del cambio climático, como por ejemplo la política de calidad del aire y la política de transportes. Obsérvese que, en algunos casos, pueden existir áreas de política con el potencial de aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero (que también deben tenerse en cuenta).

A la hora de evaluar estas políticas, es necesario tomar en consideración los costes económicos, sociales y ambientales de las emisiones de gases de efecto de invernadero (dicho de otro modo: los beneficios económicos de las reducciones de las emisiones de gases de efecto de invernadero). En teoría, para ello

habría que basarse en los costes de la inacción; en la práctica se utiliza una gama de valores (si es que se utilizan valores) que a menudo incluye los costes de la mitigación como valor aproximado o de sustitución.

En este sentido, conviene subrayar que la Unión Europea ha constatado la necesidad de abordar los costes externos ⁽⁷⁾ como uno de los principales indicadores de sostenibilidad en la actividad política encaminada a 'obtener los precios correctos'⁽⁸⁾. Asimismo, pretende abordar la cuestión haciendo un mayor uso de los instrumentos económicos de que dispone la política europea (incluyendo impuestos, tasas y otros instrumentos de mercado, como el comercio) según se apunta en el Libro Verde de la CE sobre el uso de instrumentos de mercado (CE, 2007b).

Recuadro 2.1 Evaluación de impacto (evaluación de políticas)

La evaluación de impacto (también denominada evaluación o valoración obligatoria de impactos) consiste en una lógica serie de etapas que estructuran la elaboración de las propuestas políticas. Se lleva a cabo a manera de evaluación de la política previa a su aplicación (*ex ante*). La EI es un instrumento que informa las decisiones políticas ⁽⁹⁾ y brinda una evaluación de los efectos de las opciones políticas (o más frecuentemente las opciones políticas alternativas) desde el punto de vista de los costes, los beneficios y los riesgos de una propuesta.

La Comisión Europea ha publicado una guía sobre la Evaluación de impacto (SEC(2005) 791). A raíz de la Comunicación previa sobre gobernanza europea (COM(2001)428), se estableció que 'han de elaborarse propuestas basadas en un análisis eficaz sobre la conveniencia de intervenir a nivel de la UE y la necesidad de una intervención legislativa. De ser así, el análisis ha de evaluar también el posible impacto económico, social y medioambiental'. Si bien esto incluye una comparación de los costes y beneficios, la guía de EI no requiere ningún análisis de coste-beneficio.

Otros países miembros de la AEMA disponen de recomendaciones más explícitas para el análisis de coste-beneficio en relación con la evaluación de impacto. El Reino Unido, por ejemplo, cuenta con directrices para valorar la acción gubernativa en el Libro Verde del Tesoro (HMT, 2006). Además de exigir que la valoración se base en una evaluación de cómo las políticas, programas o proyectos propuestos pueden fomentar el interés público, el Libro Verde identifica dos temas cruciales:

- ¿Existe una razón fundada para intervenir?
- ¿Cabe esperar que los beneficios de la intervención superen los costes?

La técnica recomendada para abordar la segunda cuestión es un análisis de coste-beneficio (ACB) en función del cual se valoran todos los costes y beneficios relevantes para el gobierno y la sociedad y se calculan los beneficios o costes netos ⁽¹⁰⁾. El ACB debe tener en cuenta explícitamente los costes y beneficios económicos de las emisiones de gases con efecto invernadero de cara a las políticas relevantes. Obsérvese que el ACB permite determinar la escala óptima de la política, es decir, el punto en el que los beneficios son máximos; concretamente, la escala óptima es aquella en la que los beneficios sociales marginales del proyecto/política son idénticos a los costes marginales del proyecto/política (Pearce *et al.*, 2006).

⁽⁷⁾ La contaminación ambiental tiene numerosos impactos sobre la salud humana, el medio ambiente natural y el medio artificial. Entre ellos se incluyen las repercusiones en nuestra salud y en el medio ambiente artificial y natural. Estos impactos acarrear importantes costes económicos, denominados costes externos o externalidades (o costes sociales totales), que no están incluidos en el precio de los productos y servicios.

⁽⁸⁾ <http://europa.eu/bulletin/en/200112/p104035.htm>.

⁽⁹⁾ La evaluación de impacto sirve para facilitar la toma de decisiones políticas, pero no las sustituye. La valoración de proyectos o políticas es una fuente de información para decidir si se lleva adelante un determinado plan de acción.

⁽¹⁰⁾ No obstante, téngase presente que probablemente nunca estaremos en condiciones de valorar la totalidad de costes y beneficios relevantes de un proyecto concreto.

Es sabido que si los costes externos no se reflejan en los precios se generan señales incorrectas y que la manera más adecuada de abordar la cuestión es repercutir estos costes (internalizarlos). Esto es coherente con el principio de 'quien contamina paga'. Si bien la aplicación de impuestos y tasas es a menudo una decisión política compleja, la información sobre los costes externos (en este caso, el coste de la inacción en relación con las emisiones de gases de efecto de invernadero) puede servir para ayudar a informar y fijar estos impuestos y tasas.

Aunque muchos de estos conceptos políticos están todavía en fase de desarrollo en el seno de la CE y de los países miembros, algunos países han adoptado y aplicado la teoría económica a la acción política, en particular el Reino Unido en relación con el coste social del carbono (el coste marginal de la inacción), véase el recuadro 2.2.

Por último, existe una perspectiva europea relativa a una política de adaptación que puede considerarse independientemente de la mitigación. Entiende la

política de adaptación (políticas, prácticas y proyectos) como una forma de moderar los daños o aprovechar oportunidades asociadas al cambio climático (o cambio climático residual). Si se incluye asimismo una perspectiva económica, esta política de adaptación compara también la adaptación con los costes europeos de la inacción.

El marco político sobre la adaptación europea todavía está en fase de desarrollo, aunque es cierto que ha progresado con el Libro Verde (publicado el 29 de junio de 2007) (CE, 2007c). No obstante, están aflorando marcos políticos para la adaptación europea (por ejemplo, UKCIP (Willows y Connell, 2003); Watkiss, 2005) que han utilizado el ciclo tradicional de evaluación de políticas y han seguido los siguientes pasos:

- 1 definir el objetivo político general (europeo) de la adaptación;
- 2 determinar los sectores prioritarios de las medidas de adaptación;

Recuadro 2.2 El coste social del carbono en el Reino Unido

A principios de 2002, el Servicio Económico del Gobierno (Government Economic Service, GES) del Reino Unido presentó una revisión de la bibliografía disponible sobre el coste social del cambio climático (coste de la inacción), denominado en el Reino Unido 'coste social del carbono' (social cost of carbon, SCC). El SCC es el coste del daño global marginal de las emisiones de carbono, calculado como valor neto presente del impacto durante los próximos 100 años (o más) de una tonelada adicional de carbono emitida hoy a la atmósfera.

El valor obtenido, en libras, era de libras esterlinas (GBP) 70/tC (dentro un margen de GBP 35 a GBP 140/tC, o aproximadamente 28 EUR/tCO₂, dentro de un margen de 14 a 56) como estimación ilustrativa del coste del daño global de las emisiones de carbono ⁽¹¹⁾. Esto se refiere a la emisión del año 2000 a precios del año 2000. Puesto que los costes del cambio climático probablemente aumentarán con el tiempo, es probable que los valores aumenten en términos reales a razón de GBP 1/tC por año (es decir, para una emisión de 2005, a precios de 2005, los valores serían GBP 45, GBP 85 y GBP 164/tC (aproximadamente 34 EUR/tCO₂ dentro de un margen de 18 a 66). Se recomienda que este valor sea utilizado en todos los departamentos del Gobierno del Reino Unido para la evaluación de las repercusiones de la legislación (que es obligatoria); existe una guía orientativa sobre el modo de hacerlo (Defra, 2006). Estos valores son altos en relación con muchos de los cálculos que aparecen en la bibliografía, aunque menores que los señalados en el reciente informe Stern.

Los valores se han utilizado en numerosas valoraciones de la legislación y en consultas sobre asuntos fiscales en el Reino Unido: un reciente informe (Watkiss *et al.*, 2006) encontró ejemplos del uso del SCC en el análisis de coste-beneficio de las propuestas políticas sobre gases de efecto invernadero (por ejemplo, reglamento de gases fluorados), otras políticas capaces de influir en los GEI (por ejemplo, objetivos de energías renovables, reglamentos en materia de vivienda, política de calidad del aire), en modelos basados en proyectos contemplados por los reguladores económicos del Reino Unido (por ejemplo, infraestructuras de gas y electricidad) y en consultas sobre instrumentos económicos (por ejemplo, sobre posibles gravámenes del componente carbónico utilizado en la aviación y la imposición de tasas a los usuarios de carreteras).

En el documento del GES se recomendaban revisiones periódicas de las cifras ilustrativas citadas a medida que surgieran nuevas pruebas. Recientemente se han realizado dos nuevos estudios (Downing *et al.*, 2005; Watkiss *et al.*, 2006a). En ellos se recomiendan valores bastante similares a los del documento del GES. También consta información suplementaria en el informe Stern y probablemente se publicará un conjunto actualizado de valores en 2007.

⁽¹¹⁾ 1 tC = 3.664 t CO₂. Por tanto, un valor GBP 100/tC equivaldría a GBP 27/t CO₂.

- 3 caracterizar riesgos/oportunidades prioritarios (en cada sector);
- 3a identificar opciones de adaptación potenciales;
- 3b valorar opciones de adaptación;
- 4 proponer objetivos de adaptación;
- 5 definir objetivos e indicadores de adaptación;
- 6 vincular el marco político comunitario, nacional y sectorial;
- 7 llevar a la práctica;
- 8 supervisar, verificar y revisar.

Este tipo de estructura política tradicional puede utilizarse para evaluar las probables funciones de diferentes organizaciones europeas, incluida la AEMA, en relación con la política de adaptación europea (véase recuadro 2.3).

En un marco de adaptación de este tipo, los costes de adaptación constituyen la base para otorgar prioridad a riesgos y oportunidades (paso 3). Si la evaluación se basa exclusivamente en un análisis de la eficacia, entonces estos costes de adaptación permiten identificar la forma más económica de conseguir unos objetivos de adaptación determinados⁽¹²⁾. Si la evaluación se basa en un análisis de coste-beneficio, entonces además de considerar los costes de adaptación, se analizan también los beneficios económicos que reporta. Los beneficios están relacionados con la reducción del coste de la inacción, que puede compararse con los costes de adaptación (en coherencia con el ACB, los costes y beneficios deberían incluir los costes y beneficios de mercado de no-mercado)⁽¹³⁾.

La clave de todo este proceso es asegurar que la política de adaptación sea eficiente y proporcionada y se evite una adaptación ineficiente (véase el recuadro 2.4).

Varios de los Estados miembros de la AEMA han elaborado planes de adaptación nacionales (véase AEMA, 2005). Muchos están desarrollando actualmente marcos políticos en materia de adaptación y cada vez se examina más la aplicación de las políticas de adaptación desde el punto de vista de la 'integración'. No existen todavía definiciones comunes de "integración", pero es un término muy difundido (Levina y Tirpak, 2006) para referirse a la integración de la política de adaptación al centro de la política general, es decir, que la adaptación pase a formar parte de las políticas y procesos nacionales y regionales en todos los niveles y en todas las fases (o de forma que se

consideren los posibles efectos del cambio climático a la hora de tomar decisiones de inversión).

2.1.3 Una perspectiva local

Finalmente, los costes de la inacción y los costes de la adaptación pueden considerarse desde una perspectiva de proyecto (local). La aplicación más obvia en este caso es la evaluación de proyectos. A semejanza de lo expuesto más arriba sobre la evaluación de políticas, la información sobre los costes de la inacción (a modo de coste marginal social o de valor aproximado del mismo) puede utilizarse para ayudar a justificar proyectos o facilitar la elección entre opciones políticas alternativas para distintos proyectos de mitigación.

En el caso de la adaptación, la evaluación basada en proyectos puede regirse también por el modelo arriba descrito en relación con las políticas de adaptación europeas. Puede funcionar en un marco de coste-beneficio para evaluar los costes de la inacción (para escenarios tal vez diferentes, con y sin mitigación) y después analizar las opciones de adaptación y valorar los costes y los beneficios (o incluso la política de adaptación óptima de cara a una decisión local). El empleo de una escala más pequeña, con información más detallada sobre el clima y las predicciones de impactos, ha permitido desarrollar un marco analítico más detallado.

2.1.4 Resumen

La diferencia entre las tres perspectivas de política (global, europea y local) es importante por varias razones. Muchos de los aspectos metodológicos relacionados con los costes económicos del cambio climático difieren en cada nivel (tanto para los costes de la inacción como para los de la adaptación). Además, existen diferencias en las posibles incertidumbres que incorporan la evaluación o valoración de impacto. Muchas incertidumbres (pero es importante señalar que no todas) disminuyen a medida que uno 'desciende' del nivel mundial al nivel de proyecto, entre otras cosas porque en algunos aspectos el marco temporal del análisis suele ser más reducido⁽¹⁴⁾. Sin embargo, el análisis a escala local puede verse complicado por la necesidad de integrar las políticas y medidas con otros objetivos (algunas veces contradictorios; no siempre es sencillo separar la parte correspondiente a la adaptación de estas políticas y medidas) y porque puede exigirse un mayor nivel de precisión para un proyecto local.

⁽¹²⁾ Si se analizan, por ejemplo, impactos críticos del cambio climático en todos los sectores y se fijan niveles de ambición para alcanzar la protección mediante la adaptación. La información sobre los costes de adaptación de las diferentes opciones permite que un análisis de la eficiencia identifique la forma más económica de realizar estos niveles de ambición. En este contexto, la decisión económica óptima sólo se aplica a la consecución del objetivo con la máxima eficiencia posible, es decir, al menor coste. Los beneficios no se abordan explícitamente en términos económicos porque ya están fijados basándose en los niveles de ambición.

⁽¹³⁾ El análisis coste-beneficio permite identificar la política de adaptación idónea (y responde a la pregunta de si la política de adaptación en un ámbito determinado está justificada).

⁽¹⁴⁾ Las escalas temporales de las políticas de prevención del cambio climático a largo plazo necesitan un horizonte que considere por lo menos los próximos 100 años, preferiblemente más: la valoración de proyectos tenderá a relacionarse con proyectos a más corto plazo, con una duración cuantificada en decenios (aunque hay algunas excepciones).

Cuadro 2.3 Política de adaptación

Se están desarrollando diferentes marcos políticos en materia de adaptación, como por ejemplo el del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el del Foro Mundial para el Medio Ambiente (GEF) (Lim *et al.*, 2005), "Climate Adaptation: risk, uncertainty and decision-making" (2003) (Adaptación al clima: riesgo, incertidumbre y toma de decisiones) del UKCIP, y otros. Muchos de ellos tienen características comunes. A continuación se muestra un modelo de políticas de adaptación a nivel nacional (Horrocks *et al.*, 2006), construido sobre una síntesis de estos marcos. El proceso comienza por establecer el objetivo de adaptación global, definido en el PECC II "para identificar prácticas positivas, coste/efectivas, en el desarrollo de la política de adaptación y fomentar el aprendizaje. Para responder a los retos que plantea la adaptación, el método desarrollado es circular e iterativo. Propicia que se produzcan aportaciones de sectores específicos y exige el compromiso con diferentes partes interesadas en varias fases de su aplicación.



Fuente: Horrocks *et al.*, 2006. Definición de objetivos para la política de adaptación al cambio climático. Informe para Defra.

Una vez establecido el objetivo principal, deben desarrollarse los objetivos, metas e indicadores de adaptación, que en conjunto representan una serie de posibles indicadores a nivel nacional y de la UE (por ejemplo, para la AEMA). Los indicadores de adaptación están en una fase temprana, está claro que hay dos tipos de indicadores posibles: metas basadas en procesos que constituyen la base para los primeros pasos hacia la adaptación (p. ej., creación de capacidades) y metas basadas en resultados que definen, de hecho, objetivos para realizar un seguimiento y control (resultado explícito o punto final de la adaptación; obsérvese que éstos entrañan más dificultad debido a las escalas de tiempo del cambio climático). En consonancia con la integración, es necesario analizar la forma en que estas metas enlazan con los conjuntos de indicadores existentes.

Para asegurar avances en términos de adaptación				Para comunicación pública	
Sector prioritario A	Objetivo 1	Meta 1.1	Uno o más indicadores para cada meta. Pueden ser • específicos de adaptación y/o • de la cesta (utilizados en su estado real) y/o • de la cesta (modificados) y/o • en forma de lista de comprobación	Grupo de indicadores relevantes seleccionados para el sector A	Objetivo principal 1 (basado en la consolidación de objetivos)
		Meta 1.2			
	Objetivo 2	Meta 2.1			
		Meta 2.2			
		Meta 2.3			
	Objetivo 3	Meta 3.1		Grupo de indicadores relevantes seleccionados para el sector A	Objetivo principal 2 (basado en la consolidación de objetivos)
		Meta 4.1			
	Objetivo 4	Meta 4.2			

Central
Regional/local
Central

Propiedad y responsabilidad

Recuadro 2.4 Aplicación de la adaptación y mala adaptación

En trabajos recientes se ha desarrollado la evolución potencial del ciclo de políticas de adaptación a escala europea mediante un sistema de tres niveles escalonados que gira en torno a: 1) desarrollo de la capacidad, 2) adopción de oportunidades 'no problemáticas' de adaptación y 3) evaluación de otras opciones de adaptación a través de la valoración.

Un elemento crucial de esta última fase de valoración (Watkiss y Downing, 2006a) es el reconocimiento de que blindar todas las actividades humanas contra los efectos del clima mediante la adaptación sería extraordinariamente costoso (y habrá muchos casos en que los beneficios serán sin duda superiores a los costes). En el extremo opuesto se sitúa una política de pasividad, es decir, aceptar los riesgos del cambio climático. La política óptima se encuentra a mitad de camino entre ambos extremos (es decir, una política 'coste/efectiva y proporcionada').

Aunque se ha prestado mucha atención a la eficacia de la adaptación a la hora de reducir la vulnerabilidad al cambio climático y, por consiguiente, a los posibles efectos del mismo, pocas veces se reconoce que, si se hace incorrectamente, las respuestas (de adaptación) pueden, de hecho, agravar los efectos del cambio climático. Esto es la mala adaptación. El IPCC (2001) define la mala adaptación como 'cualquier cambio en sistemas naturales y humanos que incrementa inadvertidamente la vulnerabilidad a los estímulos del cambio climático; una adaptación que aumenta la vulnerabilidad en lugar de reducirla'. Una explicación más pragmática (Downing *et al.*, 2005) se refiere al tipo de acción que puede implicar:

- uso ineficiente de recursos en comparación con otras opciones (por ejemplo, el principio de que todas las medidas deben ser 'a prueba del clima' mediante la adaptación supondría una tasa sumamente elevada para las inversiones actuales que difícilmente generará un valor razonable para el conjunto de la sociedad);
- ineficacia (por ejemplo, basada en escenarios de riesgos climáticos futuros que después no tienen lugar y acciones que no aportan otros beneficios);
- desplazar la vulnerabilidad (de un agente a otro) y/o
- reducir la posibilidad de futuras adaptaciones.

La mala adaptación puede encuadrarse más explícitamente en un marco económico. Si se reducen las consecuencias negativas inducidas por el estímulo climático o se refuerzan las consecuencias positivas una vez descontados los costes de la adaptación, esta última genera beneficios, y viceversa, si la adaptación produce daños, se convierte en mala adaptación. Es importante hacer hincapié en que una adaptación con resultados beneficiosos en una escala temporal y espacial concreta puede convertirse en mala adaptación en un ámbito espacial y temporal diferente.

Sin embargo, tal vez lo más importante sea que la percepción de la función de la economía varía significativamente entre los tres niveles. Una reciente encuesta entre las partes interesadas del Reino Unido (por ejemplo, Watkiss *et al.*, 2006) ha puesto de manifiesto una resistencia considerable por parte de varios consultados a utilizar los valores del coste de la inacción para el análisis de coste-beneficio de políticas climáticas (a largo plazo), pese a que casi todos reconocen la necesidad de alguna forma de análisis de beneficios en este contexto de toma de decisiones. Esto refleja en parte los distintos puntos de vista en materia de evaluación de políticas y ACB, a la vez que pone de relieve que el uso explícito de este

tipo de valores marco para políticas de prevención del cambio climático sigue resultando polémico. De modo similar, muchos expertos discrepan respecto a un marco de optimización puramente económico en el que la mitigación y la adaptación globales se consideren intercambiables. En cambio, muchos menos son los que manifiestan su desacuerdo (por lo menos en principio) con otorgar un papel más relevante al análisis económico, e incluso a la optimización económica, para el diseño de proyectos como por ejemplo de adaptación a escala local. En todos los casos, sin embargo, existen aspectos metodológicos importantes que se detallan en el capítulo siguiente.

3 Aspectos metodológicos

En este capítulo se esbozan los aspectos metodológicos de los cálculos de los costes de la inacción y los costes de la adaptación. El estudio de estos aspectos ha sido uno de las consideraciones prioritarias de los documentos de trabajo utilizados. Comprender estos aspectos metodológicos y su posible influencia sobre el cálculo de los costes es un requisito esencial para avanzar en este campo y cerciorarse de que la información generada sobre los efectos económicos del cambio climático pueda ser efectivamente utilizada en los marcos políticos europeos descritos en el capítulo anterior. En este capítulo se abordan en primer lugar los aspectos metodológicos relacionados con el cálculo de los costes de la inacción (centrándose en las repercusiones del cambio climático), y a continuación se examinan los aspectos adicionales que se plantean a la hora de examinar los costes de la adaptación.

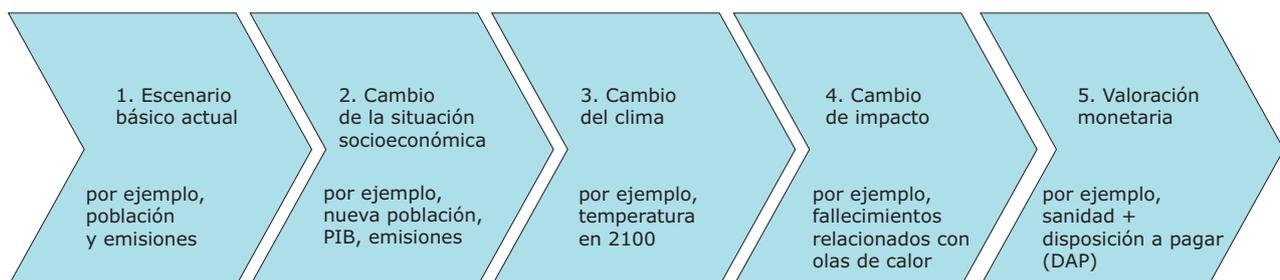
3.1 Cálculo del coste de la inacción

Mientras los costes de las políticas y las medidas de mitigación pueden determinarse con relativa facilidad, los costes económicos de los impactos del cambio climático no son tan fáciles de evaluar. El motivo reside en las dificultades tanto a la hora de calcular los impactos físicos del cambio climático como en su valoración económica.

En general, la evaluación de los costes de la inacción se efectúa mediante una serie de fases integradas (simplificadas en la figura 3.1 y sintetizadas a continuación):

1. Se evalúa el actual escenario climático y socioeconómico de base. Se obtiene así información sobre las ‘existencias en peligro’ (por ejemplo, población, cultivos, etc.);
2. Se modela un escenario socioeconómico para un periodo de tiempo futuro, por ejemplo de 2041 a 2070, para un escenario tendencial (o un escenario alternativo). Se obtienen así las futuras existencias en peligro (es decir, el cambio que experimentará la población a lo largo del tiempo con un clima constante). También se consigue así información sobre tecnología, producción, consumo y emisiones;
3. Además del futuro escenario socioeconómico (punto 2), se añade un escenario climático futuro. Téngase en cuenta que el clima futuro depende también de dicho escenario socioeconómico (el vínculo con las emisiones, las concentraciones atmosféricas y factor de importancia radiativa). Son muchos los parámetros climáticos que es preciso modelar (por ejemplo, la temperatura media, las variaciones de temperatura, la pluviosidad media y temporal), aunque los niveles de confianza asociados a cada uno de ellos varía: mientras la predicción de la temperatura media no suele variar mucho entre los modelos, los cálculos relativos a fenómenos extremos, como la lluvias torrenciales, o el riesgo de inundaciones, son mucho más variables. Por estas razones, en las comparaciones intermedias se utilizan a menudo diferentes modelos o bien un conjunto de resultados de modelos.
4. Se cuantifican los impactos del futuro cambio socioeconómico y del futuro cambio climático (por ejemplo, por categoría de impacto y de sector). Para ello se utilizan normalmente relaciones de efecto físico entre el clima y los impactos (utilizando, por ejemplo, modelos de cultivos para evaluar los efectos de la futura temperatura, las lluvias, las concentraciones de CO₂, etc, sobre la(15) productividad de los cultivos, o mediante la utilización de relaciones derivadas de estudios

Figura 3.1 Posibles pasos en la evaluación de los costes de los impactos del cambio climático (sin mitigación ni adaptación)



epidemiológicos que muestran niveles de efectos sobre la salud con niveles de temperatura dados), o mediante análisis econométricos. El resultado final es un conjunto cuantificado de impactos (divididos preferiblemente en aquellos derivados de la señal socioeconómica cambiante y aquellos derivados de la señal climática cambiante⁽¹⁵⁾).

Aunque están aflorando pruebas de la existencia de relaciones intersectoriales, siguen sin entenderse completamente y en detalle la totalidad de vínculos existentes entre el clima y los impactos. En esta fase debería también tenerse en cuenta la adaptación (autónoma) y, en el marco de un análisis más amplio, la adaptación planificada.

5. Los impactos se evalúan en términos monetarios. La valoración se realiza por lo general desde la perspectiva de la 'disposición a pagar' (DAP). Para algunos efectos, como los daños en los cultivos, pueden utilizarse datos de mercado adecuados. En áreas fuera de mercado se necesitan enfoques alternativos, como por ejemplo una valoración contingente.

Está claro que este tipo de análisis, especialmente cuando se emprende a nivel multisectorial, es sumamente complejo. La mayoría de los cálculos efectuados sobre los costes sociales totales del cambio climático (y especialmente los costes sociales marginales, véase capítulo 3) han utilizado modelos de evaluación integrados (MEI), que combinan los aspectos científicos y económicos del cambio climático con un único marco analítico iterativo (es decir, básicamente combinando los elementos anteriormente citados⁽¹⁶⁾). Dichos modelos presentan la ventaja de contar con un elemento adicional en el que los impactos del clima repercuten en el módulo socioeconómico y por tanto, vinculan las emisiones, el modelado climático, los impactos del cambio climático y la economía (Hope, 2006). Sin embargo, para que los análisis sean manejables, a menudo utilizan un análisis simplificado de proyecciones climáticas (es decir, en lugar de modelos climáticos globales) y relaciones de impacto simplificadas (en lugar de modelos sectoriales) (véase Warren *et al.*, 2006)⁽¹⁷⁾.

Asimismo, es evidente que los costes económicos derivados⁽¹⁸⁾ del cambio climático afectarán a diferentes

personas en distintos sectores, en diferentes lugares y en diferentes momentos (véase Downing *et al.*, 2006), lo cual plantea complejos problemas de agregación y de tratamiento de los costes en diferentes periodos de tiempo y en diferentes ubicaciones geográficas.

Ambas cuestiones explican muchas de las variaciones que constatadas en la bibliografía referida a los costes de la inacción (Tol, 2005). Dada la complejidad del análisis, surgirán diferencias metodológicas en el enfoque utilizado para cuantificar y evaluar los efectos. Sin embargo, también habrá diferencias debido a la elección de los parámetros utilizados para la agregación, y especialmente en relación con el tratamiento de los valores en distintos momentos y ubicaciones (Watkiss y Downing, 2007).

Finalmente, se subraya la existencia de diferentes niveles de acción (y, por tanto, de diferentes definiciones de la 'inacción'). A efectos del cambio climático, por 'acción' se entiende la mitigación y adaptación autónoma o planificada (o cualquiera de estas medidas) y, por tanto, los costes de la inacción pueden remitir a bases de referencia para cada una de ellas⁽¹⁹⁾. Remitiéndonos a los costes totales del cambio climático abordados en el capítulo anterior, se utiliza el mismo enfoque también para cuantificar los costes residuales del cambio climático (es decir, después de cualquier mitigación o adaptación o de todas ellas)⁽²⁰⁾.

Este capítulo se centra en los principales aspectos metodológicos que intervienen en el cálculo de los costes de la inacción, es decir, los costes vinculados a las etapas del diagrama anterior, pero también a la elección de parámetros y a la influencia de éstos sobre los valores. A continuación se procede a debatir dichos valores.

3.1.1 Escenarios

Para el análisis de los futuros daños provocados por el cambio climático, es preciso elaborar hipótesis sobre las futuras condiciones climáticas y sobre los sistemas naturales y sociales potencialmente afectados. Para ello se requieren escenarios. Un escenario es un conjunto de supuestos sobre condiciones futuras que es coherente – internamente coherente – y plausible. El

⁽¹⁵⁾ Es necesario separar el efecto del cambio climático de los efectos que habrían ocurrido de todas formas (a raíz del cambio de condiciones socioeconómicas).

⁽¹⁶⁾ Los IAM para el coste social del cambio climático suelen incluir un módulo de energía/economía/emisiones, un módulo climático y un módulo de impacto/valoración. Éste último analiza los impactos del cambio climático en diferentes sectores, como por ejemplo la agricultura, la salud humana, la elevación del nivel del mar, etc. A menudo consideran explícitamente la adaptación, tanto autónoma como planificada, dentro del marco general.

