

# Cambio climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad

---

## **Resúmenes del Grupo de Trabajo II**

### **Resumen para responsables de políticas**

Informe del Grupo de Trabajo II del IPCC

### **Resumen técnico**

Informe aceptado por el Grupo de Trabajo II del IPCC pero no aprobado en detalle

---

Parte de la contribución del Grupo de Trabajo II al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático



<b>Resumen para responsables de políticas</b> .....	<b>II-1</b>
<b>Resumen técnico</b> .....	<b>II-19</b>
<b>1. Ámbito y enfoques de la evaluación</b> .....	<b>II-21</b>
1.1 Mandato para la evaluación .....	II-21
1.1 ¿Qué podría estar en juego? .....	II-21
1.3. Enfoques de la evaluación .....	II-22
1.4. Forma en que se tratan las incertidumbres .....	II-23
<b>2. Métodos e instrumentos utilizados en la evaluación</b> .....	<b>II-24</b>
2.1. Detección de respuestas al cambio climático utilizando especies o sistemas como indicadores .....	II-24
2.2. Anticipación de los efectos de futuros cambios climáticos .....	II-25
2.3. Evaluación integrada .....	II-25
2.4. Determinación de costos y valoración .....	II-25
2.5. Marcos analíticos de decisión .....	II-26
<b>3. Escenarios para el cambio futuro</b> .....	<b>II-26</b>
3.1. Los escenarios y su función .....	II-26
3.2. Escenarios socioeconómico, de uso de la tierra y ambiental .....	II-26
3.3. Escenarios de subida del nivel del mar .....	II-26
3.4. Escenarios climáticos .....	II-27
3.5. Escenarios del Siglo XXI .....	II-27
3.6. ¿Cómo se pueden mejorar los escenarios y su utilización? .....	II-28
<b>4. Los sistemas naturales y humanos</b> .....	<b>II-28</b>
4.1. Recursos hídricos .....	II-30
4.2. La agricultura y la seguridad alimentaria .....	II-32
4.3. Ecosistemas terrestres y de agua dulce .....	II-33
4.4. Ecosistemas marinos y de zonas costeras .....	II-35
4.5. Asentamientos humanos, energía e industria .....	II-36
4.6. Seguros y otros servicios financieros .....	II-39
4.7. Salud humana .....	II-44
<b>5. Análisis regionales</b> .....	<b>II-46</b>
5.1. África .....	II-46
5.2. Asia .....	II-48
5.3. Australia y Nueva Zelandia .....	II-51
5.4. Europa .....	II-54
5.5. América Latina .....	II-56
5.6. América del Norte .....	II-58
5.7. Regiones polares .....	II-61
5.8. Pequeños Estados Insulares .....	II-62

	<i>página</i>
<b>6. Adaptación, desarrollo sostenible y equidad</b> .....	<b>II-64</b>
6.1. Capacidad de adaptación .....	II-65
6.2. Desarrollo, sostenibilidad y equidad .....	II-67
<b>7. Cuestiones de ámbito mundial y síntesis</b> .....	<b>II-71</b>
7.1. Detección de los impactos del cambio climático .....	II-71
7.2. Cinco motivos de preocupación .....	II-72
<b>8. Necesidades de información</b> .....	<b>II-75</b>
<b>Glosario del Informe del Grupo de Trabajo II</b> .....	<b>II-77</b>

---

# RESUMEN PARA RESPONSABLES DE POLÍTICAS

## CAMBIO CLIMÁTICO 2001: IMPACTOS, ADAPTACIÓN Y VULNERABILIDAD

---

### *Informe del Grupo de trabajo II del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*

*Este Resumen para responsables de políticas, cuyos detalles fueron aprobados en el Sexto período de sesiones del Grupo de Trabajo II del IPCC (Ginebra, Suiza, 13-16 de febrero de 2001), representa la declaración oficial convenida por el IPCC respecto a la sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas naturales y humanos y a las posibles consecuencias del cambio climático.*

Basado en un proyecto preparado por:

*Q.K. Ahmad, Oleg Anisimov, Nigel Amell, Sandra Brown, Ian Burton, Max Campos, Osvaldo Canziani, Timothy Carter, Stewart J. Cohen, Paul Desanker, William Easterling, B. Blair Fitzharris, Donald Forbes, Habiba Gitay, Andrew Githeko, Patrick Gonzalez, Duane Gubler, Sujata Gupta, Andrew Haines, Hideo Harasawa, Jarle Inge Holten, Bubu Pateh Jallow, Roger Jones, Zbigniew Kundzewicz, Murari Lal, Emilio Lebre La Rovere, Neil Leary, Rik Leemans, Chunzhen Liu, Chris Magadza, Martin Manning, Luis Jose Mata, James McCarthy, Roger McLean, Anthony McMichael, Kathleen Miller, Evan Mills, M. Monirul Qader Mirza, Daniel Murdiyarto, Leonard Nurse, Camille Parmesan, Martin Parry, Jonathan Patz, Michel Petit, Olga Pilifosova, Barrie Pittock, Jeff Price, Terry Root, Cynthia Rosenzweig, Jose Sarukhan, John Schellnhuber, Stephen Schneider, Robert Scholes, Michael Scott, Graham Sem, Barry Smit, Joel Smith, Brent Sohngen, Alla Tsyban, Jean-Pascal van Ypersele, Pier Vellinga, Richard Warrick, Tom Wilbanks, Alistair Woodward, David Wratt, y muchos otros revisores.*



## 1. Introducción

En el Informe del Grupo de trabajo II del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Cambio Climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad* se evalúan la sensibilidad, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas naturales y humanos y las posibles consecuencias del cambio climático.<sup>1</sup> Puede considerarse que este informe es la continuación de otros anteriores informes de evaluación del IPCC, examinándose de nuevo las conclusiones principales de las evaluaciones precedentes e incorporándose los resultados de investigaciones más recientes.<sup>2,3</sup>