⁽¹⁷⁾ Algunos modelos no realizan evaluaciones de impacto físico per se, sino que vinculan directamente los cambios del clima con valores económicos utilizando relaciones entre el cambio climático y daños económicos.

⁽¹⁸⁾ El término «costes sociales» se utiliza también como alternativa para indicar que nos referimos a los costes para el conjunto de la sociedad, y no para un grupo determinado de agentes.

⁽¹⁹⁾ Además, las acciones/inacciones con frecuencia no son mutuamente independientes y la inacción en un área (por ejemplo, la mitigación) repercutirá en otros ámbitos de acción (por ejemplo, la adaptación autónoma).

⁽²⁰⁾ Obsérvese que las bases de referencia para los costes totales y marginales pueden diferir: la base de referencia para medir los costes totales a menudo no incluye el cambio climático, mientras que la base de referencia para medir los costes marginales es un índice de referencia del cambio climático, derivado generalmente de uno de los escenarios de emisiones del IPCC.

IPCC distingue entre escenarios climáticos por un lado y escenarios no climáticos por otro (IPCC, 2001: 2007).

Los escenarios climáticos derivan por lo general de experimentos con modelos de circulación global (MCG). Cabe efectuar una distinción importante entre modelos que comparan dos estados de equilibrio climático (por ejemplo, una duplicación de la concentración de CO₂ atmosférico o su equivalente radiativo) o modelos que efectúan un seguimiento dinámico de cambios transitorios de las variables climáticas (utilizando los denominados modelos combinados de circulación global atmosférica/oceánica: AOGCM).

De particular importancia para la evaluación de los daños es la cuestión de la agregación espacial de modelos y escenarios climáticos. Detrás de un simple cambio de la temperatura media global pueden esconderse importantes variaciones regionales. En las evaluaciones de impacto, cabe regionalizar los resultados de los MCG de baja resolución mediante modelos climáticos regionales o mediante métodos estadísticos.

Otra distinción importante es la inclusión en los escenarios climáticos de fenómenos meteorológicos extremos (huracanes, tornados, oleada de tormentas, sequías, inundaciones) y fenómenos de gran impacto menos probables (señales climáticas importantes), como la alteración de la circulación termohalina en el océano Atlántico o el colapso de la cubierta de hielo en el Antártico occidental (Lenton *et al.*, 2006: IPCC, 2007b). Estos últimos tipos de escenarios presentan un grado de incertidumbre muy superior al de los escenarios para un cambio climático 'medio' (véase a continuación la discusión sobre incertidumbre y alcance).

Los escenarios no climáticos giran en torno a escenarios socioeconómicos, pero abarcan también el uso y la cobertura del suelo. Estos escenarios no climáticos son importantes ya que determinan la vulnerabilidad de los sistemas sociales y económicos al cambio climático en el futuro (es decir, cuando se produzca el cambio climático). En consonancia con el modelo anterior, describen los cambios de las 'existencias en peligro' con respecto al tamaño y a la consiguiente sensibilidad al cambio climático, la adaptabilidad y la vulnerabilidad. Téngase en cuenta que el escenario socioeconómico futuro puede aportar un cambio significativo en términos de vulnerabilidad o exposición, aún cuando el clima no cambie en el futuro: por ejemplo, el impacto de fenómenos extremos, como inundaciones o tormentas, vendrá determinado por la creciente abundancia de infraestructura potencialmente afectada, pero también por cambios en relación con la ubicación (por ejemplo,

la edificación en zonas sumamente expuestas al riesgo de inundación). Estos cambios socioeconómicos pueden influir en la magnitud de los impactos provocados por el cambio climático y pueden afectar incluso a los signos (+/-) de los daños. Existen también fuertes vínculos entre el desarrollo socioeconómico y la adaptación (comentados más abajo).

Los escenarios socioeconómicos determinan también las emisiones globales de GEI que generan el conjunto de escenarios de emisiones utilizados en los MCG. En los estudios que hacen uso de escenarios no climáticos, puede efectuarse una distinción entre los estudios que utilizan escenarios exógenos (externos) y los estudios que aplican un modelo de evaluación integrado (MEI) para generar valores de escenarios.

3.1.2 Procedimiento de valoración

Como se ha señalado anteriormente, es necesaria toda una gama de procedimientos para la plena valoración económica del cambio climático. Ciertos valores pueden basarse directamente en valores de mercado (por ejemplo, cultivos en los que los valores de las cosechas conocidas de antemano pueden servir para computar el daño ambiental), mientras que otros valores pueden basarse indirectamente en los precios de mercado de productos o servicios sustitutivos (por ejemplo, los costes de fuentes de combustible alternativas que sustituyan la pérdida de madera por causa de la deforestación). En ambos ejemplos, los precios de mercado proporcionan una indicación directa o indirecta de los efectos del cambio climático.

La valoración plantea, no obstante, dificultades mucho más grandes. En primer lugar, encontrar futuros precios de mercado que sean coherentes con el escenario socioeconómico subyacente, como por ejemplo el precio futuro de las cosechas (conocidas de antemano), puede aumentar a medida que escasee el suelo cultivable productivo debido al cambio climático y al cambio en el uso del suelo. En segundo lugar, proporcionar valoraciones cuando no existan valores de mercado, como es el caso de la salud humana o los ecosistemas no comerciales.

Las técnicas para la valoración de los efectos de no mercado (OCDE, 2006) se clasifican generalmente en métodos derivados de las 'preferencias reveladas' y en valores basados en las 'preferencias declaradas'⁽²¹⁾. Los métodos de 'preferencia revelada' calculan la valoración indirectamente sirviéndose de las relaciones entre bienes ambientales y gastos en bienes de mercado. Entre los ejemplos típicos figuran los precios hedonistas y el método de comportamiento

⁽²¹⁾ También se han utilizado otros enfoques. En muchos estudios económico-ambientales más antiguos se han utilizado costes marginales de reducción como factor aproximado de daños ambientales, partiendo de la hipótesis de que las decisiones políticas revelan el precio que la sociedad está dispuesta a pagar por las mejoras ambientales. Una de las alternativas ha consistido en valorar los activos ambientales utilizando los costes necesarios para proteger o sustituir estos activos. Ninguno de los dos criterios es recomendable porque no se basan en la teoría del bienestar económico (y pueden generar otros problemas en contextos analíticos).

preventivo. Los métodos de 'preferencia declarada' utilizan cuestionarios estructurados para consultar directamente a las personas su DAP por el activo medioambiental⁽²²⁾. El método de valoración contingente (MVC) es la principal técnica perteneciente a esta categoría.

Este tipo de cálculos de no-mercado se derivan normalmente de estudios o encuestas de valoración preliminares que generan valores específicos para unas condiciones y ubicaciones concretas. Puesto que no es posible realizar estos estudios preliminares para todas las ubicaciones ni para condiciones futuras, los valores unitarios se aplican más generalmente a diferentes regiones o periodos, una técnica denominada 'transferencia de beneficios'. Esto implica la transferencia de unidades de valor, por ejemplo, mediante el ajuste de cálculos de la DAP en función de los ingresos, o la transferencia de la función de valoración completa mediante meta análisis para incluir otros factores socioeconómicos y demográficos (véase Navrud, 2007). Prácticamente todos los estudios sobre el impacto económico del cambio climático se basan en la transferencia de beneficios; esto es necesario porque el cambio climático es un fenómeno futuro sobre el que no existen todavía datos disponibles.

3.1.3 Efectos directos e indirectos

Los impactos económicos del cambio climático pueden dividirse en directos e indirectos.

- Los directos se refieren a los efectos primarios del cambio climático en la producción y el consumo.
- Los impactos indirectos reflejan cambios en la producción o el consumo del conjunto de la economía a través de los efectos sobre los precios relativos, incluidos los precios de los factores (ingresos). Esto requiere evaluar la forma en que los impactos del cambio climático afectarán a otros sectores o regiones (diferentes de las que han recibido el impacto inicial) y las realimentaciones entre sectores.

En la mayoría de los estudios se han calculado sólo los costes directos, en el supuesto de que los efectos indirectos serían despreciables. Con independencia

de que se usen técnicas de mercado o de no-mercado, los impactos se evalúan multiplicando un 'precio' por una 'cantidad' (por ejemplo, precio del suelo por km² multiplicado por área de suelo perdido; valor de vida estadística multiplicado por los casos de mortalidad adicionales, etc.).

Los costes indirectos son más difíciles de evaluar debido a la necesidad de modelar interdependencias sectoriales, pero pueden realizarse utilizando un enfoque de equilibrio parcial o general⁽²³⁾.

En un número limitado de estudios se ha utilizado un enfoque de equilibrio parcial para los efectos del cambio climático que incluye los efectos indirectos en el sector o mercado en cuestión, pero que no tiene en cuenta efectos económicos más generales. Hasta hace poco no se han aplicado los análisis del equilibrio general a la modelización de los impactos del cambio climático (se han utilizado más en análisis de la mitigación). Varios estudios recientes han analizado las implicaciones económicas generales de la elevación del nivel del mar, de fenómenos extremos y de los impactos del cambio climático en el turismo y la salud. Éstos indican que los efectos indirectos del cambio climático pueden tener efectos tanto positivos como negativos sobre la economía⁽²⁴⁾ y que provocarán también cambios en la distribución de ganancias y pérdidas, es decir, mientras que los costes directos se limitan a los sectores directamente afectados, los mercados extenderían el impacto a sus proveedores, clientes y competidores del sector financiero.

3.1.4 Agregación temporal (descuento)

Los costes económicos del cambio climático, y también los costes de la mitigación y la adaptación, se generan en diferentes periodos del futuro. Las medidas de mitigación y adaptación suelen aplicarse a corto y medio plazo, mientras que muchos de los beneficios de la política de prevención del cambio climático se producen a más largo plazo.

Para comparar directamente los costes y beneficios económicos se utiliza normalmente una técnica denominada de 'descuento', que expresa todos los costes económicos en un año común tomado como

⁽²²⁾ Teóricamente existe una distinción adicional entre la disposición a pagar (DAP) y la disposición a aceptar compensaciones (DAAC/DAA) como una medida de la pérdida de bienestar. Estudios empíricos demuestran que la DAA puede ser hasta 20 veces mayor que la DAP. Desde la perspectiva de la política climática, la diferencia es potencialmente importante. Todos los estudios climáticos actuales utilizan la DAP.

⁽²³⁾ Los enfoques/modelos de equilibrio parcial se construyen en torno a uno (o varios) sectores específicos de la economía. La ventaja de estos modelos es que favorecen un grado de desagregación relativamente alto y una representación detallada de los factores económicos e institucionales específicos. El inconveniente radica en la incapacidad para captar los efectos en otros mercados o reacciones de otro tipo. Los enfoques de equilibrio general (y los modelos de equilibrio general computables, EGC) tienen en cuenta todos los sectores de la economía y los vínculos entre ellos. La ventaja es que permiten extrapolar los efectos de un sector a todos los demás (es decir, el sistema económico en su conjunto, por ejemplo, de un impacto local al contexto global, a través de cambios de precios y cantidades y viceversa). La debilidad de los modelos EGC radica en los supuestos, el calibrado y la falta de una representación vertical detallada.

⁽²⁴⁾ Por ejemplo, una pérdida de suelo debida a la elevación del nivel del mar reduciría la productividad general de la economía; es un ejemplo de efecto negativo que no se refleja en el (cambio del) precio del suelo. En estos casos, los costes directos subestiman el impacto económico real. Sin embargo, los costes directos ignoran también que los mercados se adaptarían para minimizar los efectos adversos; por ejemplo, una pérdida de la producción agrícola podría compensarse mediante un incremento de las importaciones. Como cualquier adaptación, contribuiría a reducir el impacto negativo directo, al menos a corto plazo.

base. El descuento es diferente de la inflación y se basa en el principio de que, en general, las personas (y la sociedad) prefieren recibir productos y servicios ahora en lugar de más adelante y también en que los costes y beneficios del futuro son menos relevantes porque afectan a unos ingresos previstos más elevados. Para convertir los costes económicos en 'valores presentes' se utiliza un tipo de descuento.

La cuestión del descuento es especialmente importante en el análisis económico del cambio climático porque contempla marcos temporales muy prolongados. La elección del tipo de descuento adecuado, sin embargo, ha sido objeto de controversia y de un acalorado debate tanto en círculos académicos como políticos. Aunque se utilizan tipos de descuento estándar para la evaluación de proyectos y políticas en toda Europa⁽²⁵⁾, el debate se ha centrado en fijar los valores más adecuados para el cambio climático⁽²⁶⁾. Este cambio tiene algunos atributos que lo hacen único (o cuando menos inusual); abarca escalas de tiempo muy amplias, análisis de costes y beneficios para todas las regiones del mundo, problemas intergeneracionales e intrageneracionales y el posible análisis de cambios no marginales (catastróficos) en la sociedad. Los detalles del descuento se explican en el recuadro 3.1.

La elección del tipo de descuento influye drásticamente en los costes económicos del cambio climático (Tol, 2005; Downing *et al.*, 2006). En escenarios de cambio climático moderado, el cambio provoca muchas veces una mezcla de impactos positivos y negativos a corto y medio plazo, con una tendencia a producir impactos predominantemente negativos a largo plazo. Un tipo de descuento más alto conduce a costes económicos más bajos (porque los efectos negativos futuros se reducen mediante el descuento).

En muchos estudios se utiliza un tipo de descuento social (como el aplicado por los gobiernos en su política pública) en lugar de un tipo de inversión privada del sector industrial. En estudios más recientes (por ejemplo, Tol, 2006; Hope, 2006) suelen utilizarse supuestos explícitos sobre el crecimiento en cada una de las regiones del mundo y se consideran valores alternativos sólo para la tasa pura de preferencia temporal (*Pure Rate of Time Preference*, PRTP). Suelen aplicarse valores de la PRTP que oscilan entre el 0% y el 3%. Obsérvese que cuando los estudios utilizan una PRTP del 0%, siguen aplicando un descuento, pero solamente para tener en cuenta la riqueza añadida de futuras generaciones.

Recuadro 3.1 Descuento

El tipo de descuento utilizado en la evaluación de la política pública es una tasa social de preferencia temporal (TSPT). Ésta se define como el valor que la sociedad da al consumo presente frente al consumo futuro y se basa en comparaciones de la utilidad (un término económico que se refiere a la satisfacción total que se obtiene al consumir un producto o servicio) a lo largo de diferentes momentos o de diferentes generaciones. Se compone de dos elementos:

- el tipo con el que las personas descuentan el consumo futuro respecto al consumo actual en el supuesto de un nivel de consumo *per cápita* constante en el tiempo. Es lo que se denomina «tasa pura de preferencia temporal» (PRTP);
- un elemento adicional relativo al crecimiento del consumo *per cápita* en el tiempo, reflejando el hecho de que en estas circunstancias implican que el consumo futuro será más abundante comparado con la posición actual y, por tanto, tendrá una utilidad marginal menor. Este efecto se representa mediante el producto del crecimiento anual en consumo *per cápita* (g) y la elasticidad de la utilidad marginal del consumo (i) respecto a la utilidad.

La TSPT es la suma de los dos componentes

$$TSTP = PRTP + i \times g$$

En Europa se aplica normalmente una tasa pura de preferencia temporal del 1,5 o 2% y, con valores típicos del 2% para g (crecimiento) y 1 para i (por tanto, un incremento marginal del consumo de una generación que consume el doble que la actual reducirá la utilidad a la mitad), el tipo de descuento social resultante es del 3,5% a 4%.

Fuente: Adaptado de HMT, 2006.

⁽²⁵⁾ Por ejemplo, la guía de evaluación de impacto de la CE recomienda un tipo de descuento del 4%.

⁽²⁶⁾ En la bibliografía se distingue entre enfoque prescriptivo y enfoque descriptivo. El enfoque prescriptivo de descuento empieza por indagar el modo en que deberían realizarse los compromisos entre generaciones presentes y futuras, mientras que el enfoque descriptivo analiza en primer lugar las opciones reales de las personas que incluyan compromisos en el tiempo; a efectos prácticos, significa que el enfoque prescriptivo aboga por un tipo de descuento más bajo que el descriptivo.

Recientemente se ha reconocido que el tipo de descuento no debería ser constante en el tiempo, sobre todo si los periodos son muy largos, sino que ha de disminuir con el tiempo. Los tipos de descuento ‘decrecientes’ tienen la ventaja de que las decisiones a corto plazo (por ejemplo, inversiones en educación y pensiones) pueden basarse en tipos de descuento relativamente altos, mientras que las decisiones a largo plazo (por ejemplo, reducción de gases de efecto de invernadero) pueden utilizar tipos más bajos. Algunos países miembros de la AEMA (por ejemplo, el Reino Unido) han aplicado ya tipos de descuento decrecientes para evaluaciones políticas convencionales (véase HMT, 2006). Los costes marginales de los daños del dióxido de carbono son más altos con tipos de descuento decrecientes (Downing *et al.*, 2005).

Otro elemento, en parte relacionado con el descuento, es el horizonte temporal elegido en el estudio. La ampliación del horizonte temporal, incluso con descuento, puede aumentar considerablemente el coste económico del cambio climático, entre otras cosas porque refleja algunos de los mayores impactos del futuro lejano. Si la escala temporal se limita –aunque sea a los próximos 100 años–, se obtiene solamente una visión parcial de los futuros efectos del cambio climático (aunque la predicción del clima y del escenario socioeconómico en esta escala de tiempo es sumamente compleja). Muchos de los MEI más recientes amplían la escala de tiempo para los análisis hasta mucho después de 2100⁽²⁷⁾.

3.1.5 Agregación espacial (equidad y efectos distributivos)

Del mismo modo que los efectos del cambio climático se producen en épocas distintas, también lo hacen en lugares diferentes.

La reciente Cuarta Evaluación del IPCC (GT II, resumen para los responsables políticos del GTII, IPCC, 2007b) deja claro que el futuro cambio climático tendrá impactos mixtos en las diferentes regiones. Hoy en día se da por supuesto que la mayoría de los daños provocados por el cambio climático (por lo menos de corto a medio plazo) los sufrirán los países en desarrollo (por ejemplo, véase IPCC, 2001; Stern, 2006; IPCC, 2007b). Existen varios motivos para ello. Se prevé que muchos de los cambios más graves tendrán lugar en estos países: sus economías se basan en gran medida en actividades sensibles al clima,

muchos se mueven cerca de los umbrales de tolerancia ambiental y climática y su capacidad de adaptación puede chocar con limitaciones técnicas, económicas e institucionales (Tol *et al.*, 2004). Los efectos más graves los sufrirán probablemente las capas de población más pobres de estos países y posiblemente acentuarán las desigualdades en el estado de salud y en el acceso a alimentación adecuada, agua potable y otros recursos.

Existe una preocupación creciente sobre la mejor forma de comparar los daños económicos del cambio climático entre países con grados de impacto y niveles de renta muy diferentes. Una estimación agregada de los costes económicos del cambio climático implica inevitablemente la combinación de beneficios y pérdidas entre ganadores y perdedores de diferentes regiones (Eyre *et al.*, 1999). La forma de hacerlo influirá en gran medida en los costes de inacción resultantes.

Igual que sucede con el descuento, esta cuestión ha sido uno de los principales motivos de conflicto en el debate sobre la valoración del cambio climático y no se ha consensuado todavía un procedimiento adecuado. El valor de los bienes públicos afectados por el cambio climático, por ejemplo, puede variar según el país. Una aplicación económicamente correcta de técnicas de valoración puede proporcionar, por ejemplo, estimaciones del valor de una vida estadística que sería 20 veces más alta en Europa que en Bangladesh, una circunstancia que plantea un conflicto ético.

Existen varias formas de abordar estos posibles problemas. Una consistiría en aplicar ponderaciones distributivas (ponderaciones de equidad), que permiten ajustar el impacto de una política en el bienestar de una persona en función de su renta; el razonamiento es que un euro extra aportará más beneficio a una persona necesitada que a una pudiente (o a la inversa, la pérdida de un euro afectará más a quien menos tiene). El uso de ponderaciones de equidad aumenta los costes económicos agregados del cambio climático porque hace más hincapié en los impactos (mayores) que se producen en los países en desarrollo. Sin embargo, no hay consenso sobre si la ponderación de equidad debe aplicarse al cambio climático y cuál es el mejor procedimiento⁽²⁸⁾. Por consiguiente, el procedimiento ‘correcto’ puede variar también en función de la perspectiva y la aplicación de políticas (véase Watkiss *et al.*, 2006)⁽²⁹⁾.

⁽²⁷⁾ El modelo FUND (Tol, 2006), por ejemplo, sitúa el horizonte temporal en el 2300 y el modelo PAGE (Hope, 2006) lo fija en el 2200. El efecto de los principales impactos más allá del año 2100 puede ser significativo en los resultados generales (por ejemplo, véase Hope, 2006).

⁽²⁸⁾ En un marco puramente utilitario, la ponderación de equidad se basa en la utilidad marginal decreciente del consumo. En la bibliografía se utiliza generalmente un valor $\epsilon = 1$. Algunos autores subrayan el hecho de que esto no se corresponde con la tasa actual de gasto en ayuda extranjera ni tampoco con la acción sobre otras políticas en las áreas de agricultura, comercio, etc. (por ejemplo, Pearce, 2003).

⁽²⁹⁾ Surgen varias cuestiones adicionales. En primer lugar, las ponderaciones de capital de cada periodo se basan en las tasas de crecimiento supuestas en diferentes países y en la asunción de una convergencia de las rentas *per cápita*. Asumiendo la convergencia, el impacto de las ponderaciones equitativas se reduce significativamente en el futuro si se compara con la desigualdad actual de los ingresos. La solución puede ser una ponderación de capital dinámica (o variable en el tiempo). En segundo lugar, existen interrelaciones potenciales entre el tipo de descuento y la ponderación de capital porque la elasticidad de la utilidad marginal del consumo aparece en ambos enfoques.

3.1.6 Incertidumbre e irreversibilidad

El cambio climático es incierto. Esto se debe, en parte, a nuestra falta de conocimiento sobre el cambio climático y sus impactos y también a que este cambio tendrá lugar en el futuro, a causa de las emisiones futuras, y dejará sentir sus efectos en un mundo futuro. Tal vez las investigaciones y observaciones futuras reduzcan esta incertidumbre, aunque también pueden producirse sorpresas que la incrementen.

Al examinar la variación del modelo y del clima, un aspecto sumamente importante de la incertidumbre es la sensibilidad del clima, es decir, el calentamiento previsto si se duplican las concentraciones de dióxido de carbono⁽³⁰⁾. Aunque es todavía incierto, este parámetro vincula los escenarios de emisión de gases de efecto de invernadero con el cambio de temperatura y tiene una importancia extraordinaria en el análisis de conjunto. En el último informe del GT1 del IPCC se apunta que la sensibilidad del clima 'se sitúa probablemente entre 2 y 4,5 °C, con una estimación óptima de aproximadamente 3 °C, siendo muy poco probable que sea inferior a 1,5 °C (aunque no pueden excluirse valores notablemente superiores a 4,5 °C' (IPCC, 2007a). La sensibilidad climática supuesta, o la consideración del margen de incertidumbre, puede alterar significativamente los resultados (de hecho, algunos MEI demuestran que este parámetro influye en la magnitud de los resultados más que cualquier otro parámetro de entrada (Hope, 2006)).

El aprendizaje y la irreversibilidad desempeñan una función crucial en la forma de manejar la incertidumbre. Si un efecto es irreversible (por ejemplo, la extinción de especies), podemos intentar evitarlo con independencia de lo incierto que sea y de lo que pueda averiguarse en futuras investigaciones (según el 'principio de precaución'). Por el contrario, los sucesos que pueden o no ocurrir en un futuro lejano, pero cuyas consecuencias pueden paliarse cuando se pongan de manifiesto, probablemente no nos preocuparán tanto. El concepto de sucesos climáticos de gran envergadura (Schellnhuber *et al.*, 2005; Lenton *et al.*, 2006), denominados a menudo sucesos irreversibles importantes o 'puntos de inflexión' en la bibliografía sobre el clima, es sin lugar a dudas uno de los aspectos que más preocupan a escala mundial en relación con el cambio climático. Son estas preocupaciones precisamente las que han llevado (por ejemplo, Chichilnisky, 2000; Azar y Lindgren, 2003; Tóth 2000) a la conclusión de que el marco de valoración preferido para un problema a muy largo plazo como es el cambio climático, con inercias muy grandes en el sistema biogeofísico (que impide la corrección rápida de errores) y la posibilidad de cambios extremos e irreversibles en el

sistema climático, puede que no sean los análisis de coste-beneficio, sino los análisis de coste-efectividad respecto a un objetivo climático determinado (o una 'ventana climática tolerable').

Algunos de los aspectos de la incertidumbre pueden incorporarse a los análisis económicos mediante la aversión al riesgo, que determina qué peso damos a las sorpresas negativas. Un responsable político indiferente al riesgo compensaría las sorpresas negativas con las positivas, pero no así un responsable político con aversión al riesgo. La inclusión de la aversión al riesgo aumenta los costes económicos del cambio climático.

Una cuestión relevante es que si se ha realizado un análisis del riesgo o de la incertidumbre para la valoración del cambio climático, la distribución resultante está muy sesgada a la derecha (véase Tol 2005, Downing *et al.*, 2006), es decir, la media es mucho más alta que la mediana (porque las sorpresas agradables son menos probables que las desagradables). Este último punto es importante porque los valores señalados de los costes de la inacción pueden variar según el criterio de medición utilizado para expresar la tendencia principal (media o mediana).

Un último aspecto que suele considerarse junto con las otras cuestiones más amplias es la posibilidad de sustitución. Es importante comprender que las estimaciones agregadas de los costes económicos tienen compensaciones implícitas, es decir, entre diferentes regiones o entre diferentes efectos positivos y negativos. El uso de un solo valor agregado implica que se asume una sustitución entre categorías de impacto. Los modelos existentes asumen sustitución plena, es decir, entre categorías de impacto muy diferentes (denominada sostenibilidad débil). Esto significa que el coste económico agregado es el resultado neto de las pérdidas, por ejemplo, por daños a los ecosistemas naturales, frente a las ganancias, por ejemplo, de la reducción de la energía necesaria para calefacción. Es evidente que las diferentes partes interesadas tendrán diferentes puntos de vista sobre la conveniencia de la sustitución. Por lo menos, parece razonable que los trabajos futuros muestren el saldo de los efectos positivos y negativos por regiones (más que simples valores globales) para ayudar a analizar estas cuestiones.

3.1.7 Cobertura/integridad

El cambio climático se compone de muchos tipos de parámetros climáticos que, a su vez, influyen de diferentes modos en múltiples sectores (de mercado y de no-mercado), lo que nos remite a la cuestión de la cobertura (o completitud). Está claro que los diferentes cálculos de los costes del cambio climático se basan

⁽³⁰⁾ La sensibilidad climática de equilibrio es una medida de la respuesta del sistema climático a una radiación forzada sostenida. No es una proyección, sino que se define como el calentamiento medio global de la superficie a raíz de la duplicación de las concentraciones de dióxido de carbono (IPCC, 2007).

en distintos tipos de efectos climáticos e incluyen diferentes impactos en sectores variados. Para estudiar la coherencia de los cálculos, es necesario evaluar la cobertura del estudio.

Trabajos recientes (Downing y Watkiss, 2003; perfeccionado en Downing *et al.*, 2005; Watkiss *et al.*, 2006) han encuadrado la cuestión de la cobertura en una matriz de riesgos (véase la figura 3.2 inferior) basándose en:

- 1) los diferentes tipos de impactos del cambio climático y su incertidumbre, que abarcan:
 - impactos que pueden predecirse con relativa fiabilidad (por ejemplo, temperatura media);
 - impactos cuya predicción es más incierta y cuyos modelos dan muchas veces resultados diferentes (incluso de signo diferente), como ocurre con las estimaciones de niveles de precipitaciones regionales o de la frecuencia o magnitud de sucesos extremos;
 - impactos cuya predicción es sumamente incierta, sobre todo en torno a los principales ‘puntos de inflexión’ comúnmente identificados (disrupciones climáticas generales).
- 2) la incertidumbre de la valoración, que abarca:
 - efectos de mercado (por ejemplo, cálculos derivados de mercados como la energía y la agricultura);
 - efectos de no-mercado (por ejemplo, estimaciones relativas a la salud y los ecosistemas);
 - una subcategoría de efectos de no-mercado (denominada efectos socialmente contingentes), definida como una dinámica a gran escala relacionada con los valores humanos y la equidad, que están muy infrarrepresentados en

los valores actuales del coste, por ejemplo, de conflictos regionales, hambrunas y pobreza.

La representación de las estimaciones de la bibliografía en esta matriz muestra grandes diferencias de cobertura entre los estudios y revela que la mayoría de ellos se centran en el área superior izquierda, que refleja los daños de mercado debidos a sucesos predecibles. Unos pocos estudios evalúan los daños de no-mercado y sólo unos pocos (estudios de exploración) han tenido en cuenta importantes sucesos catastróficos.

Todos los estudios actuales de los costes de la inacción son incompletos porque ninguno abarca todos los efectos del cambio climático para todas las categorías de impacto, aunque desconocemos en qué medida (porque se desconocen la probabilidad y las consecuencias de muchas de las casillas de la matriz). Aunque las categorías que faltan probablemente incluirán efectos positivos y negativos, la opinión generalizada es que los efectos que faltan comportarán probablemente un saldo neto de daños que podrían ser muy importantes. Una clara prioridad para la investigación es estudiar los elementos que faltan de la matriz de riesgos para aportar las pruebas que faltan.

3.1.8 Adaptación

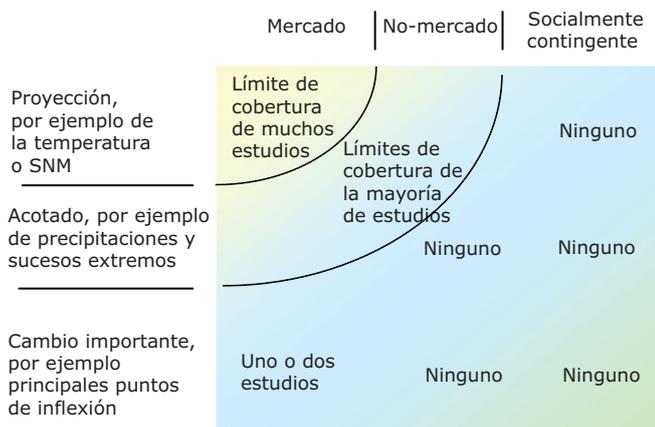
La adaptación constituye una parte importante de los costes de la inacción. Se incluye en muchas evaluaciones básicas de los costes de la inacción como, por ejemplo, en los resultados del MEI (incluso con escenarios sin mitigación) y tiene un fuerte efecto reductor de dichos costes (por ejemplo, Hope, 2006).

Sin embargo, la adaptación es difícil de reflejar debidamente en la evaluación de impacto. El grado en que se tiene en cuenta la adaptación y los tipos de adaptación incluidos influyen, por tanto, en las estimaciones. Muchos estudios de impacto consideran solamente la adaptación autónoma (Warren *et al.*, 2006), es decir, las adaptaciones que tienen lugar sin intervenciones políticas explícitas de los gobiernos. No obstante, los gobiernos ya han emprendido y comenzado a aplicar políticas de adaptación mucho antes de que ocurra un cambio climático crítico.

Está claro que diferentes objetivos de adaptación generan diferentes costes e impactos residuales. Se utilizan diferentes enfoques para modelar la adaptación (por ejemplo, análogos espaciales, optimización microeconómica), pero todos suelen subestimar o sobreestimar su eficacia y sus costes (Tol, 2005).

Dada la variedad de tipos de adaptación existentes (con arreglo a las definiciones dadas) y la complejidad de los distintos tipos de adaptación a diferentes parámetros climáticos en diversos sectores, no sorprende que la adaptación no se aborde siempre de

Figura 3.2 Cobertura de los costes económicos marginales del cambio climático respecto a la matriz de riesgos



Fuente: Adaptado de Watkiss *et al.*, 2006.

modo coherente en todos los estudios⁽³¹⁾. Según se ha comentado más arriba, no siempre es posible hacer una distinción clara entre la adaptación al cambio climático y los impactos del mismo.

Mientras que las cuestiones relativas a la previsión de beneficios de las políticas de adaptación (a saber, la reducción de los costes de la inacción) guardan relación con el comentario que antecede, hay una cuestión adicional relativa a la adaptación y sus costes, que se analiza con más detalle en el apartado siguiente. .

3.2 Los costes de la adaptación

En este apartado se describen los aspectos económicos de la adaptación, tanto en relación con los costes de la inacción agregados (arriba) como con los costes de la adaptación. Muchos de los factores anteriormente señalados con respecto a los costes de la inacción también son relevantes para la adaptación, aunque también pueden darse diferencias, como por ejemplo:

- Escenarios. El escenario elegido influirá mucho en la adaptación (a través de la variación de la vulnerabilidad, los niveles de impacto y la capacidad de adaptación). Existen asimismo fuertes vínculos entre la adaptación y las tendencias socioeconómicas, como la capacidad de compaginar un aumento de la adaptación con el desarrollo, de forma que el grado y tipo de adaptación (por ejemplo, planificada o autónoma, pública o privada) dependerá del tipo de escenario socioeconómico supuesto. Los tipos de análisis necesarios para combinar clima, situación socioeconómica y adaptación se detallan en el recuadro 3.2.
- Procedimiento de valoración y efectos indirectos. Igual que ocurre con los costes de la inacción, la adaptación puede generar costes directos e indirectos potencialmente importantes.
- Variación en el tiempo (descuento). El valor actual de la adaptación depende del tipo de descuento. En el caso de la adaptación, sin embargo, la función del descuento suele ser menos controvertida porque los costes y beneficios de las medidas de adaptación están normalmente menos alejados en el tiempo.
- Variación geográfica (equidad). Del mismo modo, los costes y beneficios de la adaptación suelen producirse en la misma región. Por tanto, no es necesario comparar entre regiones desarrolladas

y en desarrollo. Téngase en cuenta, sin embargo, que continúan existiendo efectos distributivos de la adaptación (que se comentan más abajo).

- Incertidumbre e irreversibilidad/cobertura. Los mismos elementos de incertidumbre que afectan a los costes de la inacción afectan también a la adaptación. En teoría, las medidas de adaptación han de analizarse para todos los parámetros climáticos, todos los sectores y toda la matriz de riesgos (por ejemplo, para sucesos predecibles y extremos). Hoy en día, los análisis se limitan a unos pocos sectores para los resultados climáticos más predecibles.

No obstante, hay otros aspectos metodológicos adicionales relacionados con la adaptación que se comentan a continuación.

3.2.1 Tipos de adaptación

Todos los sistemas naturales y sociales están adaptados, en mayor o menor grado, a los climas en que ocurren. El cambio climático ejerce nuevas presiones sobre estos sistemas. En los ecosistemas naturales, éstas se traducirán en nuevas presiones de selección que influirán en las probabilidades de supervivencia relativas de las especies. En los sistemas sociales también se manifestarán en forma de presiones selectivas, pero además existirán posibilidades de innovación y cambio conforme las personas y organizaciones se ajusten a las nuevas condiciones climáticas (Berkhout, 2006).

Las personas, los hogares y las empresas realizarán muchos de estos ajustes en el ámbito privado y probablemente generarán sobre todo beneficios propios. Sin embargo, el carácter de bien público de algunos tipos de adaptación hará que éstos sean insuficientemente atendidos en los mercados privados. Desde una perspectiva económica, ésta es la principal razón para que los gobiernos presten servicios de adaptación.

Como se ha apuntado más arriba en el capítulo de definiciones, diferenciamos entre adaptación autónoma y planificada⁽³²⁾, pero haciendo hincapié en que ambas son relevantes. Obsérvese que los servicios de adaptación pública planificada incluyen cambios de importantes infraestructuras y de normas y reglamentos que proporcionarán a las entidades privadas libertad e incentivos para adaptarse (facilitando la adaptación o mejorando la capacidad de adaptación).

⁽³¹⁾ En la agricultura, por ejemplo, algunos estudios consideran que el objetivo (implícito) de la adaptación es conservar los patrones de cultivo actuales, mientras que otros aspiran a mantener los ingresos actuales de los agricultores o ajustar las prácticas vigentes de la forma más eficiente.

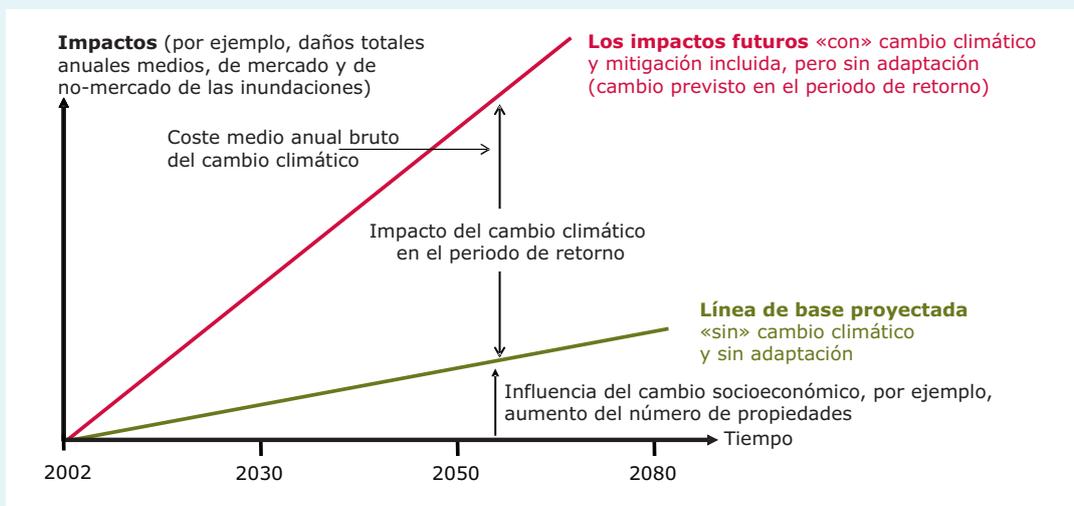
⁽³²⁾ La distinción entre adaptación autónoma y planificada puede ser confusa. En primer lugar, a menudo la adaptación autónoma y la planificada coexisten. En segundo lugar, los comportamientos adaptativos que caracterizan los sistemas socioeconómicos son implantados muchas veces por agentes económicos racionales o informados que persiguen estrategias específicas. Sin embargo, a menos que estas estrategias sean el resultado de un plan elaborado por una agencia o administración pública, se consideran autónomas.

Cuadro 3.2 Estudio de un marco económico para la adaptación de proyectos

De cara a la adaptación es importante tener claros los diferentes elementos que se necesitan para un análisis económico completo. Los gráficos siguientes ponen de relieve el enfoque idóneo para analizar los costes y beneficios de la adaptación. Indican que el análisis es un enfoque compuesto de dos fases: identificación de los efectos de la señal socioeconómica (y diferenciación respecto a la señal climática) y estudio de la reducción neta que puede conseguirse mediante la adaptación, en relación con los efectos residuales del clima

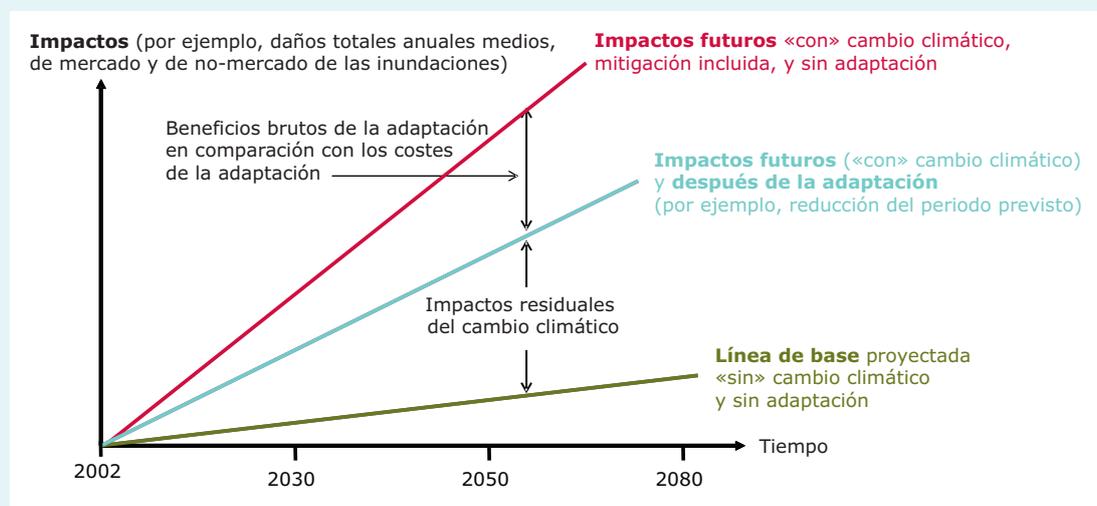
Antes que nada es preciso analizar la contribución de la señal climática y socioeconómica (sin adaptación), tal como se ilustra en el gráfico siguiente en relación con un cambio del periodo de retorno y los impactos de las inundaciones: el cambio del trasfondo socioeconómico en el tiempo (en verde) se combina con la señal climática para obtener los impactos globales futuros (en rojo).

Ajuste en función del cambio socioeconómico y cálculo de los costes totales de la inacción



Aunque la adaptación reduce los impactos totales, representados abajo mediante la línea de color rosa, no anula completamente todas las secuelas. Los beneficios brutos de la adaptación son los impactos evitados, pero continuarán existiendo impactos residuales del cambio climático (el coste de los impactos del cambio climático después de la adaptación).

Costes y beneficios de la adaptación



Fuente: Boyd R. y Hunt A. (2006) Climate Change Cost Assessments Using the UKCIP Costing Methodology. Revisión para el Informe Stern.

Sin adaptación, los costes del cambio climático serían bastante más altos. Pese a todo, la adaptación genera costes⁽³³⁾.

Está cada vez más claro que es necesario comprender el proceso de adaptación junto con una cuantificación fiable de sus costes y beneficios. Ignorar la capacidad de adaptación de los sistemas naturales y socioeconómicos puede llevar a sobreestimar gravemente los costes de la mitigación y los daños residuales, mientras que las hipótesis demasiado optimistas sobre los costes de la adaptación pueden sesgar a la baja el coste total del cambio climático. La evaluación de los costes y beneficios de la adaptación también es relevante desde una perspectiva política. En un mundo en que reina la escasez, los recursos deben asignarse de modo eficiente entre diferentes estrategias de adaptación y entre estrategias de adaptación y mitigación. Esto solamente es posible si se conocen claramente los costes y beneficios de las diferentes opciones.

Sin embargo, es evidente que la investigación sobre metodologías de adaptación disponibles para cuantificar los beneficios y, sobre todo, los costes, es actualmente muy limitada. A continuación se describen algunas de las cuestiones que surgen en relación con el cálculo de estos costes.

Existen diferentes tipos de costes asociados a distintas medidas de adaptación, a saber:

- costes directos de la aplicación de una medida de adaptación específica;
- costes generales de la mejora de la capacidad de adaptación general de un sistema que ha sufrido un impacto (coste de adaptación facilitadora), y
- costes de transición asociados al proceso de ajuste desencadenado por respuestas adaptativas.

La adaptación pública (planificada) puede adoptar la forma de inversiones en infraestructuras importantes (como el refuerzo de defensas costeras) o de cambios de normas y reglamentos que proporcionarán a los agentes privados libertad e incentivos para adaptarse. Mientras que los costes de oportunidad del primer tipo de inversión son registrables y relativamente fáciles de evaluar de antemano, los del segundo tipo de 'inversión' (en cambios legislativos) son difíciles de calcular.

Los costes de transición⁽³⁴⁾ son especialmente relevantes para la evaluación de los costes de procesos de adaptación autónoma y planificada (obsérvese que la adaptación autónoma genera costes) y son a

menudo los más difíciles de evaluar (y muchas veces se omiten de los análisis de modelización).

3.2.2 Grado de adaptación y su programación en el tiempo

La adaptación al cambio climático depende sobremanera del modo en que se producen los impactos, en forma de cambios graduales o de sucesos catastróficos. Las estrategias de adaptación también pueden ser muy diversas y específicas de un tiempo y un lugar dados. Mientras que la adaptación a los cambios graduales es relativamente fácil y puede no comportar muchos costes, la adaptación a sucesos catastróficos de escasa probabilidad puede generar costes muy elevados e incluso la adaptación anticipada puede ser imposible.

El grado de adaptación (cuánto hay que adaptarse), sea privada o pública, anticipativa o reactiva, depende básicamente de una evaluación de los costes y beneficios (esperados) de la adaptación por parte del responsable político respectivo. Por supuesto, esta evaluación no tiene que consistir forzosamente en un análisis de coste-beneficio formal, sino que puede basarse en algún supuesto sobre las pérdidas y ganancias.

Para la toma de decisiones, los gobiernos recurrirán probablemente a instrumentos formales de apoyo, como por ejemplo los análisis de coste-beneficio y de coste-efectividad, pero en este caso el análisis podrá verse confundido a menudo por importantes incertidumbres, complejidades e incógnitas de diversos costes y beneficios (de mercado y de no-mercado). Además, existen barreras sociales, legales o políticas que a menudo obstaculizan una adaptación eficiente.

Algunas formas de adaptación facilitadora, que mejoran la capacidad de adaptación de un sector, región o país, se consideran a menudo medidas (casi) indiscutibles porque en muchos casos reducirían la vulnerabilidad de las sociedades a diferentes presiones, incluida la actual variabilidad del clima. El hecho de que todavía no se hayan aplicado tales medidas indiscutibles, refleja la presencia de algún tipo de barrera.

Aparte del grado de adaptación, otro factor de importancia crucial desde el punto de vista económico es la programación en el tiempo de la adaptación. Fankhauser (2006) examina analíticamente la programación temporal de la adaptación. Distingue tres componentes a la hora de optar por una adaptación

⁽³³⁾ Todas las medidas económicas encaminadas a la asignación de recursos escasos generan unos costes de oportunidad en el sentido de que si se asignan recursos a una actividad, no podrán dedicarse a otra actividad (la siguiente mejor) y se perderán los posibles beneficios de ésta.

⁽³⁴⁾ Un ejemplo de costes de transición son los recursos de tiempo que deben asignar los agricultores para aprender nuevas técnicas de gestión o para formarse para nuevos empleos no agrícolas.

temprana o esperar: 1) Los costes de la adaptación siempre favorecen la espera; 2) los beneficios a corto plazo de la adaptación pueden justificar una acción temprana si ésta reporta beneficios inmediatos (por ejemplo, respecto a la variabilidad actual del clima) o beneficios suplementarios altos (por ejemplo, salud, flexibilidad de los ecosistemas naturales), y 3) los efectos a largo plazo de una adaptación temprana pueden justificarla si comporta, por ejemplo, beneficios duraderos evitando el deterioro a largo plazo de los ecosistemas.

Además de esto, existen diferencias en la escala temporal y espacial. La escala temporal define la adaptación a largo y corto plazo, que puede ser instantánea o acumulativa, o enfoques a corto plazo y estratégicos. La escala espacial puede variar entre localizada o extensa, aunque a menudo se señala que la adaptación es intrínsecamente de naturaleza local (Fussel y Klein, 2006).

La viabilidad de la adaptación y sus costes dependerán de la velocidad del cambio climático, sobre todo para los grandes ajustes de infraestructuras físicas o de los usos del suelo. Las adaptaciones en respuesta a cambios rápidos del clima o cambios de la varianza son difíciles de predecir (Callaway, 2004), pero probablemente serán costosas. En este sentido, Nicholls (2004) señala que un argumento importante a favor de la mitigación temprana de las emisiones de gases de efecto de invernadero es que 'compraría tiempo' para la adaptación a la elevación del nivel del mar y permitiría la incorporación paulatina de ajustes en los ciclos de inversión naturales, reduciendo de este modo sus costes.

La viabilidad y los costes de la adaptación también dependerán de los cambios técnicos, políticos y socioeconómicos en el transcurso del tiempo. La bibliografía sobre la adaptación indica que existe una correlación positiva entre el desarrollo económico y la capacidad de adaptación (véase Yohe y Tol, 2002).

Por último, la programación en el tiempo de las medidas de adaptación requiere prestar especial atención a si la medida de adaptación por sí misma influye de forma negativa o positiva en el cambio climático. Si una medida de adaptación reduce tanto el cambio climático (por ejemplo, menos emisiones de gases de efecto de invernadero gracias a nuevas prácticas agrícolas) como la vulnerabilidad a los daños provocados por el cambio climático, habrá que tener en cuenta ambos aspectos en la ecuación del coste.

Asimismo se puede distinguir entre adaptación anticipativa o reactiva, es decir, entre la adaptación que se produce antes o después de observarse los efectos del cambio climático.

Pueden darse circunstancias en las que una intervención anticipativa sea menos costosa y más eficaz que una acción reactiva (un ejemplo típico es el de la protección contra inundaciones), y este es un aspecto especialmente relevante para la adaptación planificada⁽³⁵⁾. Por otra parte, cunde la opinión de que para evitar daños mayores, no bastaría una estrategia puramente reactiva (sobre todo, las medidas de adaptación más amplias y complejas deben planificarse con antelación). Sin embargo, esta opinión debe contrastarse sistemáticamente en los contextos de los países de la UE en relación con cada sector a fin de obtener las escalas temporales más adecuadas para la adaptación, sobre todo para asegurar su coste-eficacia y evitar la mala adaptación. Existen estudios que demuestran que las respuestas reactivas no siempre son coste-efectivas o adecuadas.

3.2.3 Los beneficios suplementarios de la adaptación

La adaptación genera a menudo beneficios que van más allá de la reducción de los daños residuales del cambio climático. Un beneficio importante de muchas medidas de adaptación es que reducen también la vulnerabilidad respecto a la variabilidad actual del clima (véase Fankhauser, 2006), lo que significa que la reducción de daños derivados de la variabilidad climática actual es un beneficio complementario de la adaptación al cambio climático.

Las medidas de adaptación pueden generar más beneficios suplementarios. Como se ha señalado más arriba, la adaptación facilitadora está muchas veces estrechamente relacionada con objetivos macroeconómicos o de desarrollo generales que reducen la vulnerabilidad de la economía a las presiones climáticas y a otras presiones económicas y naturales. En algunos casos, las políticas de adaptación están encaminadas explícitamente a generar beneficios suplementarios en el ámbito de la protección de la naturaleza y el paisaje, el ocio y muchos otros ámbitos políticos (véase el estudio de caso de los Países Bajos en el capítulo siguiente).

3.2.4 Distribución de costes y beneficios de la adaptación

Los costes y beneficios de la adaptación probablemente se distribuyan de forma desigual entre sectores, grupos socioeconómicos y países. Mientras que la mitigación (reducción de los gases de efecto invernadero) sirve a un bien público global, la adaptación puede ser privada o pública y el alcance de sus beneficios rara vez rebasará el territorio nacional. Dado que la capacidad de adaptación se correlaciona positivamente con el desarrollo económico, el acceso a una adaptación eficiente es mayor para grupos de renta elevada y países más ricos, y menor para los más

⁽³⁵⁾ La adaptación reactiva es una de las principales características de los sistemas naturales no gestionados y de las respuestas de adaptación autónoma de sistemas socioeconómicos.

Tabla 3.1 Clasificación de los estudios más recientes (posteriores al año 2000) basados en aspectos metodológicos cruciales

Estudios seleccionados a partir del año 2000	Escenario dinámico	Procedimiento de valoración		Procedimiento de cálculo		Costes de adaptación			Agregación temporal		Agregación espacial		Incertidumbre y riesgo		Integridad	
		DAP/DAA	Transferencia de beneficios	Impactos directos	Impactos indirectos	Separados de los impactos residuales	Agregados a los daños residuales	Compensación con la mitigación	Tipo de descuento constante	Tipo de descuento decreciente	Con ponderación de equidad	Sin	Análisis de sensibilidad	Incertidumbre estadística	Fuente de impacto	Sector de impacto
Bosello et al., 2004a,b			X	X	X	X					X		X	Elevación del nivel del mar/sucesos extremos/aumento de la temperatura	Turismo/salud	
Bosello, 2005	X		X	X	X	X		X			X		X	Aumento de la temperatura		
Darwin y Tol, 2001			X	X	X	X		X			X		X	Elevación del nivel del mar y capital mar	Pérdida de suelo y capital	
Li et al., 2004		X											X			
Newell y Pizer, 2004						X					X		X	Escenarios de emisión de CO ₂		
Nordhaus y Boyer, 2000	X		X	X	X	X		X					X	Aumento de la temperatura		
Rive et al., 2005			X	X	X	X							X	Cambios de temperatura y pluviosimetría	Selvicultura	
Stern et al., 2006	X		X	X		X		X					X			
Tol, 2005						X		X					X			
Tol y Dowlatbadi, 2001	X		X	X	X	X							X	Aumento de la temperatura	Salud (enfermedades transmitidas por vectores)	

Fuente: Kuik et al., 2006.

pobres. Esto plantea un problema potencial de equidad y distribución y suscita la cuestión de si la adaptación planificada debe destinarse específicamente a estos grupos o si hay que aplicar un análisis distributivo para asegurar estrategias de adaptación equitativas.

3.2.5 Clasificación de aspectos metodológicos en la bibliografía

La tabla 3.1 refleja una clasificación de la bibliografía en función de si contempla o no las cuestiones referidas anteriormente. Demuestra que, aunque se están haciendo progresos, la cobertura continúa siendo parcial.

3.3 Conclusiones

La definición de la inacción con respecto al cambio climático es, en sí misma, un concepto complejo que se aborda de modos distintos en los diferentes estudios. Las pruebas disponibles demuestran que nuestra comprensión de los costes de la inacción todavía es incompleta y está sembrada de incertidumbres,

y también que los diferentes supuestos y opciones de la metodología de evaluación del coste originan estimaciones de costes de la inacción frente al cambio climático muy diversas, sobre todo en los siguientes ámbitos:

- escenarios;
- valoración y efectos directos/indirectos;
- variación espacial y temporal;
- incertidumbre e irreversibilidad;
- cobertura.

Estas cuestiones son también relevantes cuando se analiza la adaptación. Sin embargo, al evaluar los costes de la adaptación aparece un conjunto adicional de cuestiones metodológicas que engloba:

- la definición del tipo de adaptación y los tipos de costes;
- el grado y la programación en el tiempo de la adaptación;
- los beneficios suplementarios de la adaptación y
- los aspectos distributivos de la adaptación.

4 Revisión de los datos sobre los costes de la inacción y los costes de la adaptación

4.1 Análisis de la bibliografía

La bibliografía sobre los efectos del cambio climático y sobre la adaptación es abundante y no deja de aumentar. Sin embargo, la bibliografía sobre los costes de la inacción sigue siendo escasa, especialmente la referida a los costes de la adaptación.

Este capítulo ofrece una revisión de la bibliografía existente en la materia. Se han investigado una serie de líneas diferentes de referencia, que se analizan a continuación, incluidas:

- bibliografía de investigaciones académicas;
- estudios de investigación (Estados miembros e investigación europea);
- estudios políticos;
- estudios del sector de seguros.

A continuación se incluye un análisis de los costes económicos y otros aspectos relevantes por sector. Finalmente, se detallan los principales retos para la investigación y se sintetizan las conclusiones.

4.1.1 Publicaciones científicas

Aunque existen numerosos estudios sectoriales (especialmente sobre impactos), pocos estudios tienen en cuenta los costes de la inacción, especialmente en relación con las estimaciones de costes totales o marginales. Esto se debe en gran medida a la complejidad propia de este tipo de estudios y a la necesidad de utilizar modelos de evaluación integrados y detallados que vinculen las emisiones con el clima, los impactos, los costes económicos y la adaptación.

La reciente Cuarta Evaluación del IPCC (resumen del GT II para los responsables políticos, IPCC, 2007b) ha cotejado estudios recientes.

La bibliografía recoge varios estudios sobre la economía del cambio climático. Normalmente, estos estudios han analizado los costes económicos

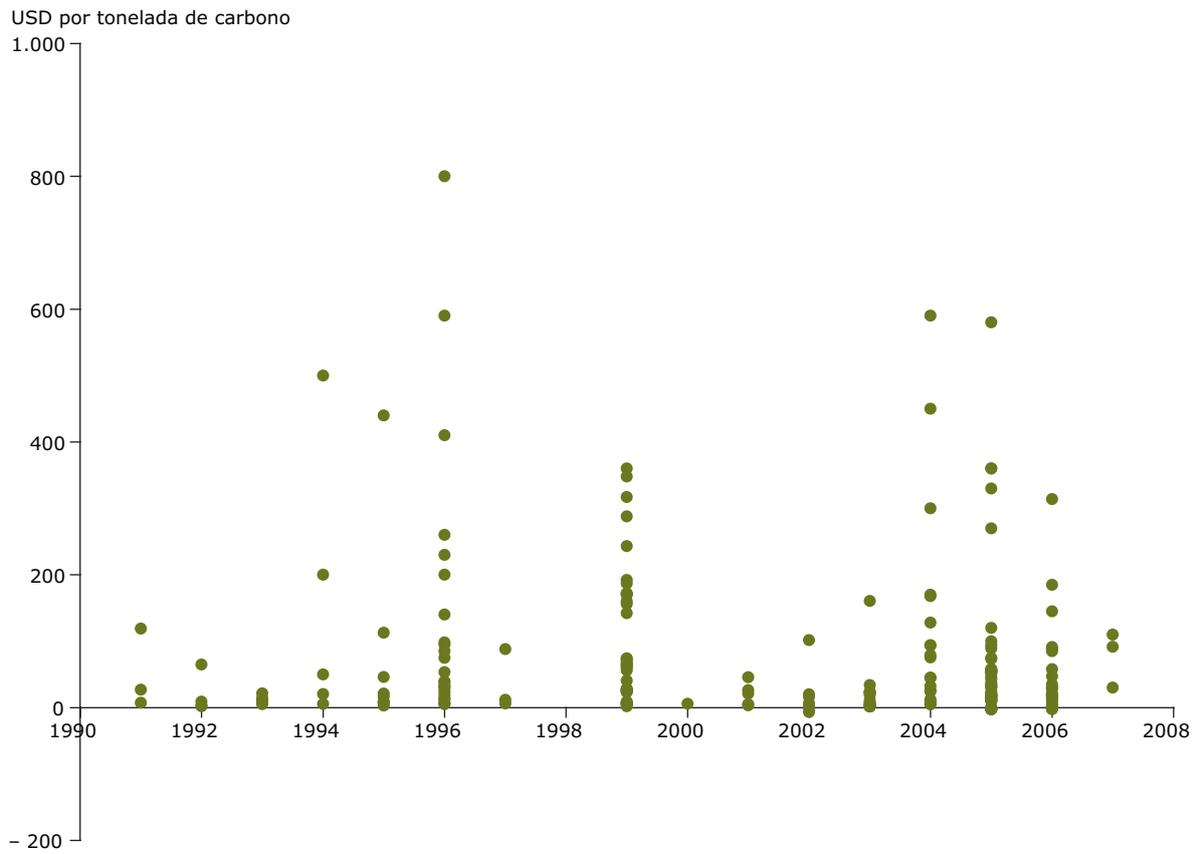
totales (de los efectos del cambio climático) y los costes económicos marginales. Se destaca la extrema dificultad que implica comparar estos estudios, debido a los problemas planteados en el capítulo sobre metodología, y a la problemática específica relacionada con la cobertura. En una reciente comparación para este informe (efectuado por Tol, actualizado a partir de Tol, 2005) se ha analizado la bibliografía sobre las estimaciones de los costes (socio) económicos marginales del cambio climático y solamente se han encontrado unos 30 estudios. Estos estudios revelan una amplia variedad de estimaciones, entre otras razones debido a los diferentes parámetros de decisión utilizados⁽³⁶⁾.