Se evalúan en el informe del Grupo de trabajo I del IPCC, *Cambio Climático 2001: La base científica* las modificaciones observadas del clima, sus causas y posibles modificaciones en el futuro. El informe del Grupo de trabajo I concluye indicando, entre otras cosas, que el promedio de temperaturas de la superficie en todo el mundo ha aumentado en  $0,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$  en el transcurso del siglo 20; y que, en la serie de escenarios elaborados por el *Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones* (IE-EE) del IPCC, se prevé que el promedio de temperatura del aire en la superficie de todo el mundo aumente, según los modelos, del 1,4 al  $5,8^\circ\text{C}$  hasta el año 2100 por comparación con el año 1990, y previéndose también con los mismos modelos que el promedio del nivel de la superficie del mar en todo el mundo aumente de 0,09 a 0,88 m al año 2100. Estas proyecciones indican que el calentamiento variará de una región a otra y estará acompañado de aumentos y disminuciones de precipitación. Además, habrán modificaciones en la variación del clima y modificaciones de frecuencia e intensidad de algunos fenómenos climáticos extremos. Estas características generales del cambio climático actúan en los sistemas naturales y humanos y fijan el contexto para la evaluación del Grupo de trabajo II. En la bibliografía actual no se han investigado aún los impactos, adaptación y vulnerabilidad al cambio climático asociados al extremo superior de la gama de valores previstos de calentamiento.

En este Resumen para los responsables de políticas, que fue aprobado por los gobiernos miembros del IPCC en Ginebra en febrero de 2001, se describe la situación actual de comprensión de impactos, adaptación, y vulnerabilidad al cambio climático y sus incertidumbres. Pueden consultarse otros detalles en el informe correspondiente.<sup>4</sup> En la Sección 2 del Resumen se presentan algunas conclusiones generales que surgen de integrar la información de todo el informe. Cada una de estas conclusiones atiende a una distinta dimensión de los impactos, adaptación y vulnerabilidad al cambio climático y ninguna dimensión por

sí sola es predominante. En la Sección 3 se presentan las conclusiones relativas a determinados sistemas naturales y humanos y en la Sección 4 se destacan algunas de las cuestiones inquietantes en diversas regiones del mundo. En la Sección 5 se señalan las esferas de investigación prioritaria para profundizar en la comprensión de las consecuencias posibles y de la adaptación al cambio climático.

## 2. Conclusiones deducibles

### 2.1. Los recientes cambios climáticos regionales, particularmente los aumentos de la temperatura, han influido ya en muchos sistemas físicos y biológicos

Se dispone de pruebas de observaciones indicando que el cambio regional del clima, particularmente los aumentos de la temperatura, ha influido ya en un conjunto diverso de sistemas físicos y biológicos de muchas partes del mundo. Entre los cambios observados pueden citarse como ejemplos la contracción de los glaciares, el deshielo de permafrost, el englamamiento ulterior y el deshielo anticipados de las superficies de ríos y lagos, el alargamiento de las estaciones de desarrollo de las plantas a latitudes medias a altas, los desplazamientos de las zonas de plantas y animales hacia el polo y a mayores altitudes, las disminuciones de algunas poblaciones de plantas y animales, y el florecimiento temprano de árboles, la emergencia de insectos y de puesta de huevos de los pájaros (véase la Figura RRP-1). Hay muchos documentos de prueba de que existe una asociación entre los cambios de temperaturas regionales y los cambios observados de sistemas físicos y biológicos en muchos entornos acuáticos, terrestres y marinos. [2.1, 4.3, 4.4, 5.7, y 7.1]

Los estudios anteriormente mencionados e ilustrados en la Figura RRP-1 se dedujeron de un examen de la bibliografía, señalando estudios por bastantes años, ordinariamente por 20 años o más, de modificaciones de los sistemas biológicos y físicos que pudieran estar relacionados con cambios regionales de temperatura.<sup>5</sup> En la mayoría de los casos en los que se detectaron cambios de los sistemas biológicos y físicos, estos cambios habían ocurrido en el sentido previsto en base a mecanismos conocidos. Era soslayable la probabilidad de que los cambios observados en el sentido previsto (sin ninguna referencia a su magnitud) pudieran ocurrir por casualidad. En muchas partes del mundo, pueden ser importantes los impactos relacionados con las precipitaciones. En la actualidad, se carece de datos sistemáticos simultáneos, climáticos y biofísicos, realizados durante tiempo suficiente (2 o más decenios) lo cual se considera necesario para la evaluación de los impactos de la precipitación.

1 El *cambio climático* según el uso del IPCC se refiere a cualquier cambio del clima en el transcurso del tiempo ya sea por razón de su variabilidad natural o como resultado de actividades humanas. Esta utilización difiere de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) según la cual *cambio climático* se refiere a un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. La atribución del cambio climático a fuerzas naturales y actividades humanas ha sido estudiada por el Grupo de Trabajo I.

2 El informe ha sido escrito por 183 coordinadores autores principales y por 243 autores contribuyentes. El informe fue examinado por 440 examinadores gubernamentales y expertos y por 33 editores que supervisaron el proceso de revisión.

3 En el Sexto período de sesiones del Grupo de trabajo II celebrado en Ginebra del 13 al 16 de febrero de 2001 participaron delegaciones de 100 países miembros del IPCC.

4 Se proporciona en el Resumen técnico un sumario más completo del informe y se indican entre corchetes las secciones pertinentes de ese volumen al final de los párrafos del Resumen para responsables de políticas en caso de que los lectores requieran más información.

5 Existen 44 estudios regionales de más de 400 plantas y animales por un período comprendido entre 20 y 50 años, principalmente en Norteamérica y Europa y al sur de la región polar. Dieciséis estudios regionales abarcan aproximadamente 100 procesos físicos en la mayoría de las regiones del mundo por un período de estudio que varía desde 20 a 150 años. Véanse más detalles en la Sección 7.1 del Resumen técnico.