Aunque los resultados numéricos siguen siendo especulativos, permiten hacerse una idea sobre signos, órdenes de magnitud y patrones de vulnerabilidad. Los resultados son difíciles de comparar porque los estudios asumen diferentes escenarios climáticos, parten de diferentes supuestos sobre la adaptación, utilizan diferentes desagregaciones regionales e incluyen impactos distintos (además de variaciones en la elección de parámetros, el enfoque del tipo de descuento y la ponderación de la equidad).

La tendencia de las estimaciones queda reflejada en la figura y muestra valores cada vez más bajos. Ello se debe a los escenarios climáticos TAR, al análisis de escenarios socioeconómicos explícitos de referencia (generalmente de futuros caracterizados por una mayor riqueza), a la inclusión de beneficios e impactos y, en particular, a la adaptación autónoma. Conviene señalar que estas tendencias pueden cambiar en futuros análisis. Entre las conclusiones que afloran cabe mencionar la de que la sensibilidad climática y la probabilidad de que se incrementen los impactos graves a umbrales de temperatura inferiores puede ser mayor de lo que se preveía anteriormente (véase IPCC, 2007a, b).

A continuación se destacan los estudios más relevantes de los últimos años (después de 2003). Se centran en los cuatro MEI (modelos de integración integrados) principales (FUND; PAGE; RICE/DICE; MERGE) y en

⁽³⁶⁾ La anterior revisión de Tol (2005) muestra que si se combinan todos los estudios, el valor modal es de USD, dólares norteamericanos, 2/tC, la mediana de USD 14/tC, la media de USD 93/tC y el percentil 95 de USD 350/tC. Utilizando las ponderaciones preferidas por los autores, la media es de USD 129/tC. Los estudios con tipos de descuento bajos llegan a estimaciones más altas y abarcan una gama mucho más amplia. De modo similar, los estudios que utilizan la ponderación de la equidad obtienen estimaciones más altas y ofrecen una gama más amplia. Los estudios revisados por expertos arrojan valores más bajos. La conclusión de Tol en el documento de 2005 es que «es improbable que los costes de los daños marginales derivados de las emisiones de dióxido de carbono superen USD 50/tC, y probablemente serán mucho menores». Téngase en cuenta, sin embargo, que en informes recientes (por ejemplo Stern, 2006) se han utilizado los modelos existentes (por ejemplo PAGE) y derivado estimaciones más altas, por ejemplo de USD 312/tC, debido principalmente a la elección de parámetros de entrada de la sensibilidad climática y el tipo de descuento (PRTP).

Figura 4.1 Estimaciones de los costes marginales de la inacción


Nota: Se excluye un estudio de 1992 y varios puntos de un estudio de 2005 por tener valores que se salen de la escala utilizada.

Fuente: Actualizado de Tol, 2005.

modelos de MEI /energía más recientes (WIAGEM). Para un análisis de los principales MEI y un cotejo mutuo, véase Warren *et al.*, 2006⁽³⁷⁾. Aunque estos modelos incluyen (cierta) adaptación, la cobertura es parcial: la mayoría considera que se producirá una adaptación autónoma en los sectores agrarios y algunos han incluido la adaptación como factor para combatir la elevación del nivel del mar. La inclusión de la adaptación está relacionada, en la mayoría de los casos, con los beneficios ligados a la reducción de los impactos: aunque existen algunas estimaciones de los costes de la adaptación (en algunos sectores y para algunos modelos), no siempre se incluyen en los resultados netos de los modelos.

La actual generación de estimaciones agregadas puede subestimar el coste real del cambio climático, porque tienden a capturar plenamente fenómenos meteorológicos extremos, a subestimar al efecto acumulativo de múltiples tensiones y a ignorar los costes de transición y de aprendizaje. No obstante,

estos estudios también pueden haber pasado por alto los efectos positivos del cambio climático y no haber tenido debidamente en cuenta el modo en que el desarrollo podría reducir los impactos del cambio climático (Tol, 2005b). Nuestra comprensión actual de la capacidad adaptativa (futura), especialmente en los países en desarrollo, aún es demasiado limitada para llegar a conclusiones firmes sobre la dirección (el sesgo) de la estimación.

La necesidad de síntesis y de agregación en la evaluación de los costes del cambio climático plantea dificultades en relación con la comparación espacial y temporal de los impactos. La agregación de impactos exige comprender o plantear hipótesis respecto a la importancia relativa de los impactos en diferentes sectores, regiones y épocas. Es necesario pasar de un análisis estático a una representación dinámica de los impactos en función de características climáticas, medidas de adaptación y tendencias exógenas variables, como el crecimiento económico

⁽³⁷⁾ En la revisión se ha comprobado que todos los modelos se basan en bibliografía del año 2000 y anterior. A partir de esta fecha, algunas predicciones de los impactos climáticos son más pesimistas.

Tabla 4. 1 Estudios recientes de interés en la bibliografía académica sobre los costes de la inacción

Estudio	Descripción
Tol, (por ejemplo, 2006, 2005, 2004, 2004, 2003, 2002, 2001)	Análisis de los costes sociales totales y marginales del cambio climático (costes de la inacción), incluida la adaptación basada en el modelo de evaluación integrado FUND. Se trata de un modelo sectorial que analiza los efectos en sectores específicos empleando ecuaciones en forma reducida. FUND dispone asimismo de un módulo Monte Carlo para habilitar el análisis de incertidumbre.
Hope/Plambeck y Hope (por ejemplo, 2006, 2004, 2001, 1996, 1993)	Análisis de los costes sociales totales y marginales del cambio climático (costes de la inacción), incluida la adaptación basada en el modelo de evaluación integrado PAGE. Se trata de un modelo agregado que utiliza relaciones para los costes económicos en sectores agregados (de mercado y de no-mercado), pero aplicando un enfoque probabilístico mediante un análisis Monte Carlo integrado. Incluye algunas consideraciones sobre sucesos (catastróficos) graves.
Nordhaus/Nordhaus y Boyer (por ejemplo, 2000, 1994, 1993, 1991) Véase asimismo el desarrollo de Bosello et al., 2006.	Análisis de los costes sociales totales y marginales del cambio climático (costes de la inacción), incluida la adaptación basada en el modelo de evaluación integrado RICE/DICE. Se trata de un modelo agregado que utiliza relaciones para los costes económicos en sectores agregados (de mercado y de no-mercado). Incluye algunas consideraciones sobre sucesos (catastróficos) graves.
Mendhelsohn et al. (por ejemplo, 2003, 1996)	Análisis de los costes económicos del cambio climático, incluida la adaptación, a base del modelo de evaluación integrado MERGE.
Kemfert et al. (por ejemplo, 2006, 2002)	Análisis de los costes de la inacción y de la acción a base del modelo de evaluación integrado WIAGEM.

y demográfico. Es un hecho cada vez más aceptado que la dinámica de los impactos del clima, es decir, la combinación de cambio climático, cambio social, impacto y adaptación, no es lineal y puede resultar además bastante compleja.

4.1.2 Proyectos de investigación europeos

Se han emprendido numerosos programas de investigación regionales para desarrollar o impulsar el conocimiento de los riesgos vinculados con el clima y las estrategias para gestionarlos, en múltiples sectores y a diferentes escalas.

Estos esfuerzos han dado como resultado una amplia cantidad de datos y conocimientos, especialmente sobre los impactos potenciales de distintas proyecciones del cambio climático en diferentes sectores, sistemas, comunidades y regiones y sobre las posibles opciones para adaptarse a dichos cambios y sus impactos, aunque la demostración de los costes económicos se halla aún en una fase muy incipiente.

En respuesta a la necesidad creciente de mejorar los conocimientos, la orientación y la toma de decisiones, los esfuerzos de investigación se han trasladado gradualmente de un análisis científico enfocado en un solo sector/sistema a una evaluación multidisciplinar integrada de carácter más político. Dentro de este último enfoque se incluye la consideración de los aspectos económicos, bien en un marco de análisis coste-eficiencia, bien explícitamente orientada al análisis de costes y beneficios. Las actividades de investigación muestran asimismo una implicación cada vez más fuerte de las partes interesadas.

La tabla 4.2 contiene una selección de los principales proyectos relevantes con respecto a los costes de la inacción y los costes de la adaptación.

Aunque se está avanzando, muchos aspectos todavía no están suficientemente estudiados, entre ellos las proyecciones coherentes y armonizadas de los impactos, los costes económicos y la adaptación en todos los sectores (en función de escenarios climáticos y socioeconómicos), las interacciones y los vínculos intersectoriales, la plena cobertura de los impactos y oportunidades (incluido el más complejo cambio climático en relación a fenómenos extremos y de gran envergadura) y la integración de diferentes escalas espaciales (véase asimismo las recomendaciones de investigación del capítulo sobre metodología).

En términos generales, falta desarrollar y demostrar un marco metodológico sólido que evalúe los impactos económicos y las opciones de adaptación.

4.1.3 Proyectos de política: progresos de los países miembros de la AEMA

El informe de la AEMA (2005) sobre vulnerabilidad y adaptación cotejó datos sobre las medidas de adaptación existentes y planificadas en los países miembros de la AEMA. Esta información no se repite en este documento.

En su lugar, este informe repasa las medidas adicionales con respecto a los costes económicos del cambio climático, centrándose sobre todo en el apoyo político directo a los costes de la inacción y los costes de la adaptación, incluyendo estudios que se están emprendiendo como apoyo a la Comisión Europea y estudios realizados en países miembros

Tabla 4.2 Ejemplos de proyectos de investigación europeos recientes que aportan datos relevantes que respaldan los costes de la inacción y los costes de la adaptación al cambio climático

Proyecto	Financiación	Objetivos	Participantes	Relevancia política	Enlaces
Proyecto ADAM (Adaptation and Mitigation / Adaptación y mitigación)	CE (6º PM)	Conocer mejor los compromisos y conflictos existentes entre políticas de adaptación y mitigación	26 institutos de investigación europeos	ADAM respaldará las políticas de la UE en el debate post-Kioto e informará sobre la aparición de nuevas estrategias de adaptación para Europa	www.adamproject.eu
AMICA (Adaptation and Mitigation – an Integrated Climate Policy Approach / Adaptación y mitigación: un enfoque político integrado en materia climática)	Proyecto INTERREG IIIC, cofinanciado por la UE	Combinar medidas que promuevan la adaptación al cambio climático con estrategias preventivas para conservar y proteger el clima mundial	Alemania, Austria, Francia Italia y Países Bajos	Estrategias locales y regionales en materia de cambio climático (mezcla de medidas preventivas y reactivas a corto y largo plazo, planificación de riesgos)	www.amica-climate.net
ASTRA (Developing Policies & Adaptation Strategies to Climate Change in the Baltic Sea Region / Desarrollo de políticas y estrategias de adaptación al cambio climático en la región del mar Báltico)	Proyecto INTERREG IIIB, cofinanciado por la UE	Evaluar impactos regionales del cambio climático y desarrollar estrategias y políticas de adaptación	Alemania, Estonia, Finlandia, Letonia, Lituania, Polonia	Proyecto centrado en la región del mar Báltico y en factores de tensión como temperaturas extremas, sequías, incendios forestales, oleada de tormentas, tormentas invernales, inundaciones	www.astra-project.org
cCASHh (Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health / Cambio climático y estrategias de adaptación para la salud humana)	CE (5º PM)	Identificación de la vulnerabilidad; cálculo de los beneficios para la salud de combinaciones de estrategias de adaptación; cálculo de los costes de daños y medidas de adaptación	Alemania, Italia, Reino Unido, Suecia, OMS (Europa); Países Bajos República Checa	Información sobre impactos en la salud y estrategias de adaptación a raíz del cambio climático en Europa	www.euro.who.int/ccashh
COMCOAST (Combined functions in Coastal defence zones / Funciones combinadas en las zonas de protección costera)	Proyecto INTERREG IIIB, cofinanciado por la UE	Analizar las estrategias de protección costera en el mar del Norte, además de nuevos métodos para evaluar las zonas de protección contra inundaciones; desarrollar nuevas soluciones en la materia	Alemania, Bélgica, Dinamarca, Países Bajos, Reino Unido	Mejor práctica de gestión multifuncional de inundaciones	www.comcoast.org/
DINAS-COAST (Dynamic and Interactive Assessment of National, Regional and Global Vulnerability of Coastal Zones to Climate Change and Sea Level Rise / Evaluación dinámica e interactiva de la vulnerabilidad regional, nacional y mundial de las zonas costeras al cambio climático y a la elevación del nivel del mar)	CE (5º PM)	Desarrollar una herramienta en CD que proporcione información sobre una serie de indicadores de vulnerabilidad de las costas para escenarios climáticos/ socioeconómicos y políticas de adaptación a escala regional, nacional o global para todas las naciones costeras	Alemania, Países Bajos, Reino Unido	Utilidad práctica para responsables políticos y otras partes interesadas	www.dinascost.net
ESPACE (European Spatial Planning: Adapting to climate Events / Ordenación del territorio en Europa: adaptación a sucesos climáticos)	INTERREG IIIB; Noroeste Europa Prog. UK ODPM	Desarrollar un planteamiento dinámico de adaptación al cambio climático para la ordenación territorial; recomendar planteamientos, a nivel europeo, nacional, regional y local	Alemania, Bélgica, Países Bajos, Reino Unido,	Vínculo informativo directo para las decisiones políticas dirigidas a adaptar la ordenación territorial	www.espace-project.org/index.htm
ExternE series (ExternE/ MethodEx/GreenSense NEEDS)		Desarrollar una metodología de enfoque ascendente (<i>bottom-up</i>) coherente para evaluar los costes externos con una serie de actividades	Más de 50 institutos de investigación europeos	Cálculo de los costes de la inacción y demostración de las implicaciones para las políticas (costes externos)	www.externe.info/
INTARESE (Integrated Assessment of Health Risks of environmental stressors in Europe / Evaluación integrada de riesgos para la salud de factores de estrés en Europa)	CE (6º PM)	Desarrollar nuevos planteamientos integrados y aplicarlos a la evaluación de riesgos ambientales para la salud, y sus secuelas.	33 institutos de investigación europeos	Respaldo de las políticas de la UE en materia de salud ambiental para la evaluación de los efectos, la vulnerabilidad y las opciones de adaptación al clima	www.intarese.org/
MICE: Modelling of the Impacts of Climate Extremes / Modelación del impacto de extremos climáticos	CE	Identificar y evaluar cambios actuales y futuros en extremos climáticos y el impacto de estos cambios	8 institutos de investigación europeos	Proporciona información sobre los impactos de los extremos climáticos	www.cru.uea.ac.uk/cru/projects/mice/index.html
PRUDENCE (Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects / Predicción de escenarios regionales e incertidumbres para definir riesgos y efectos del cambio climático en Europa)	CE (6º PM)	Cuantificar la fiabilidad y las incertidumbres en las predicciones del clima futuro y sus impactos	25 institutos de investigación europeos	Los resultados se interpretarán en relación con las políticas europeas para adaptarse al cambio climático o mitigarlo	http://prudence.dmi.dk/
SEAREG (Sea Level Change Affecting The Spatial Development In Baltic Sea Region / Efectos de la variación del nivel del mar sobre el desarrollo territorial en la región del mar Báltico)	Proyecto INTERREG IIIB, cofinanciado por la UE	Evaluar los impactos de la futura elevación del nivel del mar en varias zonas de estudio de casos de la región del mar Báltico	Alemania, Finlandia, Suecia	Se elabora información sobre los impactos y el enfoque de apoyo a la toma de decisiones a fin de analizar las estrategias de adaptación	www.gtk.fi/projects/seareg/doc.html

de la AEMA. De este modo se obtiene, por supuesto, una lista mucho más limitada; mientras que casi todos los países avanzan en el examen de los impactos y la adaptación, solamente el Reino Unido, Finlandia y los Países Bajos registran avances en materia de análisis relacionado con las dimensiones económicas. En la tabla 4.3. se resumen los estudios principales

El trabajo de la AEMA sobre los impactos y la adaptación ya se ha descrito anteriormente. A escala europea, el principal proyecto a nivel de políticas es el proyecto denominado PESETA, coordinado por el CCI en Sevilla y que efectúa un detallado análisis de enfoque ascendente (bottom-up) de los costes económicos del cambio climático en Europa para la agricultura, la energía, el turismo, las costas, las inundaciones fluviales y la salud. Este material se ha utilizado en la reciente Comunicación CE (2007) y se ha incluido asimismo en el Libro Verde sobre adaptación (CE, 2007c).

En países miembros como Finlandia, Francia, Alemania, Hungría, Países Bajos, Noruega, Portugal y el Reino Unido se han desarrollado importantes proyectos de investigación sobre impactos (algunos con consideración de los costes económicos) y programas. Destacan por su relevancia para la evaluación de los impactos y costes, los proyectos de investigación realizados en Finlandia por Finadapt, en el Reino Unido (por varias organizaciones) y en los Países Bajos.

En Finlandia, la evaluación de los impactos y la adaptación ha avanzado gracias al proyecto FINESIR (que ha desarrollado un marco de evaluación informatizado para investigar los impactos del cambio global en varios sistemas naturales y gestionados de Finlandia utilizando los escenarios de cambio global desarrollados en el proyecto FINSKEN) y el consorcio FINADAPT (que pretende responder a las necesidades científicas y políticas y realizar la primera investigación en profundidad sobre la capacidad de adaptación del medio ambiente y de la sociedad finlandesa frente a los posibles efectos del cambio climático). El plan de adaptación finlandés es uno de los más avanzados de Europa y el informe final ya está disponible (Carter, 2007).

Dicho informe esboza los conocimientos actuales sobre las variaciones climáticas, describe los futuros cambios del clima y otras proyecciones de factores ambientales y socioeconómicos para el siglo XXI; caracteriza la capacidad de adaptación a las condiciones climáticas actuales; proporciona estimaciones de los posibles impactos del cambio climático en el futuro, incluidos costes; presenta una lista de posibles medidas/estrategias de adaptación al cambio climático, incluidos costes; evalúa la vulnerabilidad relativa de diferentes sistemas, regiones, sectores o comunidades al cambio climático, detectando ámbitos de atención

prioritaria, e identifica importantes lagunas de conocimientos, así como los ámbitos que precisan de más investigación. La estrategia a gran escala de adaptación al cambio climático recomienda que las inversiones a largo plazo tengan ya en cuenta los impactos probables del calentamiento global, especialmente en el sector de la construcción, la generación hidroeléctrica, las infraestructuras de transporte y la silvicultura. Para la agricultura y la silvicultura en particular, la estrategia sugiere que, a corto plazo, los beneficios económicos derivados del cambio climático pueden ser mayores que los inconvenientes, debido a la prolongación de los periodos vegetativos y al aumento de la productividad vegetal. Sin embargo, advierte que los efectos negativos pueden agravarse a largo plazo.

Para apoyar el plan de adaptación nacional, el estudio FINADAPT tiene por objeto elaborar una lista y clasificación sistemática de los costes y beneficios del cambio climático, estimados y desglosados por sectores en Finlandia, proyectados en el horizonte 2010 - 2100, un resumen cualitativo sistemático de los riesgos y las incertidumbres asociadas a las estimaciones; una evaluación general del impacto macroeconómico del cambio climático e identificación de los principales riesgos en Finlandia; resumen y aclaración de las necesidades de desarrollo de herramientas de evaluación socioeconómica para valorar los impactos de la adaptación al cambio climático y los instrumentos de la política de adaptación al clima.

En el Reino Unido existen varias iniciativas que abordan los impactos y la adaptación. El Programa de Impactos del Clima del Reino Unido (UK Climate Impacts Programme, UKCIP) ha recopilado la documentación pertinente y proporciona información sobre los efectos del clima y las nuevas opciones de adaptación en el Reino Unido (para ayudar a las organizaciones del Reino Unido a evaluar cómo les afectará el cambio climático y prepararse para sus impactos). En el marco del UKCIP se han desarrollado varias herramientas, como el asistente de adaptación UKCIP y el marco de riesgo, incertidumbre y toma de decisiones. El UKCIP incluye asimismo un análisis económico avanzado, basado en una metodología específica para calcular los costes de los impactos del cambio climático en el Reino Unido (Metroeconomica, 2004). Contiene directrices detalladas para estimar los costes de los impactos del cambio climático en el Reino Unido y los costes/beneficios de las respuestas de adaptación a tales impactos. El estudio también aplica las directrices a los estudios de caso en los siguientes sectores sensibles: zonas costeras, recursos hídricos, edificios/ infraestructuras, agricultura y hábitats, analizando, por ejemplo, restricciones de riego, interrupciones del transporte y riesgos de inundaciones. Esto demuestra cómo el concepto de coste-beneficio puede servir para mejorar la toma de

Tabla 4.3 Ejemplos de proyectos de políticas sobre los costes de la inacción y de la adaptación al cambio climático en Europa

Proyecto	Fuente(s) de financiación	Objetivos	Países europeos	Relevancia política	Enlaces para detalles
AEMA Impactos del cambio climático AEMA Vulnerabilidad y adaptación		Resumen de las principales vulnerabilidades al cambio climático en los Estados miembros e impactos actuales/potenciales, medidas de adaptación en curso	Europa	Indicadores de impactos del cambio climático en Europa e identificación de prioridades, oportunidades y obstáculos a la adaptación en Europa	www.eea.europa.eu/
PESETA	CE/CCI IPTS Sevilla	Análisis enfoque ascendente (<i>bottom-up</i>) de los costes económicos de los impactos del cambio climático en Europa en relación con la energía, la agricultura, la salud, el turismo, los sistemas costeros y fluviales, incluida la adaptación	Europa	PESETA proporcionará estimaciones del futuro impacto del cambio climático en Europa como información para las políticas en materia de cambio climático y estrategias de adaptación	http://peseta.jrc.es/index.htm
Evaluación de la capacidad de adaptación del medio ambiente y la sociedad finlandesa al cambio climático	Programa de investigación del consorcio finlandés de medio ambiente	Análisis detallado de la capacidad de adaptación del medio ambiente y la sociedad finlandesa a los posibles impactos del cambio climático	Finlandia	Análisis de costes y beneficios estimados, por sectores, de la adaptación al cambio climático en Finlandia, 2010-2100	www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=165496&lan=EN
Informe Stern sobre la repercusión económica del cambio climático	Tesoro del Reino Unido	Contribuir a evaluar las pruebas y promover el conocimiento de la repercusión económica del cambio climático	Reino Unido	Evidencias de los impactos económicos del cambio climático y de la estabilización de los GEI. Retos políticos para la transición a una economía baja en carbono	www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change
Cuantificación de los costes e impactos de la adaptación. Investigación. Proyecto E:	Reino Unido (Defra CC) Investigación interregional	Estimaciones de costes del cambio climático en el sector minorista y fabril, la sanidad, el transporte, la agricultura, la calidad y los recursos hídricos, la construcción ambiental, el turismo y la energía	Reino Unido	Análisis de costes económicos del verano de 2003. Análisis de costes económicos futuros de inacción en el Reino Unido, más los costes y beneficios de la adaptación	http://www2.defra.gov.uk/research/project_data/More.asp?I=GA01075&SCOPE=0&M=PSA&V=EP%3A030
Revisión del coste social del carbono 1) Downing <i>et al.</i> , 2005 2) Watkiss <i>et al.</i> , 2006	Reino Unido (Defra)	1) Proporcionar una evaluación del riesgo de incertidumbre de los impactos del cambio climático/valoración 2) Proporcionar una evaluación del coste social del carbono para la toma de decisiones	Reino Unido	Estimaciones de los costes de la inacción; recomienda cómo pueden utilizarse los valores en las políticas en diferentes niveles y aplicaciones (acción a corto y largo plazo)	www.defra.gov.uk/environment/climatechange/carboncost/aeat-scc.htm
Cálculo de costes de los impactos del cambio climático en el Reino Unido: Directrices	UKCIP	Directrices para el cálculo del coste de los impactos del cambio climático, con la aplicación de estudios de caso en sectores vulnerables clave	Reino Unido	Orientar sobre el modo de evaluar los costes de la inacción	www.ukcip.org.uk/
Climate for Space	Gobierno neerlandés (Ministerio de Economía)	Afrontar los retos de vivir en un clima cambiante, proporcionando, de modo participativo, una base científica sólida en materia de ordenación del territorio a los distintos sectores	Países Bajos	Identifica y analiza opciones de adaptación	www.climaatvoorruimte.nl
ARK (Adaptation, Space and Climate)	Gobierno neerlandés, cuatro Ministerios	Desarrollar un plan de adaptación para los Países Bajos	Países Bajos	Identifica y analiza opciones de adaptación, especialmente de ordenación territorial	www.programmaark.nl
Living with Water	Gobierno neerlandés (Ministerio de Economía)	Examinar futuras opciones de gestión del agua. Coordinación de la gestión del agua y ordenación territorial, ciencia, economía y sociología.	Países Bajos	Adquirir nuevos conocimientos y experiencias. El programa sirve de catalizador de innovaciones	www.levenmetwater.nl
IMAGE Modelo integral para evaluar el medio ambiente global (IMAGE-2)	Agencia Neerlandesa de Evaluación Ambiental	Marco ecológico/ambiental para simular las consecuencias de las actividades humanas a escala global. Interacciones entre sociedad, biosfera y sistema climático para valorar aspectos relativos al cambio climático	Países Bajos	Analizar los efectos globales de escenarios de cambio climático	www.mnp.nl/image/
Impactos de los cambios climáticos en Bélgica	Marbaix y Van Ypersele (ed.), 2004 para Greenpeace	Evaluación de cambios climáticos en Bélgica, riesgo de inundaciones y riesgos en otros sectores	Bélgica	Evaluar riesgos en el país	www.climate.be/impacts

decisiones sobre respuestas a los riesgos del cambio climático, además de destacar las aportaciones de otros métodos, como el análisis multicriterio y de eficiencia.

El gobierno del Reino Unido (Defra) ha avanzado también en el conocimiento basado en los impactos económicos y ha analizado la aplicación de los costes de la inacción en la evaluación de las políticas (Downing *et al.*, 2005; Watkiss *et al.*, 2006; véase también el recuadro 2.2 sobre los costes sociales del carbono en el Reino Unido). Esto es importante en la medida en que traduce de manera directa y explícita la consideración de estos costes económicos en la política intersectorial.

Otros trabajos incluyen evaluaciones detalladas del coste económico (impactos y adaptación) para el Reino Unido que se basan en análisis ascendentes (Metroeconomica, 2006) para los sectores minorista y fabril, la salud, el transporte, la agricultura, los recursos hídricos, la calidad del agua, la construcción ambiental, el turismo y la energía. El Reino Unido ha impulsado también el debate mundial sobre los costes

económicos del cambio climático mediante el informe Stern (Stern, 2006), que examina las evidencias de las repercusiones económicas del cambio climático y de la estabilización de los GEI. Analiza los retos políticos para la transición a una economía baja en carbono.

La Agencia Neerlandesa de Evaluación Ambiental (MNP) ha desarrollado IMAGE, un modelo de evaluación integrado que pretende explorar la dinámica a largo plazo del cambio del medio ambiente global y, en particular, la dinámica asociada al cambio climático. Los principales objetivos son contribuir al conocimiento científico y facilitar la toma de decisiones mediante la cuantificación de la importancia relativa de los procesos e interacciones generales en el sistema sociedad/biosfera/clima. IMAGE elabora perspectivas dinámicas y a largo plazo sobre las consecuencias del cambio global, aporta ideas sobre los impactos del cambio global y una base cuantitativa para analizar la eficacia relativa de varias opciones de política para afrontar el cambio global. El marco incorpora un modelo económico de equilibrio general

Recuadro 4.1 El Informe Stern: las repercusiones económicas del cambio climático

Este informe fue anunciado por el Ministro de Hacienda del Reino Unido en julio de 2005 y presentado en otoño de 2006. La revisión se concibió para proporcionar al Primer Ministro y al Ministro de Hacienda del Reino Unido un informe que evaluara las repercusiones económicas a medio y largo plazo de la adaptación a una economía baja en carbono, más el potencial de diferentes procedimientos de adaptación y las lecciones para el Reino Unido en relación con objetivos en materia de cambio climático. Los resultados del informe se resumen a continuación.

El informe concluye que las pruebas científicas actuales son contundentes: el cambio climático es una seria amenaza mundial que exige una respuesta global urgente.

Después de revisar las pruebas, el informe concluye que los beneficios de unas medidas enérgicas y tempranas superan con mucho los costes de la inacción. El cambio climático afectará a los elementos básicos de la vida de las personas en todo el mundo, incluidos los relacionados con el acceso al agua, la producción de alimentos, la salud y el medio ambiente, y afectará posiblemente a cientos de millones de personas.

Las inversiones que se realicen en los próximos dos decenios tendrán un marcado efecto sobre el clima en la segunda mitad de este siglo (y después). Si no se adoptan medidas, los riesgos de una alteración grave de las actividades económicas y sociales serán potencialmente equivalentes a las grandes guerras y la depresión económica de la primera mitad del siglo XX, y será difícil o imposible revertir estos cambios.

Aunque se verán afectados todos los países, los más vulnerables, los países y poblaciones más pobres, serán los que sufrirán las primeras consecuencias y también las más graves. El cambio climático podría afectar seriamente al crecimiento y el desarrollo. Se precisan medidas urgentes y contundentes. Dado que el cambio climático es un problema global, la respuesta ha de ser internacional, con una visión compartida de los objetivos a largo plazo y un acuerdo en torno a marcos que se acelerarán en el curso de la próxima década, y basarse en enfoques que se refuerzan mutuamente a escala regional, nacional e internacional.

La adaptación al cambio climático es fundamental. Aunque ya no pueda evitarse el cambio climático, que se producirá a lo largo de los próximos dos o tres decenios, sí es posible todavía proteger en cierta medida las sociedades y las economías contra sus impactos. La adaptación tendrá un coste de miles de millones de dólares cada año solamente en los países en desarrollo y ejercerá más presión sobre unos recursos ya escasos. Los esfuerzos de adaptación, sobre todo en los países en desarrollo, deberían acelerarse.

El informe ha sido objeto de un intenso debate, especialmente en lo referente a las estimaciones de los costes y beneficios globales señalados y a la elección de los supuestos de partida sobre aspectos como el tipo de descuento (muchos de los supuestos metodológicos que se utilizan se comentan en el capítulo anterior).

y un modelo demográfico que aportan información sobre desarrollos económicos y demográficos a tres subsistemas vinculados: el Sistema de la Industria Energética (EIS), el Sistema Ambiental Terrestre (TES), que contabiliza los cambios en el uso del suelo, y el Sistema Oceánico Atmosférico (AOS). El objetivo de IMAGE-2 es analizar la dinámica a largo plazo del cambio global como resultado de la interacción entre factores demográficos, tecnológicos, económicos, sociales, culturales y políticos.

Aunque otros países también elaboran estudios de impacto (por ejemplo, se han realizado estudios en Alemania y Bélgica, entre otros), hasta ahora han prestado menos atención a la evaluación económica.

El trabajo en los países más avanzados en este terreno permite hacerse una idea de los principales retos y oportunidades que supone avanzar en el terreno de las repercusiones económicas del cambio climático. Las diferencias del grado de aplicación en los países miembros de la AEMA pueden explicarse por el hecho de que las políticas en materia de impactos y adaptación de cada país se encuentran en fases muy diferentes y también por las distintas perspectivas políticas de los países europeos (por ejemplo, el grado de adopción de aproximaciones económicas). También es posible que algunos países se consideren más vulnerables a los efectos del cambio climático y

se muestren más abiertos a la adopción temprana de medidas.

En la situación actual, sería ventajoso para los países intercambiar información, compartir experiencias y aprender unos de otros.

4.1.4 Estudios del sector de seguros

En anteriores informes de la AEMA (2004: 2005) se han destacado las notables pérdidas derivadas de fenómenos meteorológicos extremos en los últimos años. Proporcionan información útil sobre los posibles impactos y costes económicos de las proyecciones de cambio climático para la sociedad europea.

Tras el reciente aumento de reclamaciones relacionadas con catástrofes naturales, atribuidas en parte al cambio climático, las compañías de seguros internacionales han elaborado un número creciente de estudios en este terreno. En este apartado se examinan dichos estudios.

Los estudios analizan datos sobre sucesos históricos y utilizan herramientas sofisticadas para calcular los costes futuros del cambio climático, si bien se ha subrayado que los informes del sector de seguros reflejan las perspectivas e intereses particulares del mismo.

Tabla 4.4 Comparación de los costes de daños producidos por sucesos meteorológicos extremos, publicada por el sector de seguros

Proyecto	Organización	Hallazgos/relevancia política	Enlaces para detalles
A Changing Climate for Insurance (2004) Financial Risks of Climate Change (2005)	Association of British Insurers (ABI) por Climate Risk Management en cooperación con Metroeconomica	Evalúa los principales mercados de seguros de daños materiales y los principales peligros meteorológicos que afectan a estos mercados: el huracán estadounidense, el tifón japonés y el vendaval europeo. Determinó que 2004 fue el año con los daños más cuantiosos provocados por tifones del último siglo. Estimaciones para 2080: <ul style="list-style-type: none"> • 65% de aumento del coste mundial por tormentas intensas • 75% de aumento de los costes de daños asegurados en una temporada de huracanes graves en EEUU. • 65% de aumento de los costes de daños asegurados en una temporada de huracanes graves en Japón • 5% de aumento de daños asegurados por tormentas extremas en Europa 	www.abi.org.uk
Estudio Sigma sobre catástrofes naturales y desastres provocados por el hombre. Oportunidades y riesgos del cambio climático	Swiss Re Group	Cálculos para 2004: <ul style="list-style-type: none"> • 123.000 millones de USD de pérdidas económicas totales debido a catástrofes naturales y desastres provocados por el hombre • 120.000 millones de USD de pérdidas económicas debido a catástrofes naturales • 49.000 millones de USD de daños asegurados 	www.swissre.com
Informe anual: Catástrofes naturales 2004	Munich Re Group	Cálculos para 2004: <ul style="list-style-type: none"> • fue el año de catástrofes naturales más cuantiosas en la historia de los seguros hasta la fecha • 145.000 millones de USD de pérdidas económicas debido a catástrofes naturales • 95.000 millones de USD de pérdidas económicas debido a vendavales • 44.000 millones de USD de daños asegurados 	www.munichre.com
Cambio climático y seguros: un plan de acción en Estados Unidos	Allianz Group y WWF	Predice que el cambio climático puede alterar significativamente e intensificar los patrones meteorológicos destructivos (EEUU.), con un aumento de las inundaciones, los incendios forestales y los daños causados por tormentas. Estos cambios podrían hacer que los seguros resultaran excesivamente caros para los clientes de las zonas de alto riesgo	www.allianz.com

A continuación se sintetizan los resultados de varios estudios. El hecho de que fueran cotejados permitió recopilar las estimaciones iniciales para 2005, que también revelan costes elevados (debido, en parte, al huracán Katrina, que por sí solo provocó pérdidas cifradas en 45.000 millones de dólares norteamericanos, USD). A tener en cuenta que si bien la mayoría de las pérdidas afectan a las infraestructuras, la posibilidad de daños en la agricultura, las pérdidas en el sector turístico o las repercusiones en la salud también contribuyen a los costes totales.

4.2 Perspectivas sectoriales

En este apartado se recopila la información extraída de la bibliografía y se presta una atención específica a los posibles efectos económicos adversos de las proyecciones del cambio climático y la elevación del nivel del mar dentro del contexto natural y socioeconómico europeo. Se destacan las variaciones regionales de los impactos con el fin de identificar áreas prioritarias (para medir y supervisar los impactos y saber dónde urge aplicar medidas de adaptación).

En consonancia con anteriores análisis de la AEMA (2005), la categorización se articula en torno al debate sobre: 1) el medio ambiente natural de Europa y servicios asociados y 2) otros sectores socioeconómicos. Se complementa el capítulo con un resumen y una conclusión sobre las variaciones regionales en Europa y en las zonas prioritarias. Gran parte de la bibliografía sobre las repercusiones en Europa fue sintetizada por el reciente Grupo de trabajo II del IPCC (Alcamo *et al.*, 2007), por lo que los apartados siguientes se centran más en aspectos económicos. Además, se han efectuado tres estudios de caso sobre los costes de adaptación como ejemplos para presentar información detallada sobre las lecciones prácticas:

- Espacio para el río. Estudio concreto sobre los costes de la adaptación en los Países Bajos;
- Elevación del nivel del mar: el caso de la llanura de Fondi. Estudio de caso sobre los costes de la adaptación en Italia, y
- Agricultura y cambio climático. Estudio de caso sobre los costes de la adaptación en Eslovaquia.

4.3 Naturaleza y biodiversidad

4.3.1 Medio ambiente natural y servicios asociados

Sabemos que el cambio climático y otro tipo de presiones entrañan un riesgo para el funcionamiento

y los servicios prestados por muchos ecosistemas naturales y seminaturales de Europa (Millennium Assessment, 2005). Dichos servicios incluyen el suministro de agua y alimentos, la regulación del clima y la conservación de especies. Los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas europeos han sido estudiados en diferentes proyectos, incluida la iniciativa concertada ACACIA y el proyecto integrado a mayor escala ATEAM (Schröter *et al.*, 2005). Ciertas estimaciones recientes apuntan a posibles pérdidas de hábitats litorales y terrestres en ecosistemas europeos y hay pruebas fehacientes de que la progresión y el alcance del cambio climático ya ha comenzado a afectar a especies y ecosistemas (véase AEMA, 2004; AEMA, 2005). El informe más reciente del IPCC (Alcamo *et al.*, 2007) señala que muchas zonas están expuestas a un mayor riesgo de inundación (principalmente en humedales costeros) o de sequía (por ejemplo, en la cuenca mediterránea y en Europa oriental). La región ártica europea, las regiones montañosas y varias zonas costeras de Europa, especialmente en el Báltico y partes del Mediterráneo, son zonas especialmente vulnerables. Se trata además de sistemas cuya capacidad de adaptación es escasa.

La investigación sobre estos riesgos, no obstante es dispersa y no cuenta todavía con un marco metodológico ni con un escenario común de partida; rara vez contempla la valoración. En algunos trabajos se intenta evaluar la pérdida de ecosistemas, considerando su productividad y los servicios que prestan, así como su uso más general, recurriendo cada vez más al marco de evaluación de ecosistemas del milenio (Millennium Ecosystem Assessment). Hay asimismo un creciente número de estudios sobre ecosistemas y biodiversidad en general, incluidos numerosos estudios sobre evaluación primaria (por ejemplo, Eftec, 2002), trabajos que estudian dónde la pérdida de biodiversidad ha supuesto la pérdida/ degradación de los servicios prestados por los ecosistemas, con los consiguientes costes económicos (Kettunen y Brink, 2006). No obstante, pese a la mejora de los conocimientos en materia de valoración, aún falta mucho para cubrir todos los aspectos de la productividad y los servicios de los ecosistemas, así como el beneficio económico para los usuarios y los no usuarios. En conjunto, carecemos de datos cuantitativos y los análisis económicos cuantitativos referidos a la pérdida de ecosistemas en Europa siguen presentando lagunas⁽³⁸⁾. Incluso en otras áreas en las que la evidencia científica del daño ocasionado a los ecosistemas está bien estudiada y se han identificado relaciones cuantitativas entre fuentes y receptores (por ejemplo, la contaminación atmosférica y los ecosistemas), no ha sido posible cuantificar los beneficios económicos de cara a la evaluación de impacto de las políticas (véase la evaluación de impacto de la estrategia temática de la CE sobre contaminación atmosférica). Se destacan especialmente los costes

⁽³⁸⁾ La AEMA y la CE han publicado recientemente revisiones sobre valoración de ecosistemas, aunque no en el contexto del cambio climático.

y beneficios económicos de la biodiversidad como prioridad de investigación.

Se plantean problemas similares a la hora de conocer los efectos económicos totales de otros sistemas y servicios naturales, aunque sí es factible una cierta valoración cuando intervienen bienes de mercado, como es el caso de bosques y pesquerías.

4.3.2 Bosques y pesquerías

En buena parte de Europa, los bosques constituyen un sector económico importante, siendo grande el potencial de absorción de carbono⁽³⁹⁾. No obstante, el cambio climático afectará también a los bosques. Las simulaciones de modelos sugieren que el aumento de temperaturas incrementará la mortalidad de árboles en el centro y sur de Europa, donde los bosques se hallan en el límite de su distribución biogeográfica (AEMA, 2005). La humedad limitada debido al aumento de la temperatura y la posible disminución de precipitaciones veraniegas puede reducir la productividad en el centro y el sur de Europa, al tiempo que el aumento de la temperatura estival y la disminución de las precipitaciones agrave el peligro de incendios (Lasch *et al.*, 2002). La ola de calor experimentada durante el verano de 2003 en Francia hizo aflorar estos efectos; los costes ligados a la extinción de los incendios (sufragados por el Ministerio del Interior) ascendieron a 179 millones de euros, frente a los 83 millones de euros de un año normal (Gillet, 2006). En cambio, cabe esperar que en un clima más cálido progresen hacia el norte los límites de distribución de la mayoría de las especies de árboles nativos en Europa (AEMA, 2005). Trabajos recientes apuntan posibles beneficios para el norte de Europa; el proyecto FINADAPT, por ejemplo, calcula que el crecimiento total nacional aumentará un 44% en Finlandia en 2100 (Carter *et al.*, 2007). Los efectos económicos –positivos y negativos– de la producción maderera pueden calcularse aplicando precios de mercado. Sin embargo, los bosques desempeñan una función mucho más importante que la de producir madera, sobre todo en algunos países miembros de la AEMA, y es necesario determinar el valor económico total de la silvicultura, incluyendo usos recreativos para valores de usuarios y no usuarios.

Los estudios de las pesquerías sugieren un desplazamiento hacia el norte de la distribución geográfica de algunas especies, pero también casos de extinción local en el límite meridional de la zona de distribución actual (para especies como el salmón y el bacalao). Existen algunos trabajos sobre los efectos y los costes económicos del cambio climático sobre las pesquerías, por ejemplo Link y Tol (2006), que concluyen que un debilitamiento sustancial de la circulación termohalina perjudica el desarrollo

de las poblaciones de bacalao, con lo que la pesca de esta especie dejará de ser rentable a largo plazo. Sin embargo, existen otros factores de mayor calado, entre ellos los efectos en la cadena alimentaria, enfermedades y, en los ecosistemas marinos, un aumento de la acidez de los océanos y los niveles de capturas (y sostenibilidad) de la pesca comercial. La sobreexplotación de los recursos será probablemente un factor que afecte de manera más directa al sector pesquero, aunque podría aumentar la vulnerabilidad de la pesca a los cambios del clima previstos.

4.3.3 Las costas

Las zonas costeras de Europa albergan grandes núcleos de población humana y actividades socioeconómicas significativas. Asimismo constituyen el sostén de diferentes ecosistemas que proporcionan importantes hábitats y fuentes de alimentos. Se calcula que un tercio de la población de la Unión Europea vive dentro de una franja costera de 50 km y que unos 140.000 km² de superficie terrestre se hallan actualmente a 1 m de altitud sobre el nivel del mar. Partes significativas de las zonas costeras habitadas, por ejemplo, en los Países Bajos, Inglaterra, Dinamarca, Alemania e Italia, están ya por debajo de los niveles de pleamar normales y hay otras zonas propensas a sufrir inundaciones provocadas por oleadas de tormentas. El cambio climático es una presión adicional y probablemente tenga efectos significativos en las zonas costeras, sobre todo a raíz de la elevación del nivel del mar y del cambio de la frecuencia o intensidad de fenómenos meteorológicos extremos como, por ejemplo, las tormentas y las mareas asociadas. Los ambientes costeros más amenazados en Europa son los deltas, las llanuras costeras bajas, las islas y barreras insulares, las playas, los humedales costeros y los estuarios. Las consecuencias directas de la elevación del nivel del mar incluyen la inundación y el desplazamiento de humedales, tierras bajas, erosión de la costa, aumento de las inundaciones y daños causados por tormentas, incremento de la salinidad en estuarios y acuíferos costeros, elevación del nivel freático costero y problemas de drenaje. Los posibles efectos indirectos incluyen cambios de distribución de los sedimentos de los fondos, cambios de funciones de los ecosistemas costeros e impactos sobre las actividades humanas.

Se dispone de estimaciones recientes de los impactos físicos y costes económicos para las costas europeas causados por la crecida del nivel del mar y las inundaciones provocadas por fenómenos tormentosos. El proyecto PESETA (Richards y Nicholls, 2007) ha elaborado para Europa resultados derivados de la base de datos DIVA y del modelo generado por el proyecto de investigación DINAS-COASTS DG (Consortio DINAS-COAST, 2006; Hinkel y Klein, 2007; Nicholls *et*

⁽³⁹⁾ El potencial del sumidero forestal de la UE25 ascendió a casi 279 millones de toneladas equivalentes de CO₂, que representan el 5,75% del total de las emisiones de GEI de la UE (Bosello *et al.*, 2007).

al., 2007a; Vafeidis *et al.*, 2004; 2007). Estos resultados muestran que los impactos se agravan sobremanera si no media una adaptación: en la década de 2080 y en el escenario A2 SRES, Europa podría haber perdido de forma permanente cerca de 19.000 km² de superficie terrestre y cerca de 1,4 millones de personas se verían afectadas por inundaciones cada año, con unos costes económicos cifrados en 18.000 millones de euros/año (a precios actuales). Grandes zonas de humedales costeros se encontrarían también amenazadas, siendo las pérdidas relativas más cuantiosas en las costas mediterráneas y bálticas.

Por otra parte, la adaptación comporta beneficios significativos. Estas estrategias incluyen (Nicholls *et al.*, 2007b): protecciones costeras (por ejemplo, barreras físicas contra las inundaciones y la erosión costera, como diques y barreras frente a inundaciones); realineamiento de las protecciones costeras tierra adentro; abandono (gestionado o no); medidas para reducir la energía de las olas y corrientes cercanas a la orilla; gestión morfológica de las costas y estrategias que potencien la capacidad de recuperación. Pese a existir ciertas dificultades de cálculo, se dispone de una abundante bibliografía sobre los costes directos de la adaptación a la elevación del nivel del mar e incluso sobre la estimación de los niveles óptimos de protección (basada en los análisis de coste-beneficio⁽⁴⁰⁾) (por ejemplo, Tol, 2004; Anthoff *et al.*, 2006; Richards y

Nicholls, 2007). DIVA supone, dentro de la proyección sobre evolución del clima y nivel del mar descrita anteriormente, e incluida la adaptación (optimizada), que la pérdida de superficie se reduce a menos de 1.000 km² (y los costes económicos a aproximadamente mil millones de EUR/año). Los costes de adaptación (protección costera), se cifran en unos mil millones de EUR/año, pero reducen significativamente los costes de la inacción.

La bibliografía, pese a ciertas incertidumbres, llega a la sólida conclusión de que la protección costera permite reducir considerablemente, y a un coste relativamente menor, la amenaza que supone la elevación del nivel del mar⁽⁴¹⁾. Los estudios demuestran que en Europa la adaptación podría alcanzar proporciones considerables.

Aunque parece factible, y desde luego deseable, proteger muchas zonas costeras mediante medidas de adaptación, con ello no se asegura la plena funcionalidad del litoral europeo. De acuerdo con las proyecciones sobre el cambio climático y la elevación del nivel del mar, los ecosistemas costeros, en especial los del mar Báltico, el mar Mediterráneo y el mar Negro (véase figura 4.2 del proyecto BRANCH) se encuentran amenazados. Estos hábitats podrían verse gravemente reducidos o desaparecer durante el siglo XXI debido a la limitada amplitud de las mareas en

Tabla 4.5 Estudios de costas que incluyen valoración económica

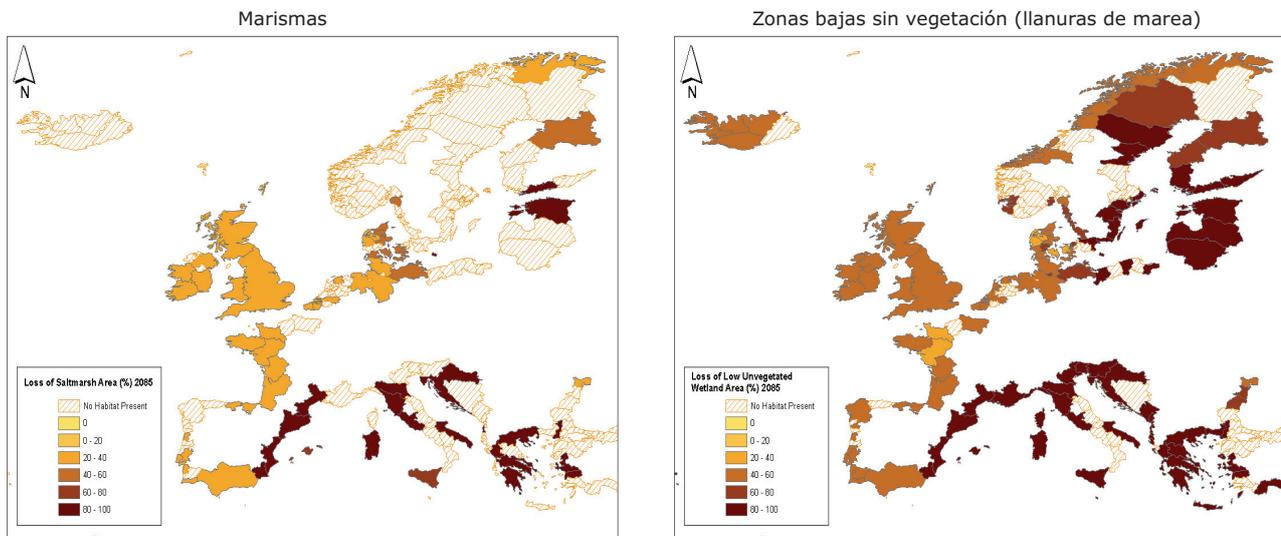
Región estudiada	Elevación del nivel del mar	Nivel de protección	Miles de millones de USD/año
Tol (2002) ¹			
OCDE-E	1 metro	86	1,7
Deke <i>et al.</i> (2002) ²			
Europa Occidental	1 metro	Total	176 (0,02% PIB)
Bosello <i>et al.</i> (2006) ³			
UE	25 cm	Total	11,2 (0,02% PIB)
Nicholls y Klein (2003) ⁴			
Países Bajos			12,3 (5,5% PIB)
Alemania	1 metro	Total	30 (2,2 % PIB)
Polonia			4,8 (14,5 % PIB)
Nicholls <i>et al.</i> (2007)			
UE sin adaptación	0,58		18
UE con adaptación	0,58		1,5

Nota: ¹ Incluido el coste de la migración.
² Porcentaje del PIB proyectado en 2050. Sin descuento y expresado en USD de 1997.
³ Porcentaje del PIB de 1990 que se supone constante cada año entre 1990 y 2100. Valores en USD de 1990.
⁴ Costes totales durante 100 años en porcentaje del PIB de 1990. Sin protección, la pérdida de valor potencial ascendería a 4 69%, 30% y 24%, respectivamente, del PIB de los tres países.

⁽⁴⁰⁾ La extrapolación de la escala local a la escala europea o mundial, una práctica común en relación con la elevación del nivel del mar inducida por el cambio climático, obliga a adoptar hipótesis simplificadas y generalizaciones que pueden cuestionar su fiabilidad. Los aspectos relativos a la vulnerabilidad socioeconómica son especialmente complejos. La dificultad es mayor si los costes de protección (adaptación) de las costas se comparan con los beneficios, con objeto de identificar un nivel de intervención adecuado.

⁽⁴¹⁾ Sin embargo, unos costes que representan un porcentaje muy pequeño del PIB en agregaciones regionales como Europa, a menudo son mucho más relevantes si se consideran a escala nacional. Asimismo, conviene tener muy en cuenta las respuestas de tipo socioeconómico provocadas por las políticas de protección costera.

Figura 4.2 Pérdida relativa de superficie en 2080 (respecto a 2000) dentro de un escenario de elevación del nivel del mar de 1 metro en 2080



Fuente: Proyecto BRANCH: Biodiversity Requires Adaptation in Northwest Europe under a CHanging climate, using the DIVA model. Richards, J. y Nicholls, R. J., 2007.

estas zonas y al limitado margen para migrar tierra adentro debido al uso humano intensivo de la zona costera (Nicholls y Klein, 2003a). Alcamo *et al.* (2007) señalan que la elevación del nivel del mar seguramente lleve a una migración de las playas hacia el interior y a la pérdida de hasta un 20% de los humedales costeros. El potencial de los sistemas de adaptación, especialmente concebidos para los asentamientos humanos, es inferior⁽⁴²⁾.

4.4 Sectores económicos

4.4.1 Agricultura

La agricultura sólo representa un porcentaje menor del producto interior bruto (PIB) europeo y, en general, se considera que el grado de vulnerabilidad de la economía europea frente a los cambios que afecten a la agricultura es menor (AEMA, 2005). No obstante, las repercusiones sí pueden ser considerables a escala europea, sin subestimar la propia distribución de dichos cambios. El clima influye de diversas formas en la productividad y en la diversidad de los cultivos. La temperatura y el clima afectan a la producción y al periodo vegetativo, aparte de que también existe un efecto de fertilización directo (positivo) del CO₂. No obstante, existen interacciones complejas con otros factores, como por ejemplo fenómenos extremos (calor estival, lluvias invernales, tormentas), plagas y enfermedades, además de interacciones complejas

con otros sectores clave, como por ejemplo en el suministro de agua para el riego. No se debe olvidar tampoco la multifuncionalidad a mayor escala que desempeña la agricultura en relación con el paisaje, la economía y la sociedad rural, etc. Los estudios de modelos climáticos (por ejemplo, AEMA, 2005) indican que el cambio climático generará tensiones fuertes en los países del sur (Mediterráneo) y sureste de Europa debido a la mayor intensidad con que se manifiestan en estas zonas los indicios de cambio climático (con aumentos de temperatura superiores a la media europea), y a causa también de la mayor reducción de la disponibilidad de agua durante el verano (y quizá sequías más acentuadas) que, en conjunto, mermarán la productividad. La importancia de la agricultura en estos países es mayor en términos de empleo y PIB, lo que podría agravar estos efectos⁽⁴³⁾. Por el contrario, los sistemas agrícolas en Europa occidental se consideran menos vulnerables al cambio climático, y los modelos predictivos muestran condiciones similares para el norte de Europa (aumentos de producción y cultivos agrícolas más variados). De acuerdo con las conclusiones del 4º informe de evaluación del IPCC (2007b) publicado recientemente, la proyección inicial del cambio climático para el norte de Europa prevé efectos mixtos, incluidos ciertos beneficios, como unas cosechas más abundantes y un incremento de la superficie forestal. Ahora bien, a medida que el cambio climático vaya avanzando, los impactos negativos tenderán a prevalecer sobre los positivos.

⁽⁴²⁾ Pese a que existe cierto potencial mediante una retirada gestionada, se plantea la posibilidad de dejar espacio para el agua (como para los ríos) a fin de compensar parcialmente algunos de los posibles efectos sobre los ecosistemas costeros, si bien es improbable que se logre conservar íntegramente el actual equilibrio de humedales y ecosistemas costeros de Europa.

⁽⁴³⁾ No obstante, el desarrollo socioeconómico proseguirá paralelamente al cambio climático en Europa. Aunque la agricultura representa todavía un porcentaje alto del PIB de estos países, es casi seguro que descenderá a medida que vayan desarrollándose. Esto subraya la necesidad de tener en cuenta el cambio climático junto con futuras proyecciones de desarrollo socioeconómico. Más aún, cabe esperar que la eficiencia y productividad de la agricultura aumente a la par que el desarrollo tecnológico.

Existe una abundante bibliografía sobre los efectos del clima en la agricultura. La mayoría de estos análisis actualmente incorporan la adaptación (autónoma), que refleja una probable tendencia de los productores a modificar las prácticas e incluso los tipos de cultivo por región a medida que cambia el clima.

Diversos estudios coinciden en sus previsiones con los modelos espaciales descritos anteriormente, con una marcada distribución de los cambios de productividad en Europa, según concluye el proyecto PESETA, tal y como se describe a continuación. Los mapas indican el patrón territorial general de los cambios previstos en las pautas de producción agrícola en toda Europa a partir de dos modelos diferentes, y muestran cómo el sur y oeste de Europa pueden experimentar un descenso de la productividad del 10% o más, frente a una mejora equivalente esperada del rendimiento en los países nórdicos. El modelo utilizado en el mapa de la derecha proporciona una señal climática mayor y, por lo tanto, predice cambios más acusados.

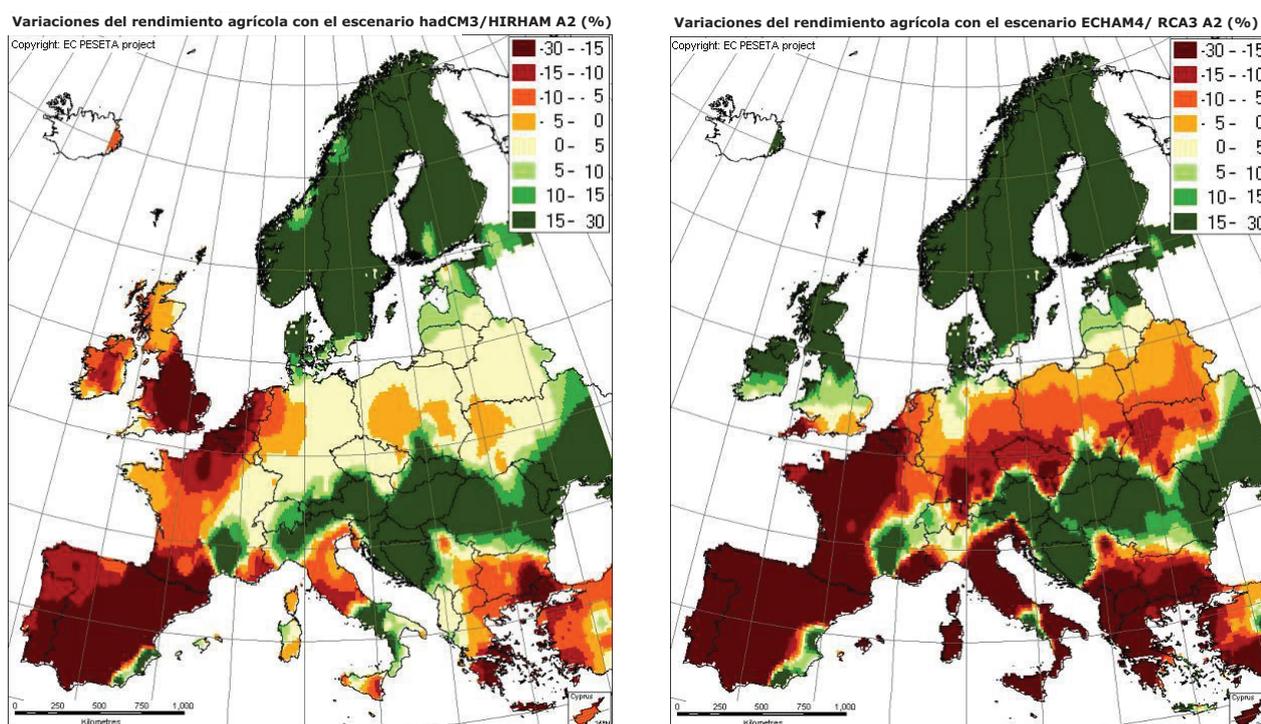
Estos cambios de productividad pueden evaluarse en términos económicos sirviéndonos de los precios de las cosechas. En la mayoría de los estudios también se analizan estos cambios relacionándolos con cambios a mayor escala en la producción y los precios agrícolas mundiales, es decir, de los probables cambios en el suministro y la demanda de productos y precios agrícolas, y las relaciones con el precio del suelo, utilizando modelos de equilibrio parcial o general. Los estudios globales sobre los costes de la inacción (por

ejemplo, de los MEI debatidos en un capítulo anterior) indican que la agricultura es uno de los sectores dominantes, de acuerdo a las estimaciones recientes de costes económicos (véase Downing *et al.*, 2005).