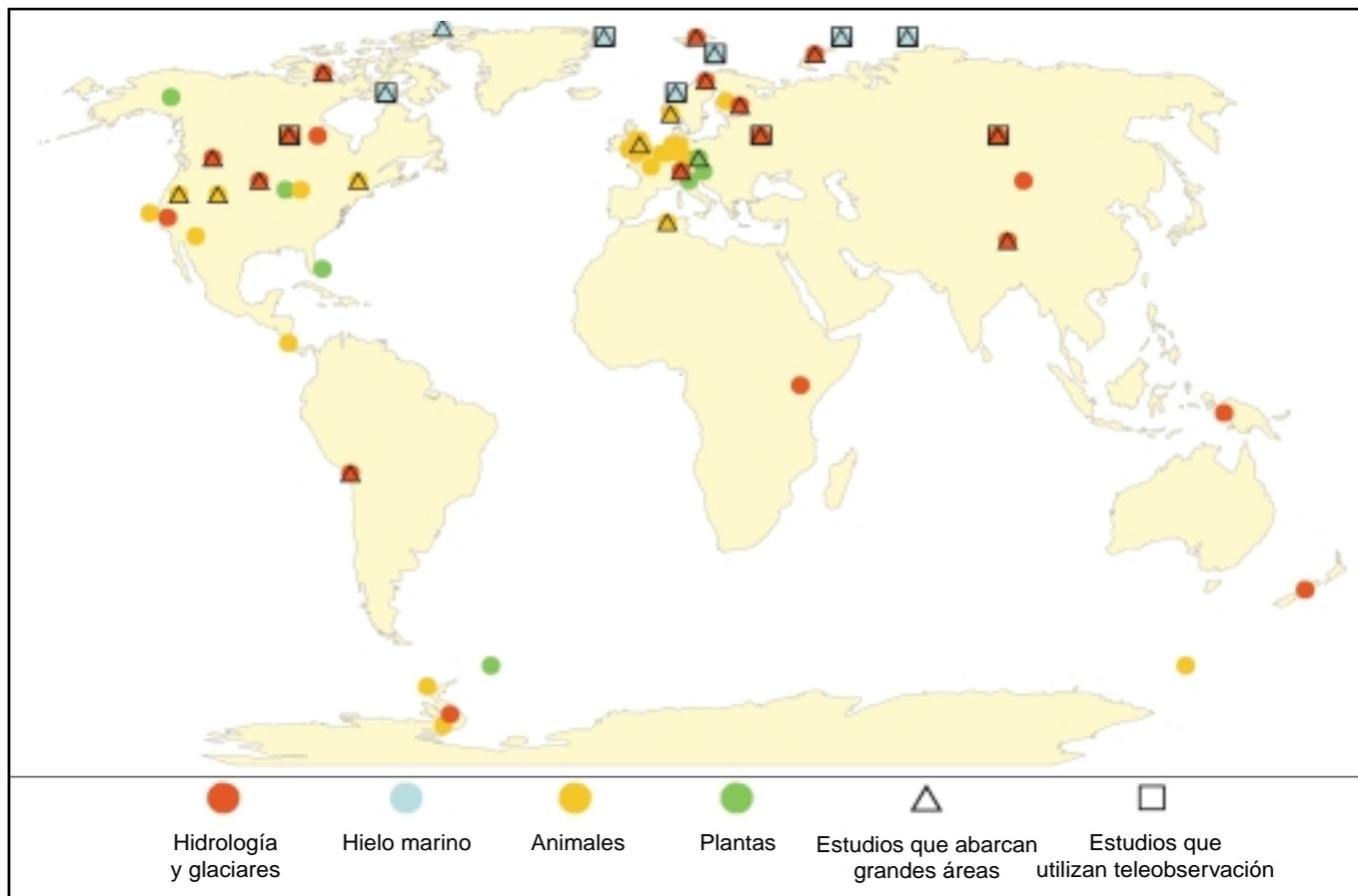


Figura RRP-1: Lugares en los que los estudios sistemáticos por períodos prolongados satisfacen criterios estrictos, como prueba documentada de los impactos del cambio climático regional relacionado con la temperatura en los sistemas físicos y biológicos. Los datos hidrológicos, de retroceso de los glaciares y de hielo sobre el mar representan tendencias que van desde decenios a un siglo. Los datos de ecosistemas terrestres y marinos representan las tendencias de por lo menos dos decenios. Los estudios de teledetección se extienden a grandes zonas. Los datos se refieren a impactos aislados o múltiples que corresponden a mecanismos conocidos de respuesta, de los sistemas físicos y biológicos a los cambios regionales observados relacionados con la temperatura. Cuando los impactos notificados se extienden a grandes zonas, se seleccionó en el mapa un lugar representativo.

Factores tales como el cambio de utilización de los terrenos y de la contaminación influyen también en estos sistemas físicos y biológicos lo que rinde difícil atribuir los cambios a causas particulares en casos concretos. No obstante, y en conjunto, los cambios observados de estos sistemas están en consonancia, en cuanto a su sentido y a su acaecimiento en distintos lugares o regiones (véase la Figura RRP-1) con los efectos previstos de cambios regionales de temperatura. En consecuencia, existe un *grado de confianza alta*<sup>6</sup> acerca de la influencia que los recientes cambios climáticos regionales,

6 En este Resumen para responsables de políticas, se han utilizado las siguientes palabras, cuando procede, para indicar estimaciones prudentes de confianza (en base al juicio colectivo de los autores que utilizaban las pruebas de observación, resultados de modelación, y teorías que han sido examinadas): muy alta (95% o más), alta (67-95%), media (33-67%), baja (5-33%) y muy baja (5% o menos). En otras instancias, se utilizó una escala cualitativa para medir el nivel de comprensión científica: bien establecida, establecida-pero-incompleta, explicaciones no uniformes, y especulación. Los enfoques utilizados para evaluar los niveles de confianza y el nivel de comprensión científica y las definiciones de estos términos se presentan en la Sección 1.4 del Resumen técnico. Cada vez que se utilizan estos términos y expresiones en el Resumen para responsables de políticas, se adjuntan notas al pie y se presentan en letra cursiva.

particularmente los aumentos de la temperatura, han tenido ya en muchos sistemas físicos y biológicos.