Recientes evaluaciones desarrolladas en el Reino Unido predicen aumentos de la producción y también de los ingresos en la década de 2020, pero con una disminución en torno a la década de 2050 y con una modificación de los ingresos que se tornarán en pérdidas en casi todas las regiones hacia la década de 2080, esperándose pérdidas económicas de hasta 24 millones de GBP/año (Hamilton *et al.*, 2006), sobre todo en las regiones del sur, donde el agua escaseará cada vez más. El estudio indica además que las inundaciones podrían acarrear pérdidas similares en el sector agrícola (de no existir adaptación).

Sin embargo, si bien es cierto que estos modelos suelen considerar los efectos de los cambios de temperatura y fertilización de CO₂ previstos, no tienen en cuenta todos los aspectos relativos a la disponibilidad de agua y casi nunca contemplan fenómenos extremos. Entre estos últimos, las sequías extremas y las inundaciones podrían tener repercusiones importantes para Europa. A modo de ejemplo, las sequías de 1999 causaron pérdidas de más de 3.000 millones de EUR en España (AEMA, 2004) y se calcula que la ola de calor del verano de 2003 en Europa provocó pérdidas por un importe de 15.000 millones de USD en el sector agrícola, ganadero y silvícola debido a los efectos combinados

Figura 4.3 Cambios simulados de rendimiento agrícola para 2080 en comparación con el periodo 1961-1990, según un escenario de emisiones elevadas (IPCC A2) y dos modelos climáticos diferentes: (izquierda) HadCM3/HIRHAM, (derecha) ECHAM4/RCA3



Fuente: Proyecto PESETA. <http://peseta.jrc.es/docs/Agriculture.html>. A. Iglesias/L. Garrote.

de la sequía, el estrés debido al calor y los incendios (Munich Re, 2004)⁽⁴⁴⁾.

Finalmente, la función de adaptación autónoma y planificada es sumamente importante en el caso de la agricultura y en este sector ha sido estudiada con más profundidad que en ningún otro (con la posible excepción de las protecciones costeras). Si bien la mayoría de los análisis tienen en cuenta la adaptación autónoma a corto plazo (para optimizar la producción), como se ha descrito anteriormente, también pueden tener lugar adaptaciones a largo plazo en forma de cambios estructurales generales, con el fin de superar la adversidad provocada por el cambio climático⁽⁴⁵⁾. Estas adaptaciones suelen ser el resultado de una estrategia planificada. Numerosos estudios se hacen eco de los beneficios que la adaptación supone para los agricultores, al reducir al menos en un 20% los efectos negativos e incluso convertir las pérdidas en ganancias (conviene señalar, no obstante, que estos estudios no suelen asignar un coste explícito a la adaptación).

En general, es probable que los posibles efectos obedezcan a pautas diferenciadas en el conjunto de Europa. En latitudes superiores, como el norte de Europa, el aumento de las temperaturas puede, en principio, incrementar la producción de determinados cultivos. Por el contrario, en latitudes más bajas, la creciente escasez de agua y las elevadas temperaturas pueden afectar sensiblemente el rendimiento de la agricultura. Conviene hacer hincapié en que la modelización del efecto fertilizante del CO₂⁽⁴⁶⁾, los efectos de los fenómenos extremos y las opciones de adaptación humana, especialmente los costes de la adaptación, siguen rodeados de numerosas incertidumbres.

4.4.2 Turismo

Con el aumento del poder adquisitivo y la capacidad de disfrutar de más tiempo de ocio se prevé que el sector turístico europeo continúe creciendo. Hoy por hoy, predominan los flujos orientados de norte a sur (a la zona costera, el principal destino turístico de Europa), lo que contribuye a transferencia de capital. Sin embargo, si el cambio climático propicia olas de calor estival más frecuentes o sequías prolongadas que agudicen los problemas de suministro de agua y de incendios forestales, los flujos de turismo hacia el Mediterráneo podrían reducirse y es casi seguro que se redistribuirían los flujos estacionales.

El aumento de la temperatura probablemente modificará las preferencias veraniegas: las actividades al aire libre en el norte de Europa pueden cobrar más atractivo, mientras que las temperaturas estivales y las olas de calor del Mediterráneo propiciarían un desplazamiento del turismo estacional veraniego hacia la primavera y el otoño. Estos flujos han sido evaluados en varios estudios publicados recientemente. A continuación se muestra un ejemplo extraído de PESETA en el que, utilizando un análisis del Índice climático turístico (Tourism Climate Index, TCI) que considera la temperatura, la humedad, la insolación, la lluvia y el viento como características climáticas, se muestra un ejemplo de los cambios en las preferencias del turismo estival. El índice muestra la idoneidad del clima para fines turísticos generales en verano (junio-agosto). Los mapas representan las puntuaciones estivales del TCI en el periodo tomado como referencia a la izquierda (1961-1990) y hacia finales de siglo (2071-2100) dentro del escenario IPCC A2.

Los mapas muestran la dirección esperada de estos desplazamientos del turismo e indican cambios significativos en la idoneidad del clima en relación al turismo, con un desplazamiento de la franja de condiciones veraniegas idóneas desde el Mediterráneo hacia el norte de Europa. Sin embargo, la pérdida de atractivo de los actuales destinos veraniegos se verá compensada, al menos en parte, por la mejora de las oportunidades turísticas en el norte de Europa. En las estaciones de transición (primavera y otoño, no representadas aquí), las proyecciones de puntuaciones del TCI aumentan generalmente en toda Europa (hecho que podría compensar algunas pérdidas estivales).

Otro trabajo reciente (Hamilton y Tol, 2006) relaciona algunos de los flujos de turismo en Europa con el cambio climático. El número de turistas entrantes aumenta en todos los países y escenarios. La razón de esta redistribución del equilibrio es el crecimiento demográfico y económico en el resto del mundo. El cambio climático provoca un aumento de la tasa de crecimiento, por ejemplo, en el Reino Unido o en Suecia, o su disminución, por ejemplo en España e Italia. El análisis revela además cambios de los patrones específicos de cada país. En el Reino Unido, por ejemplo, el cambio climático acentúa la tendencia a una mayor afluencia de turistas en lugar de a una salida de turistas⁽⁴⁷⁾. En la década de 2050, de acuerdo con todos los escenarios de cambio climático, será mayor el número de turistas que visiten el Reino Unido que el número de turistas que salgan del país.

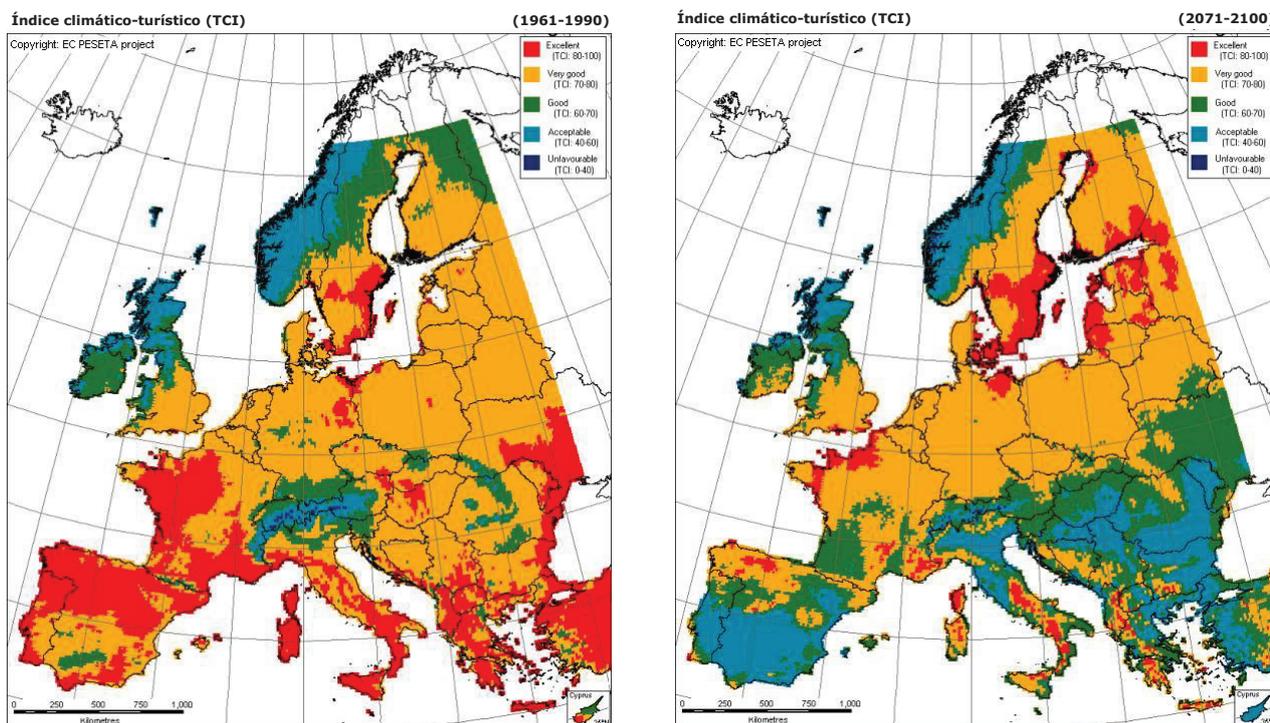
⁽⁴⁴⁾ Se han considerado también los efectos positivos generales para la industria agrícola, frutícola y vitivinícola del Reino Unido (Metroeconomica, 2005), con unos beneficios económicos cifrados en 64 millones de GBP, aunque esta cifra incluye una combinación de efectos positivos y negativos y los autores señalan que no es posible concluir con certeza que estas ganancias/pérdidas sean atribuibles en su totalidad a las condiciones meteorológicas que prevalecieron en el verano de 2003.

⁽⁴⁵⁾ La adaptación puede tener lugar además a varias escalas, es decir, en una explotación, a escala regional y en el ámbito nacional. Obsérvese que existen diferencias entre modelos con respecto a la manera en que se contempla la adaptación, por ejemplo entre un procedimiento territorial/ricardiano o un enfoque estructural.

⁽⁴⁶⁾ Trabajos más recientes indican que el efecto fertilizante del CO₂ puede ser menor debido a otros factores restrictivos (climáticos o pluviométricos); véase un comentario, por ejemplo, en Stern, 2006, tomado de Warren, 2006b.

⁽⁴⁷⁾ Esto se debe a que el Reino Unido gana en atractivo para los propios ciudadanos y las vacaciones en el extranjero son reemplazadas por vacaciones en el territorio nacional y, en segundo lugar, porque el Reino Unido gana también atractivo para los turistas extranjeros.

Figura 4.4 Condiciones simuladas del turismo estival en Europa durante el periodo 1961–1990 (izquierda) y 2071–2100 (derecha) según un escenario de emisiones altas (IPCC A2)



Fuente: Proyecto PESETA. <http://peseta.jrc.es/docs/Tourism.html>. P. Martens/B. Amelung/A. Moreno.

La escasez de agua a causa de sequías extremas probablemente afectará también a los flujos turísticos, especialmente en el sureste del Mediterráneo, en donde el momento de máxima demanda coincide con el momento de mínima disponibilidad de reservas hídricas (obsérvense los vínculos con la disponibilidad de agua y también con la salud). El análisis anterior no tiene en cuenta la disponibilidad de agua.

Por otra parte, se plantea la cuestión del patrimonio cultural y la amenaza potencial del cambio climático (que trasciende el turismo, aunque lo incluye).

Aunque es un problema incipiente, sin duda reviste suma importancia para muchas de las grandes ciudades. Se han realizado, por ejemplo, análisis económicos de los posibles efectos del cambio climático en Venecia, con recientes estudios de evaluación (Breil *et al.*, 2005).

El aumento de las temperaturas puede afectar a la viabilidad económica del sector de los deportes de invierno en Europa. Hay estudios que demuestran una tendencia estadísticamente significativa a la reducción de la cubierta de nieve en los Alpes durante

Tabla 4.6 Número de turistas entrantes en un grupo de países europeos dentro de los escenarios de emisiones altas, con y sin cambio climático, en las décadas de 2020, 2050 y 2080

Turistas entrantes	Con cambio climático			Sin cambio climático			Diferencia		
	2020	2050	2080	2020	2050	2080	2020	2050	2080
Alemania	20	32	47,5	22,5	32,2	43,5	- 2,5	- 0,2	4
Dinamarca	2,2	3,3	4,7	2,4	3,3	4,4	- 0,2	0	0,4
España	48,4	66,6	91,4	57,9	81	113	- 9,5	- 14,4	- 21,5
Francia	77,3	109,4	152,5	89	122,5	167	- 11,7	- 13,1	- 14,5
Grecia	13,2	18,3	24	15,9	23,2	32	- 2,7	- 4,9	- 8
Irlanda	6	8,4	12,1	6,9	9,2	12,4	- 0,9	- 0,8	- 0,4
Italia	39,8	55,7	75,7	47,3	67,3	92,8	- 7,4	- 11,6	- 17,1
Países Bajos	8,5	12,1	17,3	9,7	13,1	17,7	- 1,2	- 1	- 0,4
Reino Unido	42	87,9	175,9	45,6	88,5	162,8	- 3,6	- 0,6	13,1
República Checa	46,2	126	213,6	50,7	124,6	194	- 4,5	1,3	19,5
Suecia	3,5	6,2	10,3	3,5	4,8	6,3	0,1	1,4	4

Fuente: Hamilton y Tol, 2006.

los últimos años. Un trabajo reciente (OCDE, 2007) ha cuantificado el impacto sobre el turismo invernal alpino de Europa teniendo en cuenta el número de estaciones de esquí en peligro (aunque sin evaluar las pérdidas económicas). El estudio revela que el número de zonas aptas para el esquí alpino en Austria, Francia, Alemania, Italia y Suiza que pueden considerarse fiables desde el punto de vista de la presencia de nieve natural, caerá de las aproximadamente 600 existentes en la actualidad a menos de 500 si la temperatura aumenta 1 °C y a unas 400 si el aumento es de 2 °C (aunque con un marcado patrón de sensibilidad según el país). Existen algunas medidas de adaptación (nieve artificial). La utilización de estas medidas se ha incrementado en los últimos años (en Francia, por ejemplo, se han invertido casi 500 millones de euros entre 1990 y 2004 en instalaciones de fabricación de nieve artificial, mientras que en Austria se invirtieron unos 800 millones de euros entre 1995 y 2003), aunque no todo ello ha sido necesariamente consecuencia de cambios en el clima. Estas medidas son eficientes pero limitadas y los costes aumentarán probablemente de forma no lineal a medida que aumenten las temperaturas (y más allá de ciertos límites, sencillamente no serán viables).

4.4.3 Energía

Las industrias del sector energético son la principal fuente individual de emisiones de gases de efecto de invernadero en Europa. No obstante, el sector energético también se verá afectado por el cambio climático. Diversos estudios han demostrado que la demanda energética está relacionada con las condiciones climáticas: en invierno se demanda calefacción y en verano refrigeración. En Europa, el cambio climático comportará un descenso de la demanda de calefacción en invierno, pero aumentará la demanda de refrigeración en verano (que puede calificarse de impacto o adaptación).

La importancia potencial de la demanda de energía es uno de los principales motores de las estimaciones de los costes globales de la inacción (y a menudo el valor dominante, véase Downing *et al.*, 2005). Sin embargo, se prevé que los costes económicos (netos) para Europa sean modestos a corto y medio plazo, aunque presentan un patrón de distribución transversal muy marcado en Europa, caracterizado por una creciente demanda de

refrigeración (electricidad) estival en el sur y una menor demanda de calefacción (energía) invernal en el norte (véase Alcamo *et al.*, 2007)⁽⁴⁸⁾. Estos cambios repercutirán en los picos de la demanda eléctrica de varios países europeos, que pueden ser más importantes (en términos económicos) que el consumo agregado de energía⁽⁴⁹⁾. Éstos pueden verse exacerbados por fenómenos extremos (por ejemplo, olas de calor) y los consumos diarios en horas punta a causa del aire acondicionado. Otro de los imprevistos en relación con el consumo de energía tiene que ver con el suministro de agua (bombeo, desalinización, reciclaje, trasvases de agua). La adaptación desempeña una función importante en este sentido, sobre todo a través de alternativas al aire acondicionado mecánico, por ejemplo, mediante ventilación pasiva, diseño de edificios, planificación, etc.

Un cambio en el clima puede influir además en otros aspectos relacionados con el sector eléctrico, por ejemplo, al caudal hidroeléctrico (en verano y por la fusión de la nieve), a los recursos eólicos y a la captación de agua para centrales eléctricas de grandes dimensiones (por ejemplo, en 2003 se limitó la captación de agua de refrigeración).

4.5 Intereses humanos

4.5.1 Salud humana

El cambio climático probablemente afecte a la salud humana, bien directamente a través de efectos psicológicos derivados del frío y el calor, bien indirectamente, por ejemplo, a través de la proliferación de patógenos transmitidos por los alimentos y por vectores, o a consecuencia de las inundaciones. En las últimas décadas se ha observado un aumento de algunos de estos efectos en Europa (las olas de calor de 2003 causaron, por sí solas, más de 35.000 muertes por encima de lo normal: (AEMA 2004).

No hay seguridad respecto a los efectos netos (suma de efectos por calor y frío) en Europa en condiciones de cambio climático, y sobre todo en lo referente a la distribución de beneficios en Europa. En la bibliografía figuran estimaciones de los efectos (por ejemplo, *WHO global burden of disease* (McMichael, 2004), y el reciente proyecto PESETA (AEA, 2007)): éste último calcula los efectos económicos de estos fenómenos en Europa

⁽⁴⁸⁾ Giannakopoulos (2006), por ejemplo, calcula en un 30% el aumento de la demanda energética en Atenas en julio de 2080 a consecuencia del aire acondicionado (junto a un descenso de la demanda durante el invierno, más suave y corto), mientras que Livermore calcula aumentos de hasta un 50% en Italia y España en torno a 2080. Al mismo tiempo, se pronostican descensos en la demanda energética global de países situados más al norte debido a la reducción de la demanda energética en invierno, por ejemplo, en el Reino Unido (Metroeconomica, 2006).

⁽⁴⁹⁾ Obsérvese que estos cambios deben interpretarse en el contexto de cambios de demanda más generales. El consumo y la demanda de electricidad en Europa han aumentado sin cesar desde mediados de la década de 1990 y se espera que la tendencia continúe (AEMA, 2004a), pero los cambios en la demanda a consecuencia del clima pueden ser económicamente importantes. En general, si los cambios de temperatura son pequeños, los ahorros derivados del menor gasto en calefacción deberían compensar con creces el incremento del gasto en refrigeración, aunque la situación se invertirá en algún momento. Asimismo, el aire acondicionado está muy correlacionado con los ingresos; aunque el clima no cambie los próximos años, el patrón de demanda entre calefacción y refrigeración cambiaría debido a variaciones de los ingresos. Por último, están las cuestiones relativas a innovaciones tecnológicas y a mejoras de la eficiencia de los sistemas de calefacción y refrigeración.

y prevé unos costes económicos elevados (miles de millones/año) por mortalidad estival en el decenio de 2080, aunque contrarrestados por beneficios económicos potencialmente más elevados a raíz de una menor mortalidad invernal. Las poblaciones se aclimatarán en parte a las futuras temperaturas y, además, existe el potencial para adaptarse a esta situación, por ejemplo, mediante los actuales sistemas de alerta de olas de calor de muchos países miembros de la AEMA (implantado en Francia, y en otros países, después de 2003). Se subraya, por otra parte, que las preocupaciones sanitarias relacionadas con el calor pueden, por sí solas, favorecer interacciones con el consumo de energía y aire acondicionado.

El cambio climático puede agravar las patologías infecciosas relacionadas con el clima como, por ejemplo, la salmonelosis. Ciertos trabajos recientes (AEA, 2007, basado en Kovats, 2003) demuestran que el efecto sobre el desarrollo de enfermedades en Europa podría ser considerable y acarrear costes potencialmente elevados (podrían cifrarse en varios miles de millones de euros/año durante el periodo 2070-2100 y atribuibles a costes médicos, absentismo laboral, disposición a pagar para evitar dolor o sufrimiento y a un limitado número de casos de intoxicación alimentaria con desenlace fatal), aunque la adaptación representa un instrumento para reducirlos de bajo coste.

Es probable que el incremento de los episodios de pluviosidad torrencial aumente la frecuencia de inundaciones extremas en algunas zonas de Europa (véase a continuación). Aunque el número de muertes y lesiones registradas en Europa a causa de las inundaciones es relativamente escaso, los episodios de inundaciones llevan aparejadas consecuencias importantes, en particular sobre el estado de salud general (salud mental, estrés y depresión). Existen cuantificaciones y valoraciones recientes de estos últimos efectos sobre la salud general (AEA, 2007, basados en estudios de impacto como los de Reacher *et al.*, 2004) que demuestran que, sin adaptación, los costes básicos podrían ser considerables (miles de millones al año). Sin embargo, la adaptación a las inundaciones costeras y crecidas fluviales debería reducirlos significativamente.

De acuerdo con las proyecciones, los cambios globales de distribución de la malaria inducidos por el cambio climático afectarán principalmente a regiones pobres y vulnerables. En Europa pueden producirse brotes localizados en zonas en las que se ha erradicado la enfermedad, pero subsisten los vectores (Reiter *et al.*, 2004), aunque el refuerzo de programas efectivos de vigilancia y prevención (adaptación) debería minimizar su incidencia. En trabajos recientes del

proyecto EDEN se evalúa de qué modo el cambio climático puede influir en la distribución de enfermedades transmitidas por vectores en Europa (malaria, leishmaniasis, virus del Nilo occidental).

Por último, con el cambio climático en Europa afloran nuevos problemas de índole sanitaria que no han sido cuantificados ni evaluados todavía. Un clima más cálido puede tener consecuencias importantes para la calidad del aire en Europa (formación de ozono). La estacionalidad de los trastornos alérgicos puede variar y repercutir en los costes directos, a través de medicamentos dispensados sin receta para la rinitis alérgica o costes económicos de índole más general que inciden sobre las personas.

Se empiezan a conocer datos sobre los costes de la vigilancia y el control de los brotes (costes de adaptación) y existen estrategias de adaptación que pueden aplicarse a los sectores sanitarios (por ejemplo, véase el proyecto cCASHh), la mayoría de los cuales se basarán probablemente en enfoques consolidados de la sanidad pública, aunque es preciso seguir investigando en la evaluación de los costes totales de la adaptación. La mayoría de las medidas de adaptación son de bajo coste (por ejemplo, suministro de información), pero algunas pueden comportar vacunaciones a gran escala, potencialmente costosas, y otros programas de prevención de enfermedades transmitidas por vectores⁽⁵⁰⁾. Varios estudios publicados recientemente han tenido en cuenta los posibles costes sanitarios directos e indirectos (por ejemplo, Bosello *et al.*, 2006) y en ellos se demuestra que en términos de PIB tenderán a ser relativamente pequeños en Europa. Destacan además que probablemente tendrán consecuencias distributivas importantes de cara al cambio climático y la salud y los más expuestos o más vulnerables serán los países pobres.

4.5.2 Agua

Europa tiene un patrón hidrológico muy diverso. En el sur se observa una variación estacional significativa del caudal de los ríos debido a los veranos secos y prolongados. Hacia el oeste se observa una variación menos acusada; en las cuencas hidrográficas situadas sobre acuíferos absorbentes, los caudales fluviales se mantienen razonablemente constantes a lo largo del año (AEMA, 2005). En el norte y el este, buena parte de la precipitación se da en forma de nieve. Por ello, los caudales fluviales registran aumentos significativos en primavera, cuando se derriten las nieves.

El informe de la AEMA sobre cambio climático y cuestiones de adaptación hidrológica (AEMA, 2007b) destaca que en las últimas décadas han aumentado

⁽⁵⁰⁾ Es difícil estimar los costes y beneficios de las medidas, porque en primer lugar, falta información sobre los posibles costes de muchas intervenciones; en segundo lugar, a menudo es sumamente complicado evaluar la reducción de los efectos físicos sobre la salud que se conseguirá con estas medidas; en tercer lugar, es extremadamente difícil separar los costes de adaptación a cambios del estado de salud inducidos por el cambio climático de los relacionados con el cambio del estado de salud por sí mismo. Puede argumentarse, asimismo, que los cambios del gasto sanitario son un efecto del cambio climático en lugar de una adaptación al mismo.

los episodios de precipitaciones torrenciales intensas y que algunas zonas de Europa han experimentado fenómenos meteorológicos extremos bajo la forma de inundaciones graves, sequías y olas de calor. El análisis de los modelos de cambio climático proyecta una exacerbación de la frecuencia e intensidad de estos fenómenos. Los cambios que experimentarán las precipitaciones, unidos a un aumento de las temperaturas y a una reducción del manto de nieve, repercutirán en la calidad y cantidad de agua y obligarán a los gestores de los recursos hídricos a tener en cuenta el cambio climático antes de tomar decisiones en materia de planificación y de inversión.

El sector hidrológico resulta crítico y toda perturbación en él genera un efecto cascada, reflejo de la diversidad de usos del agua. Los cambios registrados en la demanda de agua guardan estrecha correlación con el crecimiento económico y social, así como con las pautas de variación de la demanda que se registran en otros sectores. Las proyecciones señalan como sectores más afectados (AEMA, 2007b): la agricultura (mayor demanda de agua para riego), la energía (menor potencial hidroeléctrico y menor suministro de agua para refrigeración), la salud (peor calidad del agua), el ocio (turismo ligado a actividades acuáticas), la pesca y la navegación, así como efectos potencialmente graves en la biodiversidad. Las secuelas principales son las inundaciones en Europa central, la inquietud suscitada por la generación hidroeléctrica, por la salud y los problemas de los ecosistemas en los países del norte y la escasez de agua en los países del sur.

En la actualidad disponemos de buenos estudios sobre los posibles costes económicos de las inundaciones en Europa. En muchos estudios se estiman los costes económicos de las últimas inundaciones extremas en Europa; las graves inundaciones de agosto de 2002 en Europa central (Austria, República Checa, Alemania, Eslovaquia y Hungría), por ejemplo, causaron pérdidas económicas por importe de 17.300 millones de USD y daños asegurados por valor de 4.100 millones de USD (AEMA, 2004). La tendencia al incremento de los daños causados por las inundaciones puede atribuirse a factores socioeconómicos, como el aumento de la población y la riqueza en zonas expuestas a inundaciones, a cambios en el sistema terrestre, como la urbanización, la deforestación y la pérdida de las zonas de almacenamiento natural, y al cambio climático.

Los recientes estudios se centran ahora en las proyecciones de futuros impactos. De acuerdo con las proyecciones de los modelos climáticos recientes, en las próximas décadas el calentamiento global intensificará el ciclo hidrológico e incrementará la magnitud y la frecuencia de las lluvias torrenciales en la mayor parte de Europa, especialmente en el centro y norte del continente (Christensen y Christensen, 2003; Semmler y Jacob, 2004). Probablemente esto contribuirá a agravar el peligro de inundaciones causadas por lluvias torrenciales y, sobre todo, por

riadas (IPCC, 2007b). El riesgo de inundaciones puede aumentar también en inviernos más húmedos y templados, con lluvias cada vez más frecuentes y menor abundancia de nieve. Por otra parte, las barreras de hielo y las crecidas originadas por el deshielo a comienzos de primavera probablemente se reducirán como consecuencia del calentamiento (Kundzewicz *et al.*, 2006).

Algunas estimaciones preliminares (ABI, 2005) indican que las pérdidas anuales en concepto de inundaciones en Europa podrían aumentar hasta 100.000 - 120.000 millones de euros (diez veces más) hacia finales de siglo (si bien la gestión de las crecidas podría reducir estas cantidades). Además del aumento previsto de los daños directos causados en asentamientos e infraestructuras, un incremento del número y la gravedad de las crecidas afectará a una parte sustancial de la industria europea y a la generación de electricidad en zonas propensas a inundaciones. Esto puede provocar problemas de competitividad debido a un incremento del riesgo de interrupción de las actividades. Como consecuencia, las pérdidas económicas provocadas por las inundaciones podrían aumentar de 10 a 20 veces hacia 2080, suponiendo escenarios de altas emisiones y de fuerte crecimiento económico (por ejemplo, Hall *et al.*, 2005).

Un trabajo desagregado efectuado con más detalle en el marco del proyecto PESETA (Feyen *et al.*, 2007) ha modelado cambios de los caudales fluviales en condiciones de cambio climático en Europa, estudiando a fondo dos cuencas hidrográficas (Danubio y Mosa).

- En el Alto Danubio, se prevé que los daños totales estimados para una frecuencia de inundación de 100 años aumentarán aproximadamente un 40 % respecto a la estimación actual (18.500 millones de EUR más) en el escenario de emisiones elevadas (A2) y en torno al 19 % en el escenario de emisiones bajas (B2) para 2100.
- Se calcula que el número de personas afectadas en el Alto Danubio aumente en 242.000 (aproximadamente un 11 %) en el escenario A2 y en 135.000 (alrededor del 6 %) en el escenario B2.
- Aunque estos cálculos no incluyen respuestas de adaptación, demuestran que los posibles efectos son considerables, sobre todo si se extrapolan a escala europea. Sin embargo, la adaptación permitiría reducirlos significativamente (véase el estudio de un caso neerlandés a continuación).

Por otra parte, está el tema de la escasez de agua. Alcamo *et al.* (2007) (IPCC, GTII) predicen que el porcentaje de la superficie europea sometida a un elevado estrés hídrico podría pasar del 19 % actual al 35 % en 2070, y que el número adicional de personas afectadas en 2070 oscilará entre los 16 y los 44 millones. Muy pocos estudios han evaluado los efectos y los costes económicos de dichos cambios. De acuerdo con un estudio publicado en el Reino Unido, las pérdidas económicas en los hogares por la pérdida de usos del agua debida al déficit hídrico

anticipado para 2100 en el sureste de Inglaterra (Wade *et al.*, 2006) se cifran entre 41 - 388 millones de GBP al año (en función del escenario), pero en caso de eliminar en gran medida (aunque no por completo) estos déficits, los costes serían de solamente 6 a 39 millones de GBP al año (los costes efectivos de la adaptación).

No obstante, sólo incluyen parcialmente los impactos intersectoriales completos del agua y los posibles efectos en cascada en todos los sectores. Hay que dar prioridad a trabajos que reflejen dichas deficiencias y que estudien las presiones acumuladas.

4.5.3 Entorno edificado e infraestructura

En el último apartado se analiza el entorno artificial, es decir, el entorno edificado, incluidas las infraestructuras.

El entorno edificado es vulnerable, en principio, a los fenómenos extremos (inundaciones y tormentas), aunque también a las olas de calor y las sequías. Los dos primeros captan el daño posible, mientras que las dos últimas son pertinentes de cara a hundimientos.

En un capítulo anterior consagrado al estudio del sector de los seguros se analizaron los impactos recientes y los costes que acarrearán los actuales fenómenos climáticos extremos para el entorno edificado, mientras que los riesgos de las inundaciones costeras y las crecidas fluviales han sido esbozados en los apartados anteriores.

Las tormentas, hoy por hoy, son las catástrofes meteorológicas que implican mayores gastos para el mundo desarrollado y probablemente serán más destructivas en el futuro a medida que los océanos se calienten y aumente la energía que suministran a la formación de huracanes (Stern, 2006). Este efecto se magnificará en el caso de los costes de las tormentas extremas, que se prevé aumenten desproporcionadamente por encima de los costes de una tormenta media.

ABI ha estimado que los daños asegurados causados por el viento durante episodios tormentosos extremos en Europa aumentarán por lo menos un 5 %, hasta 25.000-30.000 millones de EUR. Swiss Re ha estimado recientemente que los costes de una tormenta en Europa con una frecuencia de ocurrencia de 100 años podrían duplicarse hasta la década de 2080 por el cambio climático (USD 50.000 millones/EUR 40.000 millones en el futuro frente a USD 25.000 millones/EUR 20.000 millones hoy), mientras que el aumento de las pérdidas medias ocasionadas por tormentas se cifra en tan solo un 16-68 % para el mismo periodo

(Heck *et al.*, 2006). Algunas estimaciones indican que la contribución acumulada del riesgo de cambio climático y desarrollo socioeconómico probablemente duplicará cada diez años las pérdidas económicas mundiales a causa de desastres naturales.

Si se analizan otros fenómenos, las pérdidas totales del caluroso verano de 2003 en Francia (incluidas las de generación de electricidad, tensiones del sistema de transporte, estrés de los bosques y otros ecosistemas, incluidos los incendios, la pérdida de producción vitivinícola y de productividad agrícola) ascienden a un 0,1 - 0,2 % del PIB, lo que equivale a 15.000-30.000 millones de euros (Gillet, 2006). Se estima asimismo que durante el verano de 2003 aumentó también un 20 % el número de reclamaciones por desplome de edificios en el Reino Unido, que se han cifrado entre 30 a 120 millones de GBP (Metroeconomica, 2006), y daños en las infraestructuras de transporte (deformación de vías y hundimiento de carreteras) por valor de 40 millones de GBP (Watkiss y Horrocks, 2006). Estos estudios predicen asimismo las probables tendencias futuras en el Reino Unido y muestran aumentos potencialmente acusados de futuros costes económicos.

Predecir los efectos futuros derivados de fenómenos extremos es difícil. En primer lugar, las predicciones del modelo climático despiertan menos confianza en el caso de este tipo de fenómenos. En segundo lugar, es posible que la exposición (riesgo) aumente debido a cambios en el desarrollo económico, lo que incrementa el valor y la densidad del capital físico y humano. La adaptación permitirá reducir los costes y las perturbaciones provocadas por fenómenos meteorológicos extremos, como tormentas, inundaciones y olas de calor, aunque conviene tener presente que, a temperaturas más altas, los costes de la adaptación se dispararán y los daños residuales seguirán siendo graves. Los costes adicionales que supone construir infraestructuras y edificios nuevos, más resistentes al cambio climático, en países de la OCDE, podrían elevarse a entre 15.000 y 150.000 millones de USD al año (del 0,05 al 0,5 % del PIB), pudiendo aumentar en caso de que las temperaturas aumenten en el futuro (Stern, 2006)⁽⁵¹⁾.

Se destaca asimismo que el probable aumento de las reclamaciones por daños provocados por fenómenos cada vez más frecuentes e intensos asociados al cambio climático, o la mayor dificultad para predecirlos, se traducirá probablemente en incrementos de las primas de riesgo y/o aumentos en las cuotas de activos no asegurados.

⁽⁵¹⁾ Las infraestructuras son especialmente vulnerables a inundaciones y tormentas graves, en parte porque las economías de la OCDE invierten cada año aproximadamente un 20% del PIB, o cerca de 5,5 billones de USD, en capital fijo, de los cuales poco más de una cuarta parte va a parar a la construcción. Este cálculo preliminar del coste supone que la adaptación requiere una inversión extra de 1-10% para limitar futuros daños derivados del cambio climático. Stern, 2006.

Recuadro 4.2 Costes de adaptación: estudios de caso concretos

Entre otras actividades, el estudio ha examinado una serie de casos concretos sobre los costes de adaptación.

Espacio para el río. Estudio de los costes de adaptación al cambio climático en los Países Bajos

Los Países Bajos cuentan con un largo historial de adaptación al cambio de los riesgos de inundación. Recientemente, el sistema de gestión de inundaciones ha ampliado su horizonte desde los meros aspectos de seguridad hacia un enfoque político más integrado, que incluye cuestiones relacionadas con el paisaje, la naturaleza, el ocio y el patrimonio cultural. La gestión de inundaciones ha pasado también de centrarse exclusivamente en medidas técnicas (especialmente el refuerzo de diques) a considerar soluciones territoriales encaminadas a crear 'espacio para el río'. El nuevo enfoque político pretende tener en cuenta los fenómenos y riesgos a largo plazo, como los que comporta el cambio climático. Se prevé que el cambio climático tenga un efecto significativo en los caudales máximos de los principales ríos, el Rin y el Mosa. Existen además otros fenómenos naturales y socioeconómicos a más largo plazo que pueden exigir ajustes del sistema de protección contra inundaciones. Se ha llevado a cabo una evaluación aproximada del coste de la adaptación al cambio climático para la protección contra inundaciones a lo largo del Rin, basada en un estudio del Netherlands Bureau of Economic Policy Analysis y en algunos supuestos simplificadores. Las principales conclusiones revelan que la adaptación conseguiría mitigar la mayor parte de los incrementos del riesgo de crecidas del río inducidos por el cambio climático con unos costes relativamente bajos. En concreto, una inversión 'óptima' en las protecciones contra crecidas conseguiría reducir los daños por inundaciones inducidas por el cambio climático de 39.900 millones de EUR a 1.100 millones en el curso del siglo XXI, con un coste relativamente modesto de unos 1.500 millones de EUR. Este coste es relativamente moderado si se compara con los daños evitados y con la inversión en protecciones contra crecidas que se realizaron en el siglo XX y a principios del siglo XXI.

Elevación del nivel del mar: el caso de la llanura de Fondi. Estudio de los costes de adaptación al cambio climático en Italia

El estudio de caso de la llanura de Fondi, centrado en la adaptación, identifica la opción más eficiente de adaptación a una elevación prevista del nivel del mar en la zona costera de la llanura de Fondi y establece un marco metodológico para la evaluación socioeconómica de intervenciones de adaptación locales mediante la aplicación de un análisis de coste-beneficio. Se calcula el valor económico de las zonas amenazadas de inundación en la llanura de Fondi para representar la opción 'sin intervención' y se compara con los costes de dos medidas alternativas de protección terrestre, a saber, la mejora del sistema existente de drenaje de aguas interiores y la reconstrucción de una duna que existía previamente a lo largo de la costa. Los resultados concretos de este ejemplo destacan la eficiencia de la mejora del sistema de drenaje: gracias a un sistema de drenaje eficaz ya implantado, los costes adicionales relacionados con la subida prevista del nivel del mar, que oscilan entre 50 y 100 millones de euros, son mucho menores que los posibles daños que implicaría una estrategia de 'no hacer nada', que supondrían entre 130 y 270 millones de euros. El análisis de este caso subraya la necesidad de completar el análisis económico no solamente con un estudio de viabilidad técnica, sino sobre todo con un análisis sociopolítico del contexto local. En particular, el estudio hace hincapié en que los costes sociales de otros tipos de intervenciones locales, que técnicamente podrían parecer más baratas (por ejemplo, reconstrucción de dunas preexistentes y la impermeabilización, con demolición de casas edificadas sobre terrenos vulnerables), pueden ser muy altos y en que hay que considerar el factor de aceptación social de las opciones de adaptación, que resulta crucial para el proceso de evaluación.

Agricultura y cambio climático. Estudio de los costes de adaptación al cambio climático en Eslovaquia

Para abordar efectivamente las necesidades de adaptación en los países en transición es preciso dar una serie de pasos que incluyen una planificación a largo plazo, investigación científica, aplicación de políticas y creación de capacidades. Los niveles actuales de conocimiento sobre los efectos del cambio climático en la agricultura no están suficientemente desarrollados en los países en transición y, aunque se disponga de estos datos, no están respaldados por suficiente información sobre las prácticas agrícolas actuales y la viabilidad de las opciones de adaptación identificadas. Para esto se precisa el reconocimiento de la recepción por parte de los agricultores de los datos presentados sobre cambio climático en relación con la variabilidad del clima, la exposición a plagas o la falta de precipitaciones resultando en sequía. Según se ha detectado en el estudio, los agricultores propugnan la creación de un organismo de extensión que traduzca los escenarios climáticos y sus efectos en vulnerabilidad de los sistemas agrícolas. Dicho organismo debería esbozar además medidas que permitan abordar estas vulnerabilidades. Para minimizar la sensibilidad al cambio climático de los sistemas agrícolas, los agricultores indicaron que lo más factible eran sobre todo la información y las nuevas tecnologías. Para aprovechar estas oportunidades es necesario desarrollar estructuras institucionales o mejorar las capacidades en las instituciones existentes con objeto de que faciliten esta información. Por consiguiente, ello requiere asimismo una estrecha colaboración entre las diferentes instituciones, incluidos los institutos científicos y las universidades. Es necesario aumentar las posibilidades de un 'ajuste' óptimo entre el suministro de información y las estructuras institucionales locales. La principal limitación a la hora de aplicar determinadas opciones de adaptación fue la falta de recursos financieros. Esta falta ha propiciado que los agricultores se centren en una planificación a corto plazo, con explotaciones basadas a menudo en un régimen anual. La promoción de opciones de adaptación planificadas a largo plazo exige un programa de subvenciones específico que podría ayudar a los productores a superar la falta de recursos financieros para inversiones de envergadura, como por ejemplo el desarrollo de infraestructuras, la diversificación de la producción o la contratación de seguros. Proporcionar una fuente de ayuda económica es importante porque muchas de las opciones señaladas para favorecer la adaptación reflejan serios problemas de falta de inversión en la agricultura y, a la larga, lastrarán el desarrollo agrícola si estas inversiones se ignoran en el curso de la transición.

4.5.4 Estudios de caso

En el marco del estudio sobre los costes de adaptación se han examinado tres estudios de caso concretos (resumidos en el recuadro 4.2). Las principales lecciones que se derivan de estos estudios son:

- Los estudios de adaptación detallados (coste y beneficios) son una tarea compleja y laboriosa. Dependen de un volumen significativo de datos y de que se lleven a cabo correctamente; requieren la aportación de los sectores interesados locales y la apreciación de las condiciones socioeconómicas locales concretas. La evaluación local puede aumentar significativamente los costes de adaptación.
- La realización de estos estudios de adaptación detallados a escala local se enfrenta todavía a dificultades metodológicas considerables. Determinados aspectos siguen rodeados de incertidumbre, especialmente a la hora de aplicar propuestas de adaptación teóricas a un contexto local específico.

4.6 Conclusiones

Pueden extraerse las siguientes conclusiones en relación a los principales impactos sobre el medio natural europeo y la sociedad que lo habita:

- El medio natural europeo y los servicios relacionados, sus sistemas productivos (agricultura, pesca, selvicultura, ecosistemas terrestres) y otros sectores socioeconómicos clave (turismo, energía, sanidad, entorno edificado) están sometidos a la presión del cambio ambiental y el desarrollo socioeconómico. El cambio climático ejerce una presión suplementaria y sus efectos sobre el medio ambiente y la sociedad pueden ser observados en toda la región. Este hecho está teniendo ya ciertas repercusiones económicas en Europa, sobre todo a causa de recientes fenómenos meteorológicos extremos.
- Se cree que los cambios climáticos previstos (incluidas las variaciones extremas y la elevación del nivel del mar), agravados por otros cambios medioambientales y por el actual desarrollo socioeconómico, llevarán aparejadas consecuencias económicas de muy diverso tipo sobre los sistemas

naturales y humanos en Europa. Los efectos netos generales a escala europea no los conocemos con claridad, entre otras cosas debido a las limitaciones propias de la cuantificación y la evaluación, pero en cualquier caso son potencialmente significativos. Varios de estos efectos afectan a sistemas sujetos a presiones derivadas de otros cambios ambientales y procesos de desarrollo. Se precisan nuevos estudios que cuantifiquen y valoren en todos los ámbitos y sectores los diferentes riesgos climáticos, desde el aumento de la temperatura hasta los fenómenos extremos y potencialmente importantes.

- La mayoría de los sectores observados presentan una marcada distribución geográfica (territorial) de los efectos, incluidos los económicos, en toda Europa. Aunque existen diversos efectos económicos positivos y negativos en los distintos sectores y regiones, parece existir una tendencia significativa a un mayor número de impactos (negativos) en la región mediterránea y el sureste de Europa (por ejemplo, en relación con la demanda de energía, la productividad agrícola, la disponibilidad de agua, los efectos sobre la salud, el turismo estival, los ecosistemas, etc.). Hay que tener en cuenta asimismo las futuras tendencias del desarrollo económico, social, institucional y tecnológico en estas regiones.
- La adaptación juega un papel sumamente importante a la hora de reducir los costes económicos en toda Europa. Aunque la adaptación supone un coste, la información disponible demuestra que reduce considerablemente los costes residuales del cambio climático (los costes de la inacción) y, en muchos casos, genera beneficios que superan holgadamente los costes. Sin embargo, en estos momentos se dispone de muy poca información cuantificada sobre los costes de la adaptación y urgen nuevos estudios que amplíen la base de pruebas y aporten la información necesaria para propiciar una adaptación informada, eficiente y proporcionada en Europa.
- La relación entre mitigación y adaptación sigue estando muy poco estudiada y faltan sobre todo pruebas cuantitativas fiables y sólidas. Es necesario cubrir cuanto antes esta laguna de conocimiento y diseñar una política eficaz, eficiente y equitativa en materia de cambio climático.

5 Conclusiones y lagunas en la investigación

5.1 Conclusiones

Este informe brinda una síntesis tanto de los costes económicos ligados a los efectos del cambio climático como de los costes de la adaptación, a la vez que facilita una clasificación tanto de los estudios más recientes como de las variables metodológicas. El informe ha constatado importantes lagunas y ha señalado criterios para la aplicación de 'buenas prácticas' y recomendaciones de cara a futuros trabajos.

Pese a los crecientes esfuerzos invertidos en la investigación de los diferentes aspectos de la economía del cambio climático en Europa, la confianza depositada en el alcance y el valor de las estimaciones es limitada. El conocimiento de los posibles impactos ejercidos por los cambios económicos sobre los sistemas humanos y naturales continúa siendo parcial y aún subsisten importantes deficiencias no sólo en materia de cuantificación de los impactos y de los costes, sino también en el ámbito metodológico.

5.2 Desafíos

Aún es preciso cubrir importantes lagunas y progresar considerablemente en la evaluación económica tanto de los impactos como de la adaptación. Para efectuar los progresos necesarios en dichos ámbitos es preciso enfrentarse a una serie de dificultades que se resumen a continuación.

5.2.1 Dificultades: costes económicos

El informe ha comparado los problemas metodológicos (capítulo 3) con los estudios existentes sobre los costes de la acción. Mientras que individualmente cada estudio abarca la mayoría de los aspectos metodológicos, ninguno cubre más allá de un limitado número de ámbitos, lo que viene a subrayar la necesidad de efectuar análisis metodológicos más completos que aborden debidamente los costes totales del cambio climático.

Una de las principales dificultades que plantea el análisis y evaluación del impacto sigue siendo la comprensión incompleta del cambio climático, especialmente en su dimensión regional, pero también lo es la falta de cobertura de todos sus efectos (incluidos los fenómenos extremos).

Aún sabemos muy poco sobre los daños al margen del mercado, los efectos indirectos, las interrelaciones horizontales y las implicaciones sociopolíticas del cambio. En el caso de las cuestiones metodológicas referidas a los costes y beneficios económicos de la biodiversidad, el vacío es especialmente acuciante. La incertidumbre, los efectos transitorios (el impacto de un clima en fase de alteración en lugar de un clima ya alterado y estático) y la influencia del cambio en la variabilidad climática son otros tantos factores merecedores de mayor atención. Relacionado con esto, existe una necesidad general de que los análisis y modelos progresen hacia unos análisis de evaluación más dinámicos, tanto para la evaluación del impacto (los procesos dinámicos de vulnerabilidad y adaptación) como para la valoración.

Los escenarios y estudios de impacto del cambio climático actuales se apoyan en bajas resoluciones espaciales y temporales, con frecuencia demasiado bajas como para captar una serie de informaciones que permitan determinar con exactitud los impactos. Los conocimientos, en lo que se refiere al análisis de impacto, siguen presentando fallos.

Las evaluaciones de impacto globales tienden a basarse en estudios de caso de alcance más limitado, a menudo emprendidos en Estados Unidos y luego extrapolados a otras regiones. Esta extrapolación no es fácil y sólo si se tienen debidamente en cuenta las circunstancias regionales, incluidas las diferencias geográficas, el nivel de desarrollo, los sistemas de valores y la capacidad de adaptación, presentan alguna garantía de prosperar. Pese al creciente número de estudios de caso a escala nacional, los conocimientos actuales sobre los efectos locales siguen siendo incompletos y no permiten efectuar comparaciones pormenorizadas y minuciosas entre regiones. En la actualidad, el uso de supuestos diferentes, a menudo complica la comparación de estudios de caso entre distintos países.

Es necesario complementar los estudios globales con estudios verticales más desagregados que analicen los posibles costes del cambio climático (aunque también comporten un cierto grado de incertidumbre). Para garantizar la coherencia, deben basarse en un análisis armonizado y coherente, con un conjunto uniforme de supuestos en materia climática, socioeconómica, etc. La necesidad de unos estudios europeos más detallados y coherentes constituye una prioridad esencial.

A escala global, el abanico de estimaciones de coste de los impactos del cambio climático es muy amplio y no puede expresarse en valores representativos únicos. Por tanto, es preciso reconocer esta variedad (que también existe, por ejemplo, en el caso de los costes de mitigación) y concebir políticas que atiendan y respondan a la incertidumbre. Existe la necesidad, y esto es importante, de comunicar esta incertidumbre (y evitar valores únicos) a la hora de trasladar las pruebas científicas y económicas a los responsables políticos. Afirmar que si no se reducen significativamente las emisiones actuales habrá que hacer frente a costes más elevados en el futuro equivale a un modo de interpretar los 'costes de la inacción'. Otros puntos de vista sugieren que es mejor esperar hasta que conozcamos mejor los beneficios de la mitigación. Sin embargo, la bibliografía y la metodología analizadas aún presentan grandes deficiencias. Para abogar por una acción temprana es preciso partir del principio de precaución, es decir, del hecho de que no actuar ahora puede provocar daños irreversibles en el futuro.

Conviene perseguir y evaluar la adopción de criterios alternativos de agregación temporal y espacial, así como la influencia sobre los efectos estimados y los beneficios netos de la adaptación frente a la mitigación, haciendo hincapié sobre todo en su dimensión de equidad. Las evaluaciones de los costes a escala mundial/regional y sobre diferentes horizontes temporales, deben efectuarse y compararse adoptando ponderaciones alternativas. En el proceso de evaluación es preciso tener en cuenta consideraciones económicas y éticas, que han de guiar las acciones políticas en materia de control del cambio climático.

Al mismo tiempo es preciso potenciar la investigación, con el fin de mejorar la comprensión de la incertidumbre en el debate científico y político, incorporando, a ser posible, una medición estadística de la incertidumbre en el análisis de los costes de los efectos del cambio climático. Hasta la fecha, sólo unos pocos estudios han avanzado en esta dirección. Además, es necesario mejorar y ampliar el alcance (integridad) de los estudios y asegurar la inclusión de otros sectores y tipos adicionales de cambio climático. En particular, es necesario incluir de forma más completa las dos dimensiones del impacto, la incertidumbre de predicción del cambio climático (de sus impactos) y la incertidumbre de valoración de estos impactos. El alcance actual de la evaluación de impacto debe ampliarse para incluir no solamente los daños de mercado derivados de fenómenos predecibles, sino también los daños de no-mercado y los efectos de importantes sucesos catastróficos y no previstos.

5.2.2 *Desafíos: costes de adaptación*

El estudio de la bibliografía demuestra que se ha trabajado mucho en el campo de la vulnerabilidad y la adaptación. Sin embargo, el vínculo entre los costes de adaptación y el daño residual y los costes de mitigación es muy débil. Hay poca información, de hecho, que muestre (a) cómo se comparan los costes de adaptación con los posibles daños derivados de la falta de adaptación, y (b) cómo variarían los costes de adaptación si aumentara la mitigación. Todos estos vínculos y transacciones resultan fundamentales para la estimación del coste de la inacción en el ámbito del cambio climático.

Asimismo es preciso realizar avances significativos en el análisis económico de la adaptación. No en vano, la adaptación conllevará complejos ajustes de comportamiento, tecnológicos e institucionales en todos los niveles sociales, y no todos los grupos de población tendrán la misma capacidad de adaptación. El análisis se complica más todavía por el fuerte vínculo existente entre la adaptación y otras tendencias socioeconómicas. El mundo cambiará notablemente en el futuro y esto afectará a la vulnerabilidad ante el cambio climático y a las respuestas de adaptación⁽⁵²⁾. Incluso sin una adaptación explícita, la evaluación del impacto variará en función del 'tipo' de desarrollo socioeconómico esperado en el futuro.

Los tipos de adaptación que se evalúan difieren según el sector. Se ha sugerido que un paso adelante en este terreno consistiría en identificar las opciones de adaptación viables a escala local (nacional o subnacional) y agregar los resultados a agregados regionales más grandes, como Europa.

Existe una 'laguna' fundamental entre las evaluaciones de las estrategias de adaptación a escala local y a escala nacional o incluso global. Una evaluación europea de los costes de adaptación según las 'mejores prácticas' aportaría información sobre los costes de adaptación a escala europea, pero revelaría también los cuellos de botella locales con costes de adaptación potencialmente muy altos, como por ejemplo la protección de Londres y Róterdam frente a la elevación del nivel del mar.

La mayoría de los estudios que evalúan las opciones de adaptación no distinguen entre diferentes velocidades del cambio climático. Más aún, la mayoría de estudios utilizan un marco comparativo estático para la evaluación (una comparación entre dos estados de equilibrio) en lugar de un marco dinámico transitorio.

⁽⁵²⁾ Por ejemplo, la presión creciente que ejerce el desarrollo económico insostenible sobre los recursos naturales probablemente agravará los efectos del cambio climático. Sin embargo, si la presión hace que mejore la gestión (por ejemplo, mercados del agua), la vulnerabilidad podría disminuir.

Las partes interesadas apenas si han investigado las opciones de adaptación 'realista' en diferentes marcos socioeconómicos, culturales y políticos. Asimismo, se ha investigado poco o nada en torno a las interacciones (antagónicas o sinérgicas) entre medidas de adaptación a diferentes escalas regionales o temporales. La incertidumbre sobre la velocidad de adaptación acentúa la incertidumbre sobre el tipo de adaptación que se busca (véase más arriba). Esta incertidumbre compuesta afecta a la fiabilidad de la evaluación de los costes de adaptación. La incertidumbre sobre la velocidad de adaptación puede reducirse (pero no evitarse del todo) examinando los procesos de toma de decisiones en estudios de caso locales específicos de los distintos sectores.

La mayor parte de los estudios evalúan directamente los costes o gastos (de las protecciones costeras, la sanidad, el consumo de energía). Muy pocos son los que evalúan costes de orden superior y los costes totales del bienestar. Los que lo hacen, evalúan costes de 'equilibrio', mientras que no hay ninguno que analice explícitamente los costes transitorios. Los estudios que han examinado los efectos de equilibrio de las medidas de adaptación suelen concluir que estos efectos pueden ser importantes, si no en relación a la magnitud total de los costes, sí, cuando menos, en relación a la distribución de los costes entre diferentes agentes económicos e incluso países (a través de efectos en el comercio internacional). Sería muy útil disponer de una revisión y análisis completos de la relevancia de los efectos de equilibrio a escala europea. Una forma de estudiar la importancia de los impactos del equilibrio en el ámbito de la adaptación sería examinar las evaluaciones ex post de los efectos macroeconómicos de las inversiones destinadas a reducir la vulnerabilidad ante la actual variabilidad climática como, por ejemplo, las protecciones costeras. Otro ejemplo sería un estudio de las evaluaciones macroeconómicas ex post del Plan Delta neerlandés.

Apenas se presta atención explícitamente a los posibles beneficios complementarios de la adaptación, incluido el posible efecto beneficioso de las medidas de adaptación en relación con daños derivados de la actual variabilidad climática. Aunque se trate de una cuestión conceptualmente compleja, convendría prestar más atención a la distribución de los beneficios entre agentes que son actualmente vulnerables a la variabilidad climática y agentes que pueden ser (más) vulnerables a un futuro cambio de la variabilidad. Esta cuestión, entre otras, parece ser importante en relación con la protección costera, la gestión fluvial y la sanidad.

La incertidumbre es una característica distintiva del cambio climático y, por tanto, de la adaptación al cambio. Existen varios tipos de incertidumbre. Un tipo de incertidumbre es la 'aleatoriedad' inherente a la variabilidad del clima. Incluso si el cambio de distribución probabilística de los efectos del cambio

se conociera con certeza, seguiría siendo incierto quién y cuándo sufrirá los efectos. El sector de los seguros desempeña una función vital en el reparto de estos riesgos. Otro tipo de incertidumbre es el relacionado con la incidencia y velocidad del cambio climático. Otra función importante del sector de los seguros consiste en 'señalar' mayores riesgos climáticos previstos a través de las cláusulas de sus pólizas. De esta forma, el sector de los seguros puede ayudar a la sociedad a adaptarse al futuro cambio climático mediante iniciativas de mercado claras. Si la previsión del cambio climático por parte del sector de los seguros es relativamente exacta (o por lo menos no sesgada), puede reducir también el peligro de mala adaptación por parte de los agentes económicos privados y públicos.

Hay unos pocos estudios que se centran explícitamente en los aspectos distributivos de la adaptación. Por otra parte, hay muchos estudios que señalan la necesidad de mejorar la capacidad de adaptación de los países en desarrollo, pero son pocos los que analizan el comportamiento adaptativo privado y público real en estos países. La investigación de las relaciones entre adaptación y distribución de ingresos a escala nacional, regional, internacional e interregional es limitada.

Por último, la adaptación debe armonizarse coherentemente con otras estrategias, sobre todo la mitigación, a fin de concebir la política más eficiente, eficaz y socialmente aceptable en materia de cambio climático. En consecuencia, se necesitan más estudios para avanzar en el análisis de los costes de adaptación y los costes residuales del cambio climático. Por otra parte, hay que avanzar también en la cuestión de la mala adaptación.