## 2.2. Hay indicios preliminares de que algunos sistemas humanos han sido influenciados por aumentos recientes de inundaciones y sequías

Hay pruebas nuevas de que algunos sistemas sociales y económicos han sido influenciados por el aumento reciente de la frecuencia de inundaciones y sequías en algunas zonas. Sin embargo, tales sistemas están también influenciados por modificaciones de factores socioeconómicos tales como desplazamientos demográficos y cambios en la utilización de los terrenos. Es difícil cuantificar el impacto relativo de los factores climáticos y socioeconómicos. [4.6 y 7.1]

## 2.3. Los sistemas naturales son vulnerables al cambio climático y algunos quedarán irreversiblemente dañados

Los sistemas naturales pueden ser especialmente vulnerables al cambio climático dada su limitada capacidad de adaptación (véase el Cuadro RRP-1), y algunos de estos sistemas pueden sufrir daños

**Cuadro RRP-1. Sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad al cambio climático**

*Sensibilidad* es el grado hasta el que está afectado un sistema, en sentido perjudicial o en sentido beneficioso, por razón de estímulos relacionados con el clima. Los estímulos relacionados con el clima abarcan todos los elementos del cambio climático, incluido el promedio de características del clima, la variabilidad del clima y la frecuencia y magnitud de casos extremos. El efecto puede ser directo (por ejemplo un cambio del rendimiento de cosechas en respuesta a un cambio del valor medio de la amplitud o de la variabilidad de la temperatura) o indirecto (p. ej., daños causados por un aumento de la frecuencia de inundaciones en la costa por razón de una subida del nivel del mar).

*Capacidad de adaptación* es la habilidad de un sistema de ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias.

*Vulnerabilidad* es el grado hasta el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima. La vulnerabilidad es función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y de la variación a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación.

significativos e irreversibles. Entre los sistemas naturales que están en peligro, se incluyen los glaciares, los arrecifes de coral y atolones, los manglares, los bosques boreales y tropicales, los ecosistemas polares y alpinos, los humedales de praderas, y los remanentes de tierras de pastoreo nativas. Aunque pueda aumentar la abundancia o la extensión de algunas especies, el cambio climático hará

que sean más graves los peligros actuales de extinción de algunas especies más vulnerables y la pérdida de la diversidad biológica. Está bien establecido<sup>6</sup> que la amplitud geográfica de los daños o de la pérdida, así como el número de sistemas afectados aumentará con la magnitud y la rapidez del cambio climático (véase la Figura RRP-2). [4.3 y 7.2.1]

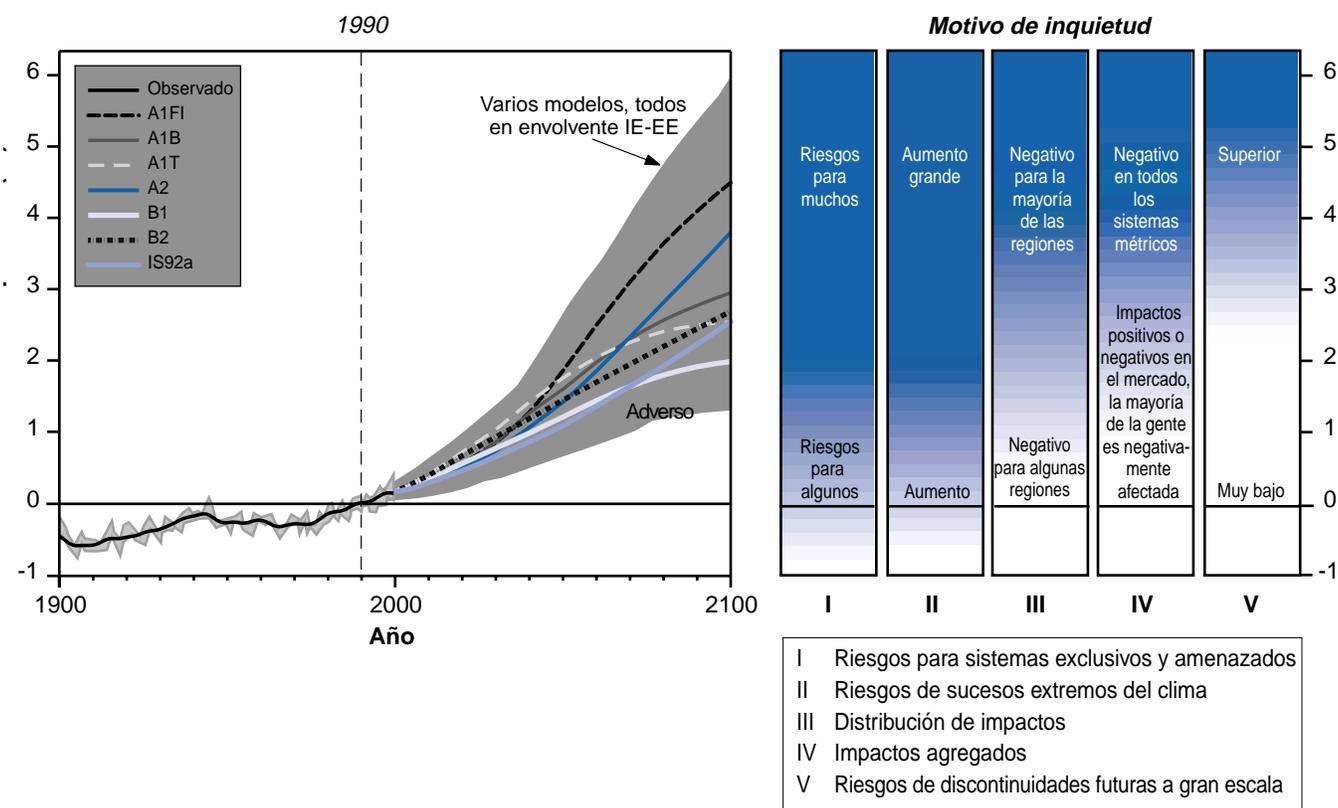


Figura RRP-2: Motivos de inquietud acerca de los impactos previstos del cambio climático. Los riesgos de impactos perjudiciales del cambio climático aumentan con la magnitud del cambio. La parte izquierda de la figura presenta el aumento observado de la temperatura en comparación con 1990 y la gama de aumentos de temperatura previstos después de 1990 según la estimación del Grupo de trabajo I del IPCC para escenarios obtenidos del Informe especial sobre escenarios de emisiones (IE-EE). La parte derecha representa conceptualizaciones de cinco motivos de inquietud respecto a los riesgos del cambio climático en evolución hasta el año 2100. En color blanco se indican los impactos o riesgos neutros o de pequeña magnitud, tanto positivos como negativos; en azul claro se indican los impactos negativos para algunos sistemas o riesgos bajos; y en azul oscuro se presentan los impactos o riesgos negativos que son más extendidos o de mayor magnitud. En la evaluación de los impactos o riesgos solamente se tiene en cuenta la magnitud del cambio y no su rapidez. Se utiliza en la figura el promedio de cambio anual de temperatura mundial como representante de la magnitud del cambio climático pero los impactos previstos serán función entre otros factores de la magnitud y de la rapidez de los cambios mundiales y regionales del clima medio, de la variabilidad del clima y de fenómenos climáticos extremos, condiciones sociales y económicas, así como la adaptación.

#### 2.4. Muchos sistemas humanos son sensibles al cambio climático y algunos son vulnerables

Entre los sistemas humanos sensibles al cambio climático se incluyen muchos recursos hídricos; agricultura (especialmente seguridad de los alimentos) y silvicultura; zonas costeras y sistemas marinos (pesquerías); asentamientos humanos, energía, e industria; seguros y otros servicios financieros y salud humana. La vulnerabilidad de estos sistemas varía en función del lugar geográfico, del tiempo y de las condiciones sociales, económicas y ambientales. [4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, y 4.7]

Entre los posibles impactos negativos, previstos sobre la base de modelos y otros estudios, se incluyen los siguientes:

- Una reducción general del rendimiento posible de las cosechas en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales por razón de la mayoría de los aumentos previstos de la temperatura [4.2]
- Una disminución general, con algunas variaciones, del rendimiento posible de las cosechas en la mayoría de las regiones de latitud media por razón de aumentos del promedio anual de temperatura de más de unos pocos (*a few*) °C [4.2]
- Disponibilidad menor de aguas para poblaciones en muchas regiones con escasez de agua, particularmente en las regiones subtropicales [4.1]
- Un aumento del número de personas expuestas a enfermedades transmitidas por vectores (p.ej., paludismo) y en aguas pantanosas (p.ej., cólera), y un aumento de la mortalidad por la tensión del calor [4.7]
- Un aumento extendido del riesgo de inundaciones para muchos asentamientos humanos (decenas de millones de habitantes en los asentamientos estudiados) como consecuencia de sucesos crecientes de precipitación fuerte y subida del nivel del mar [4.5]
- Aumento de la demanda de energía para acondicionamiento de locales debido a mayores temperaturas estivales. [4.5]

Entre los posibles impactos beneficiosos, previstos en base a modelos y a otros estudios, se incluyen los siguientes:

- Un aumento del rendimiento posible de las cosechas en algunas regiones a latitudes medias por aumento de la temperatura de menos de unos pocos (*a few*) °C [4.2]
- Un aumento posible del suministro de maderas en el mundo procedentes de bosques con una gestión adecuada [4.3]
- Un aumento de la disponibilidad de agua en poblaciones de algunas regiones de escasez de agua, por ejemplo en partes de Asia sudoriental [4.1]
- Una menor mortalidad invernal en latitudes medias y altas [4.7]
- Una demanda reducida de energía para calefacción debido a mayores temperaturas invernales. [4.5]

#### 2.5. Los cambios previstos en los extremos climáticos podrían tener importantes consecuencias

La vulnerabilidad de las sociedades humanas y de los sistemas naturales a extremos climáticos queda demostrada por los daños, dificultades y muertes consiguientes a sucesos tales como sequías, inundaciones, olas de calor, aludes y vendavales. Aunque hay una incertidumbre adjunta a las estimaciones de tales cambios, se prevé que

aumente la frecuencia y la intensidad de algunos sucesos extremos durante el siglo XXI por razón de cambios del promedio y de la variabilidad del clima, por lo que puede preverse que la gravedad de sus impactos aumentará en consonancia con el calentamiento mundial (véase la Figura RRP-2). Por lo contrario, se prevé que la frecuencia e intensidad de sucesos de temperaturas extremadamente bajas tales como olas de frío disminuyan en el futuro con impactos tanto positivos como negativos. Se prevé que los impactos de cambios futuros de extremos del clima repercutan desproporcionadamente en la población pobre. En la Tabla RRP-1 se presentan algunos ejemplos representativos de impactos de estos cambios previstos de la variabilidad del clima y de los extremos del clima. [3.5, 4.6, 6, y 7.2.4]

#### 2.6. La posibilidad de impactos a gran escala y quizás irreversibles plantea riesgos que todavía no se han cuantificado de forma fiable

Los cambios del clima previstos<sup>7</sup> durante el siglo XXI conllevan el riesgo potencial de producir modificaciones futuras a gran escala y posiblemente irreversibles de los sistemas planetarios con impactos de alcance continental y mundial. Estas posibilidades dependen mucho de los escenarios del clima y todavía no ha sido evaluada la serie completa de escenarios plausibles. Como ejemplos pueden citarse una importante disminución de la rapidez de la circulación de los océanos que transporta aguas calientes al Atlántico septentrional, importantes reducciones de las capas de hielo de Groenlandia y de la Antártida occidental, calentamiento mundial acelerado debido a la realimentación del ciclo de carbón en la biosfera terrenal y liberaciones de carbón terrenal de regiones de permafrost y de metano procedente de hidratos en sedimentos costeros. No se conoce bien la probabilidad de muchos de estos cambios en los sistemas terrenales pero es posiblemente muy baja; no obstante, se prevé que esta probabilidad aumente con la rapidez, intensidad y duración del cambio climático (véase la Figura RRP-2). [3.5, 5.7, y 7.2.5]

Si estos cambios de los sistemas planetarios hubieran de ocurrir, sus impactos serían muy extendidos y sostenidos. Por ejemplo, una disminución importante de la circulación termohalina oceánica tendría efectos en los niveles de oxígeno de aguas profundas y en la toma de carbón por parte de océanos y ecosistemas marinos y reduciría el calentamiento sobre partes de Europa. La desintegración de la capa de hielo de la Antártida occidental o la fusión de la capa de hielo de Groenlandia llevarían a una subida mundial del nivel del mar de hasta 3 m en cada uno de los próximos 1.000 años<sup>8</sup>, se sumergirían muchas islas y se inundarían extensas zonas costeras. Dependiendo de la rapidez de pérdida de la capa de hielo, la rapidez y magnitud con la que el nivel del mar suba podría ser muy superior a la capacidad de adaptarse, sin impactos importantes, de los sistemas humanos y naturales. Las liberaciones de carbón terrenal de las regiones de permafrost y de metano de los hidratos en los sedimentos costeros, inducidas por el calentamiento, aumentarían aún más las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera y amplificaría el cambio climático. [3.5, 5.7, y 7.2.5]

7 Los detalles de los cambios de clima previstos, ilustrados en la Figura RRP-2 han sido proporcionados en el Resumen para responsables de políticas del Grupo de trabajo I.

8 En el Resumen para responsables de políticas del Grupo de trabajo I se presentan los detalles de la contribución prevista del aumento del nivel del mar como consecuencia de la fusión de la capa de hielo de la Antártida occidental y de Groenlandia.

**Tabla RRP-1:** Ejemplos de impactos resultantes de los cambios previstos en sucesos climáticos extremos.

<b>Cambios previstos durante el siglo XXI en los fenómenos climáticos extremos y su probabilidad<sup>a</sup></b>	<b>Ejemplos representativos de impactos previstos<sup>b</sup></b> <i>(elevada confianza de ocurrencia en algunas zonas<sup>c</sup>)</i>
<b>Extremos sencillos</b>	
Temperaturas máximas más elevadas; más días cálidos y olas de calor en casi todas las zonas terrestres <sup>d</sup> ( <i>muy probable<sup>a</sup></i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de incidencia de muertes y enfermedades graves en los grupos de mayor edad y de pobreza urbana [4.7]</li> <li>• Aumento del estrés por el calor en el ganado y la fauna silvestre [4.2 y 4.3]</li> <li>• Cambio de los destinos turísticos [Tabla RT-4 y 5.8]</li> <li>• Mayor riesgo de daños en varias cosechas [4.2]</li> <li>• Aumento de la demanda de electricidad para aire acondicionado y menor fiabilidad en las fuentes de energía [Tabla RT-4 y 4.5]</li> </ul>
Temperaturas mínimas más elevadas (en aumento); menos días fríos, días de helada y olas de frío <sup>d</sup> en casi todas las zonas terrestres ( <i>muy probable<sup>a</sup></i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la morbilidad y mortalidad humana relacionadas con el frío [4.7]</li> <li>• Menor riesgo de daños en algunas cosechas y aumento del riesgo en otras [4.2]</li> <li>• Alcance y actividad ampliados de algunos vectores de plagas y enfermedades [4.2 y 4.3]</li> <li>• Disminución de la demanda de energía para calefacción [4.5]</li> </ul>
Más sucesos de precipitación fuerte ( <i>muy probable<sup>a</sup></i> en muchas zonas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de los daños por inundaciones, deslizos, aludes y derrumbamientos [4.5]</li> <li>• Aumento de la erosión del suelo [5.2.4]</li> <li>• Aumento de las escorrentías por inundaciones que pudiera llevar a un aumento de recarga de algunos acuíferos de planicies inundables [4.1]</li> <li>• Aumento de la presión en el gobierno y en los sistemas de seguros privados por inundaciones y para auxilio a catástrofe [Tabla RT-4 y 4.6]</li> </ul>
<b>Extremos complejos</b>	
Aumento de la desecación en verano en la mayoría de las regiones continentales interiores de latitud media y riesgo correspondiente de sequía ( <i>probable<sup>a</sup></i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del rendimiento de las cosechas [4.2]</li> <li>• Aumento de los daños a los cimientos de edificios por contracción del terreno [Tabla RT-4]</li> <li>• Disminución de la cantidad y calidad de recursos hídricos [4.1 y 4.5]</li> <li>• Mayor riesgo de incendios forestales [5.4.2]</li> </ul>
Aumento de la intensidad máxima del viento de ciclones tropicales, y de intensidades media y máxima de la precipitación ( <i>probable<sup>a</sup></i> en algunas zonas) <sup>e</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de los riesgos para la vida humana, riesgo de epidemias de enfermedades infecciosas, y muchos otros riesgos [4.7]</li> <li>• Aumento de la erosión costera y daños a edificios e infraestructura costera [4.5 y 7.2.4]</li> <li>• Aumento de daños a ecosistemas costeros tales como arrecifes de coral y manglares [4.4]</li> </ul>
Sequías e inundaciones intensificadas asociadas a episodios de El Niño en muchas regiones distintas ( <i>probable<sup>a</sup></i> ) (véase también lo indicado en relación con sucesos de sequías y precipitación intensa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la productividad agrícola y de zonas de monte bajo en regiones propicias a sequías e inundaciones [4.3]</li> <li>• Disminución del potencial hidroeléctrico en regiones propensas a la sequía [5.1.1 y Figura RT-7]</li> </ul>
Aumento de la variabilidad de precipitaciones de monzón en los veranos asiáticos ( <i>probable<sup>a</sup></i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la magnitud y de los daños por inundaciones y sequías en Asia templada y tropical [5.2.4]</li> </ul>
Aumento de la intensidad de las tormentas a latitud media (mínima concordancia entre los actuales modelos) <sup>d</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de riesgos para la vida y la salud humanas [4.7]</li> <li>• Aumento de pérdidas de propiedad e infraestructura [Tabla RT-4]</li> <li>• Aumento de los daños a ecosistemas costeros [4.4]</li> </ul>
<p>a Probabilidad se refiere a estimaciones prudentes del grado de confianza utilizado por el GTI-SIE: <i>muy probable</i> (90-99%) <i>probable</i> (66-90%) a no ser que se indique de otro modo se ha obtenido la información sobre fenómenos del clima del Resumen para responsables de políticas, GTI-SIE.</p> <p>b Estos impactos pueden disminuir mediante medidas de reacción adecuadas.</p> <p>c La elevada confianza se refiere a probabilidades comprendidas entre el 67% y el 95% según lo descrito en la nota al pie 6.</p> <p>d La información del GTI-SIE, Resumen técnico, Sección F.5.</p> <p>e Cambios de la distribución regional de ciclones tropicales son posibles pero no han sido determinados.</p>	

### 2.7. La adaptación es una estrategia necesaria a todos los niveles como complemento de los esfuerzos de mitigación del cambio climático

La adaptación permite reducir los impactos adversos del cambio climático y mejorar los impactos beneficiosos pero tendrá costos y no impedirá todos los daños. Los episodios extremos, la variabilidad y la rapidez de cambio son características importantes que han de considerarse en relación con la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, y no son meramente cambios del promedio de las condiciones climáticas. Hasta cierto punto, los sistemas humanos y naturales se adaptarán automáticamente al cambio climático. Una adaptación planificada puede ser complemento de la adaptación autónoma, aunque las opciones y los incentivos son mayores para la adaptación de los sistemas humanos que para la adaptación dirigida a proteger los sistemas naturales. La adaptación es una estrategia necesaria a todos los niveles como complemento de los esfuerzos para mitigar el cambio climático. [6]

Puede aprovecharse la experiencia adquirida en adaptarse a la variabilidad y a los extremos del clima para preparar estrategias adecuadas de adaptación a los cambios del clima previstos. La adaptación a la variabilidad y extremos actuales del clima lleva frecuentemente a obtener beneficios así como a formar la base para enfrentarse a futuros cambios climáticos. Sin embargo, la experiencia demuestra también que hay límites en cuanto a lograr la totalidad de la posible adaptación. Además, una adaptación errónea, como promoviendo el desarrollo de emplazamientos propicios al riesgo puede llevar a decisiones que se basen en consideraciones a corto plazo, o que se haga caso omiso de la variabilidad climática conocida, mediante una previsión equivocada, sin suficiente información y que dependa excesivamente de los mecanismos de primas de seguros. [6]

### 2.8. Los que tienen recursos mínimos poseen una mínima capacidad de adaptarse y son los más vulnerables

La capacidad de los sistemas humanos de adaptarse y enfrentarse al cambio climático depende de factores tales como la riqueza, la tecnología, la educación, la información, la pericia, la infraestructura, el acceso a los recursos y las capacidades administrativas. Es posible que los países desarrollados y en desarrollo mejoren su capacidad y adquieran nuevas capacidades de adaptación. Tales factores predominan de forma muy variable en las diversas poblaciones y comunidades, y los países en desarrollo, particularmente los menos desarrollados, son en general los más desprovistos al respecto. El resultado es que tienen menos capacidad de adaptarse y son más vulnerables a los daños procedentes del cambio climático, y asimismo son más vulnerables a otras presiones. Esta condición es más grave entre los pueblos más pobres. [6.1; véase también 5.1.7, 5.2.7, 5.3.5, 5.4.6, 5.6.1, 5.6.2, 5.7, y 5.8.1 para información a nivel regional]

Se han estimado los beneficios y costos del influjo del cambio climático en unidades monetarias y se han sumado a escala nacional, regional y mundial. En estas estimaciones se excluyen en general los efectos de cambios de la variabilidad y extremos climáticos, no se tiene

en cuenta el efecto de diversas velocidades de cambio y solamente se atiende parcialmente a bienes y servicios que no sean objeto del comercio en el mercado. Estas omisiones llevarán probablemente a estimar por defecto las pérdidas económicas y a estimar por exceso las ganancias económicas. La estimación de la suma de impactos es muy controvertida puesto que se considera que las ganancias de algunos compensan las pérdidas de otros y porque la ponderación que se ha utilizado para sumar los efectos particulares es en general subjetiva. [7.2.2 y 7.2.3]

A pesar de las limitaciones indicadas, en base a unas pocas estimaciones publicadas, el aumento del promedio de temperatura mundial<sup>9</sup> produciría pérdidas económicas netas en muchos países en desarrollo, en relación con todas las magnitudes de calentamiento estudiadas (*baja confianza*<sup>6</sup>), y las pérdidas serían mayores en magnitud cuanto mayor sea el nivel de calentamiento (*confianza media*<sup>6</sup>). Por el contrario, un aumento del promedio de temperatura mundial de hasta unos pocos (*a few*) °C llevaría a una mezcla de ganancias y pérdidas económicas en los países desarrollados (*baja confianza*<sup>6</sup>), con pérdidas económicas para grandes aumentos de temperatura (*confianza media*<sup>6</sup>). La distribución prevista de los impactos económicos es tal que aumentaría la disparidad entre el bienestar de los países desarrollados y el de los países en desarrollo, aumentando esta disparidad si los aumentos previstos de temperatura son superiores (*confianza media*<sup>6</sup>). Se estima que los impactos más dañinos para los países en desarrollo corresponden en parte a su menor capacidad de adaptación por comparación con los países desarrollados. [7.2.3]

Además, cuando se suman los efectos a escala mundial, el producto interior bruto mundial (PIB) cambiaría en  $\pm$  unos pocos por ciento, para aumentos de la temperatura mundial de hasta unos pocos (*a few*) °C (*baja confianza*<sup>6</sup>), y se producirían más pérdidas netas en el caso de mayores aumentos de la temperatura (*confianza media*<sup>6</sup>) (véase la Figura RRP-2). Se prevé que más personas estarían perjudicadas que beneficiadas por el cambio climático, incluso para un promedio de aumento de la temperatura mundial inferior a unos pocos (*a few*) °C (*baja confianza*<sup>6</sup>). Estos resultados son sensibles a las hipótesis acerca de cambios del clima regional, del nivel de desarrollo, de la capacidad de adaptación, de la rapidez de cambio, de la valoración de los impactos y de los métodos aplicados para sumar las pérdidas y ganancias monetarias, incluida la opción de una tasa de descuento. [7.2.2]

Se prevé que los efectos del cambio climático sean superiores en los países en desarrollo en cuanto a pérdida de vidas y efectos relativos en la inversión y en la economía. Por ejemplo, el porcentaje relativo de daños para el PIB de extremos del clima será fundamentalmente superiores en los países en desarrollo que en los países desarrollados. [4.6]

### 2.9. La adaptación, el desarrollo sostenible y la mejora de la equidad pueden fortalecerse mutuamente

Muchas de las comunidades y regiones vulnerables al cambio climático están también sometidas a presiones de fuerzas tales como crecimiento de la población, agotamiento de los recursos y pobreza. La

<sup>9</sup> Se utiliza el cambio de la temperatura media de mundial como indicador de la magnitud del cambio climático. En la exposición al clima dependiente de uno u otro escenario analizada en estos estudios se han incluido las diferencias regionales de los cambios de temperatura, precipitación y otras variables climáticas.

política para disminuir la presión ejercida en los recursos, para mejorar la gestión de riesgos ambientales, y aumentar el bienestar de los miembros más pobres de la sociedad pueden simultáneamente adelantar el desarrollo sostenible y la equidad, mejorar la capacidad de adaptación, y hacer que disminuya la vulnerabilidad a las tensiones climáticas y otras. Si se incluyen los riesgos climáticos en el diseño e implantación de iniciativas de desarrollo nacionales e internacionales puede fomentarse la equidad y el desarrollo sostenible lo que permite disminuir la vulnerabilidad al cambio climático. [6.2]

### 3. Efectos en los sistemas naturales y humanos y su vulnerabilidad

#### 3.1. Recursos hidrológicos e hídricos

El efecto del cambio climático en el flujo de circulación superficial y en la recarga de aguas subterráneas varía de una región a otra y de un escenario climático a otro, sobre todo en función de las proyecciones de cambio de las precipitaciones. Una predicción constante en la mayoría de los escenarios de cambio climático indica que aumentará el flujo de circulación superficial medio anual en altas latitudes y en Asia sudoriental y disminuirá en Asia central, en la zona limítrofe al Mediterráneo, en África meridional y en Australia (*confianza media*<sup>6</sup>) (véase Figura RRP-3); la magnitud del cambio, sin embargo, varía de un escenario a otro. En la mayoría de las zonas, incluidas las latitudes medias, no hay ninguna clara uniformidad en las predicciones de flujo de circulación, en parte por diferencias en la previsión de lluvias y en parte por diferencias de la evaporación prevista que pueden compensar los aumentos de la lluvia. Se prevé un retroceso acelerado de la mayoría de los glaciares y que puedan desaparecer muchos pequeños glaciares (*alta confianza*<sup>6</sup>). En general, los cambios previstos del promedio de escorrentía anual son menos firmes que los impactos basados únicamente en cambios de la temperatura, puesto que los cambios de precipitación varían más de un escenario a otro. A escala de captación de aguas, el efecto de determinado cambio del clima varía en función de las características físicas y de la vegetación de las zonas de captación de aguas, y puede además añadirse a cambios de la cubierta de tierra. [4.1]

Aproximadamente 1.700 millones de personas, una tercera parte de la población del mundo, viven en la actualidad en países sometidos a tensiones de escasez de agua (que se define como un uso de más del 20% de su suministro renovable, indicador comúnmente utilizado para la tensión de escasez de agua). Se prevé que este número aumente aproximadamente a 5 mil millones al año 2025, en función del índice de la tasa de crecimiento de la población. El cambio climático previsto pudiera hacer que disminuya aún más el flujo superficial de corrientes y la recarga de aguas subterráneas en muchos de estos países que sufren escasez de agua, por ejemplo en Asia central, África meridional, y países limítrofes al Mediterráneo pero puede aumentar en algunos otros. [4.1; véase 5.1.1, 5.2.3, 5.3.1, 5.4.1, 5.5.1, 5.6.2, y 5.8.4 para información a nivel regional]

Aumenta en general la demanda de agua debido al crecimiento de la población y al desarrollo económico pero disminuye en algunos países por una mayor eficiencia en su utilización. No es probable que el cambio climático tenga un influjo importante en la demanda

municipal e industrial de aguas en general, pero puede de modo significativo influir en el suministro para regadío que depende de que los aumentos de evaporación estén compensados o agravados por cambios de la precipitación. Por consiguiente, las temperaturas más elevadas, con una demanda mayor de evaporación en las cosechas, significa que la tendencia general se dirigirá hacia un aumento de las demandas de agua para regadío. [4.1]

La magnitud y la frecuencia de las inundaciones podrían aumentar en muchas regiones como consecuencia de una creciente ocurrencia de sucesos de precipitación fuerte que pueden también hacer que aumentar las escorrentías en la mayor parte de las zonas así como la recarga de aguas subterráneas en algunas llanuras para alimentos. El cambio en la utilización de los terrenos puede agudizar tales sucesos. Disminuiría en muchas zonas el flujo superficial de corrientes durante períodos de circulación baja estacional debido a una mayor evaporación; los cambios de precipitación pueden agudizar o desplazar los efectos de un aumento de la evaporación. El cambio climático previsto deterioraría la calidad de las aguas por temperaturas mayores del agua y por una mayor carga de contaminantes de escorrentías e inundaciones procedentes de instalaciones para desechos. La calidad del agua se degradaría aún más cuando disminuyera la circulación de agua, pero si aumentara la circulación podrían mitigarse hasta cierto punto algunos deterioros de la calidad del agua al aumentar la disolución. En los lugares donde las nevadas son en la actualidad un componente importante del equilibrio hídrico, una mayor proporción de precipitaciones en invierno puede convertirse en lluvia y esto podría llevar a un flujo de corrientes de máxima intensidad que se desplazaría de la primavera al invierno. [4.1]

Es probable que haya una máxima vulnerabilidad en sistemas hídricos mal administrados y en sistemas que están actualmente bajo tensión o cuya gestión es deficiente e insostenible, debido a políticas que desalientan al uso eficaz o la protección de la calidad del agua, o a causas como una gestión inadecuada de las cuencas fluviales, a no administrar el suministro variable de aguas y su demanda o a la inexistencia de orientación profesional bien fundada. En sistemas sin adecuada gestión apenas hay estructuras establecidas para amortiguar los efectos de la variabilidad hidrológica en cuanto a la calidad del agua y su suministro. En sistemas de gestión insostenible, la utilización del agua y de los terrenos puede incrementar la tensión con lo que se aumenta también la vulnerabilidad al cambio climático. [4.1]

Los métodos de gestión de los recursos hídricos, particularmente aquellos de gestión integrada de recursos hídricos, pueden ser aplicados para adaptarse a los efectos hidrológicos del cambio climático