5.2.3 *Desafíos: política*

Aparte de de los desafíos científicos y técnicos arriba señalados, es preciso mejorar los aspectos políticos (y el proceso normativo) en relación con los costes de la inacción y los costes y beneficios de la adaptación. Esto incluye el desarrollo de nuevos marcos políticos para estos ámbitos a escala europea, nacional y regional.

Por último, pese a las dificultades existentes en todos los ámbitos arriba descritos, hay suficiente información disponible para adoptar medidas (es decir, las lagunas de investigación no significan que los efectos económicos no deban tenerse en cuenta o que no deba impulsarse la adaptación). Los esfuerzos e investigaciones subsecuentes ayudarán a reforzar la capacidad científica, técnica y económica para evaluar los efectos y la adaptación y contribuirán a reunirlos en enfoques metodológicos comunes y marcos políticos coherentes que tengan en cuenta una perspectiva económica. A medida que mejore la información disponible, contribuirá a perfeccionar los análisis políticos y la toma de decisiones.

Bibliografía

ABI, 2005. Financial Risks of Climate Change, Junio 2005. http://www.abi.org.uk/Display/File/Child/552/Financial_Risks_of_Climate_Change.pdf.

AEA, 2007. Health. Proyecto PESETA. <http://peseta.jrc.es/docs/Humanhealth.html>.

AEMA, 2004. *Impacts of Europe's changing climate: an indicator-based assessment*. Informe de la AEMA nº 2/2004.

AEMA, 2005. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*. Informe técnico de la AEMA nº 7/2005. ISSN 1725-2237.

AEMA, 2006. Documento de trabajo. Climate Change: the Cost of Inaction A review of assessment studies with a focus on the methodologies used. Acuerdo Específico nº.3570/B2005.EEA.52247. Documento de trabajo final, enero 2006. Buchner, B.; Catenacci, M.; Gorla, A. (FEEM); Kuik, O.; Tol, R. (IVM).

AEMA, 2007a. Documento de trabajo. Costs of Adaptation to climate change: a review of assessment studies with a focus on methodologies used. Acuerdo nº. 3602/B2005.EEA bajo el Contrato Marco nº. EEA/AIR/04/004. Documento de trabajo final. Autores: Francesco Bosello, Onno Kuik, Richard Tol, Paul Watkiss. Febrero 2007.

AEMA, 2007b. *Climate change and water adaptation issues*. Informe técnico de la AEMA nº 2/2007.

Alcamo, J.; Moreno, J. M.; Nováky, B.; Bindi, M.; Corobov, R.; Devoy, R. J. N.; Giannakopoulos, C.; Martin, E.; Olesen, J. E.; Shvidenko, A., 2007. Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribución del Grupo de Trabajo del 4º Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, Parry, M. L.; Canziani, O. F.; Palutikof, J. P.; van der Linden P. J. y Hanson, C. E., Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 541–580.

Anthoff D., Nicholls R. J., Tol R. S. J., Vafeidis A. T., 2006. *Global and regional exposure to large rises in sea-level: a sensitivity analysis*. Informe de investigación preparado para el Informe Stern. Tyndall Working Paper 96 on the Economics of Climate Change. Documento de trabajo Tyndall 96.

Azar, C. y Rhode, H., 1997. Targets for stabilization of atmospheric CO₂. *Science* 276, 1818–1819.

Bosello, F., 2005. Adaptation, Mitigation and R&D to Combat Global Climate Change: Conflicting Strategies? Insights from an Empirical Integrated Assessment Exercise, Tesis de Doctorado, Universidad de Venecia.

Bosello, F., Lazzarin, M., Roson, R. y Tol, R. S. J., 2004b. Economy-Wide Estimates of the Implications of Climate Change: Sea Level Rise. Unidad de Investigación sobre Sostenibilidad y Cambio Global FNU-38, Universidad de Hamburgo y Centro de Ciencia Marina y Atmosférica, Hamburgo.

Bosello, F.; Roson, R. y Tol, R. S. J., 2004a. Economy-Wide Estimates of the Implications of Climate Change: Human Health. Unidad de Investigación sobre Sostenibilidad y Cambio Global FNU-57, Universidad de Hamburgo y Centro de Ciencia Marina y Atmosférica y, Hamburgo.

Bosello, F., Buchner, B., Crimi, J., Giupponi, C. y Povellato, A., 2007. 'The Kyoto Protocol and the Effects of Existing and Planned Measures in the Agricultural and Forestry Sector in the EU25', FEEM Nota di Lavoro 13.2007.

Boyd, R. y Hunt, A., 2006. *Climate Change Cost Assessments Using the UKCIP Costing Methodology*. Julio 2006. Informe para el Informe Stern UK HMT.

Breil, M.; Gambarelli, G. y Nunes, P. A. L. D., 2005. 'Economic Valuation of On Site Material Damages of High Water on Economic Activities based in the City of Venice: Results from a Dose-Response-Expert-Based Valuation Approach' en T. Spencer y C. Fletcher (eds.), *Flooding and Environmental Challenges for Venice and Its Lagoon*, Capítulo 26, Cambridge University Press, Reino Unido.

Callaway, J. M., 2004. Adaptation Benefits And Costs: Are They Important In The Global Policy Picture And How Can We Estimate Them? *Global Environmental Change*, 14 (3), 273-282.

Callaway, M. y Hellmuth, M., 2006. Climate Risk Management for Development: Economic Considerations. Documento de base para el Informe Stern.

- Carter, T., 2007. Assessing the Adaptive Capacity of the Finnish Environment and Society under a changing climate: FINADAPT. Resumen para responsables políticos.
- Chichilnisky, G., 2000. An Axiomatic Approach to Choice under Uncertainty with Catastrophic Risks. *Resource and Energy Economics*, 22, 221-231.
- Christensen, O. B., Christensen J. H., 2003. Severe summertime flooding in Europe. *Nature*, 421, 805-806.
- Comisión Europea, 2005. Directrices de revisión de impacto. SEC(2005) 791. 15 June 2005.
- Comisión Europea, 2005. Ganar la batalla contra el cambio climático mundial, Bruselas, 9.2.2005. COM(2005) 35 final.
- Comisión Europea, 2007a. Limitar el calentamiento mundial a 2 °C - Medidas necesarias hasta 2020 y después. COM(2007) 2.
- Comisión Europea, 2007b. Libro Verde sobre la utilización de instrumentos de mercado en la política de medio ambiente y otras políticas relacionadas. COM(2007) 140 final {SEC(2007) 388}. http://ec.europa.eu/environment/enveco/green_paper.htm.
- Comisión Europea, 2007c. Adaptación al cambio climático en Europa: Opciones de actuación para la UE. COM(2007) 354 final 29.6.2007.
- Defra, 2006. Greenhouse Gas Policy Evaluation and Appraisal in Government Departments, Abril 2006. Department for Environment, Food and Rural Affairs. <http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/uk/ukccp/pdf/greengas-policyevaluation.pdf>.
- Deke, O.; Hooss, K. G.; Kasten, C.; Klepper, G. y Springer, K., 2001. Economic Impact of Climate Change: Simulations with a Regionalized Climate-Economy Model, Kiel Institute of World Economics, Kiel, 1065.
- Downing *et al.*, 2005. Downing, T.; Anthoff, D.; Butterfield, R.; Ceronsky, M.; Grubb, M.; Guo, J.; Hepburn, C.; Hope, C.; Hunt, A.; Li, A.; Markandya, A.; Moss, S.; Nyong, A.; Tol, R.; Watkiss, P. (2005). *Scoping uncertainty in the social cost of carbon. Final project report. Social Cost of Carbon: A Closer Look at Uncertainty (SCCU)*. Julio 2005. Informe para Defra. Publicado 2005. <http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/carboncost/aeat-scc.htm>.
- Eftec, 2002. Populating the Environmental Valuation Reference: Inventory: 40 European valuation studies. Informe final remitido a la Comisión Europea, DG Medio Ambiente. http://ec.europa.eu/environment/enveco/others/pdf/valuation_reference.pdf.
- Eyre, N.; Downing, T. E.; Hoekstra, R. y Rennings, K., 1999. *Externalities of Energy, Vol 8: Global Warming*. págs. 1-50. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Fankhauser, S., 2006. The Economics of Adaptation. Sam Fankhauser, EBRD. 12 abril 2006. Investigación de apoyo como parte del Informe Stern. http://www.hm-treasury.gov.uk/media/5/B/stern_review_supporting_technical_material_sam_fankhauser_231006.pdf.
- Feyen L.; Dankers R.; Barredo J. I.; Kalas M.; Bódis K.; de Roo A. y Lavallo C., 2006. *PESETA- Flood risk in Europe in a changing climate*. EUR 22313 EN. <http://peseta.jrc.es/docs/EUR%2022313.pdf>.
- Füssel H. M. y Klein R. J. T., 2006. Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. *Climatic Change* 75: 301-329.
- Gardiner, S.; Nicholls, R.J.; Williams, A. y Richards, J., 2007. *Sea-Level Rise and Coastal Habitats – Threats and Opportunities*. Presentado en la Conferencia Nacional neerlandesa en La Haya, 13 marzo 2007. <http://www.branchproject.org/documents/Dutchconference13March/coastalthreatsandopportunities.ppt#443,10,EU 25 Analysis>.
- Giannakopoulos, C. and Psiloglou, B. E., 2006. Trends in energy load demand in Athens, Greece: weather and non-weather related factors. *Climate Research*, 31, 91-108.
- GES, 2002. *UK Government Economic Service (GES) paper Estimating the Social Cost of Carbon Emissions*. http://www.hm-treasury.gov.uk/documents/taxation_work_and_welfare/taxation_and_the_environment/tax_env_GESWP140.cfm.
- Gillet, M., 2006. *Adaptation strategy in France*. Presentación al Grupo de Trabajo del Programa Europeo de Cambio Climático. Reunión sobre Impactos y Adaptación: Construyendo estrategias nacionales sobre adaptación, 27 junio 2006, Bruselas.
- Hamilton, A.; Tinch, R. y Hanley, N., 2006. Chapter 3. Agriculture. En *Climate Change Impacts and Adaptation: Cross-Regional Research Programme Project E – Quantify the cost of future impacts*. Preparado para: DEFRA. Preparado por: Metroeconomica Limited (UK) mayo 2006.
- Hamilton, A. y Tol, R., 2006. Chapter 4. Tourism. In *Climate Change Impacts and Adaptation: Cross-Regional Research Programme Project E – Quantify the cost of future impacts*. Preparado para: DEFRA. Preparado por: Metroeconomica Limited (UK) mayo 2006.

- Hope, C., 2004. *The marginal impact of CO₂ from PAGE2002: An integrated assessment model incorporating the IPCC's five reasons for concern*. Mimeo University of Cambridge, RU.
- Heck, P.; Bresch D. y Tröber, S., 2006. *The effects of climate change: storm damage in Europe on the rise*. Zurich: Swiss Re.
- Hinkel, J. y Klein, R. J. T., 2007. *Integrating Knowledge for Assessing Vulnerability to Climate Change*. En McFadden *et al.* (eds.) *Managing Coastal Vulnerability*, Elsevier, Oxford, págs. 61–77
- HM Treasury, 2006. *Green Book, Appraisal and Evaluation in Central Government*. HMT. http://www.hm-treasury.gov.uk/economic_data_and_tools/greenbook/data_greenbook_index.cfm
- Horrocks, L.; Mayhew, J.; Watkiss, P.; Hunt, A.; Downing, T., 2006. *Objective Setting for Climate Change Adaptation Policy*. Informe preparado por AEA Energy and Environment, Metroeconomica, Stockholm Environment Institute para Defra. Disponible en la página web de UKCIP.
- IPCC, 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribución al Grupo de Trabajo I del 3er Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (Houghton, J. T. Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, y C. A. Johnson (eds.)). Cambridge University Press, 881 págs.
- IPCC, 2007a. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*. Contribución del Grupo de Trabajo I al 4º informe de evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático. Resumen aprobado en la 10ª Sesión del Grupo de Trabajo I del IPCC, París, febrero 2007.
- IPCC, 2007b. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers*. Contribución del Grupo de Trabajo II al 4º informe de evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático. Resumen aprobado en la 8ª Sesión del Grupo de Trabajo II del IPCC, Bruselas, abril 2007.
- Kemfert, C.; Truong, P.T.; Brucker, T., 2006. Economic Impact Assessment of Climate Change: A Multi-Gas Investigation. En: *The Energy Journal*, Multi-Greenhouse Gas Mitigation and Climate Policy, Número especial 3, págs. 441–460.
- Kemfert, C., 2002. An Integrated Assessment Model of Economy-Energy-Climate — The model WIAGEM. *Integrated Assessment*, Vol. 3 (4), págs. 281-299.
- Kemfert, C.; Schumacher, K., 2005. *Costs of Inaction and Costs of Action in Climate Protection: Assessment of Costs of Inaction or Delayed Action of Climate Protection and Climate Change*. Informe Final; Proyecto FKZ 904 41 362 para el Ministerio Federal del Medio Ambiente. Berlín (DIW Berlin: Politikberatung kompakt 13).
- Kettunen y Brink, 2006. *Value of biodiversity*. Documenta ejemplos de la UE donde la pérdida de biodiversidad ha supuesto la pérdida de los servicios de los ecosistemas ENV.G.1/FRA/2004/0081. http://ec.europa.eu/environment/enveco/pdf/value_biodiversity.pdf.
- Kovats, R. S.; Edwards, S.; Hajat, S.; Armstrong, B.; Ebi, K. L.; Menne, B., 2004. The effect of temperature on food poisoning: time series analysis in 10 European countries. *Epidemiology and Infection* 132, 443–453.
- Kovats, R. S. *et al.*, 2006. Health. In: Metroeconomica Ltd., Project E – Quantify the cost of impacts and adaptation, estudio para el Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK. Disponible en <http://www.defra.gov.uk>.
- Kundzewicz Z. W.; Radziejewski M.; Pińskwar I., 2006. Precipitation extremes in the changing climate of Europe. *Climate Research*, 31, 51-58.
- Kuik, O. J.; Buchner, B.; Catenacci, M.; Gorla, A.; Karakaya E. and Tol, R. S. J. 2006. Methodological Aspects of Recent Climate Change Damage Cost Studies, FNU-122, Universidad de Hamburgo y Centro de Ciencia Marina y Atmosférica, Hamburgo.
- Lasch, P., Linder, M., Erhard, M., Suckow, F. y Wenzel, A., 2002. Regional impact assessment on forest structure and functions under climate change — the Brandenburg case study. *Forest Ecology and Management*, 162, 73–86.
- Lenton *et al.*, 2006. *Climate change on the millennial timescale*. Technical Report 41. Tyndall Centre. http://www.tyndall.ac.uk/research/theme1/final_reports/t3_18.pdf.
- Levina, E. y D. Tirpak, 2006. *Adaptation to Climate Change, Key Terms*. OCDE/IEA COM/ENV/EPOC/IEA/SLT(2006)1. Mayo 2006.
- Link, P. M. y Tol, R. S. J., 2006. *Economic impacts on key Barents Sea fisheries arising from changes in the strength of the Atlantic thermohaline circulation*. Documento de Trabajo FNU-104 de la Universidad de Hamburgo. http://www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/publication/working-papers/Link_Working_Paper_FNU-104.pdf.

- Livermore, M. T. J., 2005. The Potential Impacts of Climate Change in Europe: The Role of Extreme Temperatures. Ph.D. thesis, University of East Anglia, UK.
- Marbaix, P. y J. P van Ypersele (ed.), 2004. *Impacts des changements climatiques en Belgique*. www.climate.be/impacts.
- McMichael, A. J., Campbell-Lendrum, D., Kovats, R. S., Edwards, S., Wilkinson, P., Edmonds, N., Nicholls, N., Hales, S., Tanser, F. C., Le Sueur, D., Schlesinger, M., Andronova, N., 2004. *Climate Change. In Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease. vol 2*. M. Ezzati et al., eds., Organización Mundial de la Salud, Ginebra.
- Mendelsohn, R., 2000. Efficient adaptation to climate change, *Climatic Change*, 45:583–600.
- Mendelsohn, R. and Neumann, J. (eds), 1999. *The Impact of Climate Change on the United States Economy*. Cambridge University Press, Cambridge UK.
- Mendelsohn, R., Morrison, W., Schlesinger, M. E., and Andronova, N.G., 2000. Countryspecific market impacts of climate change, *Climatic Change*, 45, 553–569.
- Metroeconomica, 2004. *Costing the impacts of climate change in the UK: overview of guidelines*. Informe Técnico de UKCIP. UKCIP, Oxford, julio 2004.
- Metroeconomica et al., 2006. *Climate Change Impacts and Adaptation: Cross-Regional Research Programme Project E – Quantify the cost of future impacts*. Preparado para: DEFRA. Preparado por: Metroeconomica Limited (UK) mayo 2006.
- Navrud et al., 2007. *Benefits Transfer Guidance*. Informe Final para el proyecto MethodEx.
- Nicholls, R. J., 2004. Coastal Flooding and Wetland Loss in the 21st Century: Changes Under the SRES Climate and Socio-Economic Scenarios. *Global Environmental Change*, 14, 69–86.
- Nicholls R. J., Klein R. J. T., Tol R. S. J., 2007a. *Managing Coastal Vulnerability and Climate Change: A National to Global Perspective*. En McFadden et al. (eds.) *Managing Coastal Vulnerability*, Elsevier, Oxford, págs. 223–241.
- Nicholls R. J., Cooper B., Townend I. T., 2007b. *The management of coastal flooding and erosion*. En: Thorne, C., Evans, E. and Penning-Rowsell, E. (eds.) *Future Flood and Coastal Erosion Risks*, Thomas Telford, Londres, págs. 392–413.
- Nordhaus, W. D., 1993. Rolling the 'DICE': An Optimal Transition Path for Controlling Greenhouse Gases', *Resource and Energy Economics*, 15, 27–50.
- Nordhaus, W. D., 1994. *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*. Cambridge: The MIT Press.
- Nordhaus, W. D. y Yang, Z., 1996. RICE: A Regional Dynamic General Equilibrium Model of Optimal Climate-Change Policy. *American Economic Review* 86 (4), 741–765.
- Nordhaus, W. D. and Boyer, J. G., 2000. *Warming the World: Economic Models of Global Warming*. Cambridge: The MIT Press.
- Nordhaus, 2007. *The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy*. William Nordhaus Sterling Professor of Economics Yale University New Haven, Connecticut, USA. Julio 24, 2007. http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/homepage/dice_mss_072407_all.pdf.
- OCDE, 2006. *Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments*. OCDE, 2006. ISBN 92-64-01004-1. http://www.oecd.org/document/39/0,2340,en_2649_34281_36144679_1_1_1_1,00.html#Executive.
- OCDE, 2007. *Climate Change in the European Alps Adapting Winter Tourism and Natural Hazards Management*. OCDE, 2007.
- Pearce, D. W., 2003. 'The social cost of carbon and its policy implications', *Oxford Review of Economic Policy*, 19 (3), 1–32.
- Pearce, D.; Atkinson, G. y Mourato, S., 2006. *Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent development*. OCDE, Paris.
- PESETA, 2007. *Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on bottom-up Analysis*. <http://peseta.jrc.es/index.html>.
- Plambeck, E. L. y Hope C. W., 1996. 'PAGE95. An updated valuation of the impacts of global warming', *Energy Policy*, 24, 9, 783-794.
- Reacher, M.; McKenzie, K.; Lane, C.; Nichols, T.; Kedge, I.; Iversen, A.; Hepple, P. and Walter, T.; Laxton, C.; Simpson, J. en nombre de Lewes Flood Action Recovery Team, 2004. Health impacts of flooding in Lewes: a comparison of reported gastrointestinal and other illness and mental health in flooded and non-flooded households. *Communicable Disease and Public Health* 7:1-8.

- Reiter, P.; Thomas, C.J.; Atkinson, P. M.; Hay, S. I.; Randolph, S. E.; Rogers, D. J.; Shanks, G. D.; Snow, R. W. and Spielman, A. J., 2004. Global warming and malaria: a call for accuracy. *The LANCET Infectious Diseases*, 4, 323–324.
- Richards, J. y Nicholls, R. J., 2007. *PESETA – Projections of economic impacts of climate change in sectors of Europe based on bottom-up analysis. Coastal Systems: Adaptation Assessment Results*. Informe Final.
- Schellnhuber *et al.*, 2005. *Avoiding Dangerous Climate Change*. Editor Jefe Hans Joachim Schellnhuber Co-editores Wolfgang Cramer, Nebojsa Nakicenovic, Tom Wigley, Gary Yohe. Cambridge University Press, 2005. ISBN: 13 978-0-521-86471-8.
- Schröter *et al.*, 2004. *ATEAM Final report 2004 Detailed report, related to overall project duration*. Contrato nº EVK2-2000-00075.
- Semmler T., Jacob D., 2004. Modeling extreme precipitation events - a climate change simulation for Europe. *Global and Planetary Change*, 44, 119-127.
- Stern, N., 2006. *The Economics of Climate Change*. Cabinet Office – HM Treasury. Cambridge University Press.
- Swiss Re, 2002. *Opportunities and Risk of Climate Change*. Risk Perception Series, Informe.
- Swiss Re, 2006. Natural Catastrophes and Man Made Disasters. Sigma Studies No 2/2006.
- Tol, R. S. J., 1999. 'The Marginal damage costs of Greenhouse Gas Emissions'. *The Energy Journal*, 20 (1), 61-81.
- Tol, R. S. J. y T. E. Downing, 2000. The Marginal Damage Costs of Climate Changing Gases, Institute for Environmental Studies D00/08, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Tol, R. S. J. y T. E. Downing, 2001. *The Marginal Costs Of Climate Changing Emissions*. Richard Tol y Thomas Downing. En: Environmental External Costs of Transport (2001). Editores Rainer Friedrich y Peter Bickel. Publicado por Springer, 2001.
- Tol, R. S. J., 2002a. 'New Estimates of the Damage Costs of Climate Change, Part I: Benchmark Estimates'. *Environmental and Resource Economics*, 21 (1), 47-73.
- Tol, R. S. J., 2002b. 'New Estimates of the Damage Costs of Climate Change, Part II: Dynamic Estimates', *Environmental and Resource Economics*, 21 (1), 135-160.
- Tol R. S. J., Downing, T., Kuik, O. J., y Smith, J. B., 2004. Distributional Aspects of Climate Change Impacts. *Global Environmental Change*, 14 (3) 259-272.
- Tol, R.S.J., 2004. The Double Trade-Off Between Adaptation and Mitigation for Sea Level Rise: An Application of FUND. Unidad de Investigación sobre Sostenibilidad y Cambio Global, Universidad de Hamburgo y Centro de Ciencia Marina y Atmosférica, Hamburgo, Documento de Trabajo FNU-48, Alemania.
- Tol, R. S. J., 2005. The Marginal Damage Costs Of Carbon Dioxide Emissions: An Assessment Of The Uncertainties, *Energy Policy*, 33 (16), 2064–2074.
- Tóth, F. L., 2000. Intergenerational Equity and Discounting, *Integrated Assessment 2*, 127–136.
- Vafeidis, A. T.; Nicholls R. J.; Boot G.; Cox, J.; Grashoff, P. S.; Hinkel, J.; Maatens, R.; McFadden, L.; Spencer, T.; Tol, R. S. J., 2004. 'A global database for coastal vulnerability analysis'. *Land Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ) Newsletter*, No. 33, págs. 1–4.
- Vafeidis, A. T.; Nicholls, R. R.; McFadden, L.; Tol, R. S. J.; Hinkel, J.; Spencer, T.; Grashoff, P. S.; Boot, G. and Klein, R. J. T., 2007. A New Global Coastal Database For Impact And Vulnerability Analysis To Sea-Level Rise. *Journal of Coastal Research*, aceptado.
- Wade *et al.*, 2006. Water Resources. En: Metroeconomica Ltd., Proyecto E – Quantify the cost of impacts and adaptation, estudio para el Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK. Disponible en <http://www.defra.gov.uk>.
- Warren, R.; Hope, C.; Mastrandrea, M.; Tol, R.; Adger, N and Lorenzoni, I., 2006. *Spotlighting Impacts Functions In Integrated Assessment Research*. Informe preparado para el Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático. Septiembre 2006.
- Watkiss, P., 2005. Adaptation: Policy Perspectives. Presentación en el lanzamiento del II Programa Europeo sobre Cambio Climático (ECCP). Bruselas, 24 octubre, 2005.
- Watkiss, P., 2006a. Adaptation Policy. Building National Strategies for Adaptation: ECCP Bruselas, junio 2006. http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/eccp_2/library?l=/impacts_adaptation/strategies_adaptation/presentationpdf_5/_EN_1.0_&a=d

Watkiss, P., 2006b. *The Social Costs of Carbon (SCC) Review – Methodological Approaches for Using SCC Estimates in Policy Assessment*. Informe Final para Defra. Publicado en enero 2006. Paul Watkiss con contribuciones de David Anthoff, Tom Downing, Cameron Hepburn, Chris Hope, Alistair Hunt, y Richard Tol. www.defra.gov.uk/environment/climatechange/carboncost/aeat-scc.htm and <http://socialcostofcarbon.aeat.com/index.htm>.

Watkiss y Horrocks, 2006. Transport. En: Metroeconomica Ltd., Proyecto E – Quantify the cost of impacts and adaptation, estudio para el Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK. Disponible en www.defra.gov.uk.

Watkiss, P. y Downing, T., 2007. The Social Cost of Carbon. *Integrated Assessment Journal*. De próxima aparición.

Willows, R. y Connell, R. (Eds.), 2003. *Climate Adaptation: risk, uncertainty and decision-making*. UK Climate Impacts Programme, Oxford. ISBN 0-9544830-0-6. www.ukcip.org.uk.

Yohe, G. y Tol, R. S. J., 2002. Indicators for Social and Economic Coping Capacity – Moving Toward a Working Definition of Adaptive Capacity, *Global Environmental Change*, 25–40

Anexo I Escenarios del IPCC: información del resumen para responsables políticos del Grupo de trabajo 1

Tabla SPM-2 Proyección del calentamiento medio de la superficie terrestre y elevación del nivel del mar a finales del siglo XXI para diferentes casos modelo. Las proyecciones del nivel del mar no incluyen incertidumbres en realimentaciones del ciclo de carbono debido a la falta de base en la bibliografía publicada. {10.5, 10.6, Tabla 10.7}

Caso	Cambio de temperatura (°C en 2090–2099 respecto a 1980–1999) a		Elevación del nivel del mar (m en 2090–2099 respecto a 1980–1999)
	Mejor estimación	Intervalo probable	Intervalo basado en modelos excluyendo futuros cambios dinámicos rápidos en el flujo del hielo
Concentraciones constantes del año 2000 c	0,6	0,3–0,9	ND
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	2,4–6,4	0,26–0,59

- Nota:**
- a Estas estimaciones se han evaluado a partir de una jerarquía de modelos que abarcan un solo modelo climático, varios EMIC y numerosos AOGCM.
 - c La composición constante para el año 2000 se ha derivado exclusivamente de AOGCM.

Escenarios de emisión del informe especial del IPCC (SRES)

A1. El argumento y la familia de escenarios A1 describen un mundo futuro de crecimiento económico muy rápido, una población mundial que alcanza su máximo a mediados de siglo y que después disminuye, y la rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes.

Los principales temas subyacentes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidades y las crecientes interacciones culturales y sociales, con una reducción considerable de las diferencias regionales de renta *per cápita*. La familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos que describen direcciones alternativas de cambio tecnológico en el sistema energético. Los tres grupos A1 se distinguen por su énfasis tecnológico: consumo intensivo de energías fósiles (A1FI), fuentes de energía no fósiles (A1T) o un equilibrio entre todas las fuentes (A1B) (donde por equilibrado se entiende un consumo no excesivamente dependiente de una fuente de energía particular, suponiendo que a todas las tecnologías de suministro de energía y consumo final se apliquen porcentajes de mejora similares).

A2. El argumento y la familia de escenarios A2 describen un mundo muy heterogéneo. El tema subyacente es la autonomía y la preservación de las identidades locales. Los patrones de fertilidad entre regiones convergen muy lentamente, con el consiguiente aumento incesante de la población mundial. El desarrollo económico se orienta sobre todo a las regiones, y el crecimiento económico *per cápita* y el avance tecnológico son más fragmentados y lentos que en otros argumentos.

B1. El argumento y la familia de escenarios B1 describen un mundo convergente con la misma población mundial, que llega a su máximo a mediados de siglo y disminuye después, igual que en el argumento A1, pero con un cambio rápido de las estructuras económicas hacia una economía de servicios e información, con reducciones de la intensidad de material y la introducción de tecnologías limpias y de uso eficiente de los recursos. El énfasis se pone en soluciones globales para una sostenibilidad económica, social y ambiental, incluida una mayor equidad, pero sin iniciativas climáticas adicionales.

B2. El argumento y la familia de escenarios B2 describen un mundo en el que el énfasis se pone en soluciones locales para una sostenibilidad económica, social y ambiental. Es un mundo cuya población crece continuamente, a un ritmo inferior al del argumento A2, con niveles de desarrollo económico intermedios y un cambio tecnológico menos rápido y más variado que en los argumentos B1 y A1. Aunque el escenario está orientado también a la protección ambiental y la equidad social, se centra en niveles locales y regionales.

Se ha elegido un escenario ilustrativo para cada uno de los seis grupos: A1B, A1FI, A1T, A2, B1 y B2. Todos ellos deben considerarse igualmente probables.

Los escenarios del SRES no incluyen iniciativas climáticas adicionales, lo que significa que no se incluyen escenarios que asuman explícitamente la aplicación del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático o los objetivos de emisiones del Protocolo de Kioto.



ISBN 978-84-8320-471-9



9 788483 204719

P.V.P.: 13,00 €
(IVA incluido)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO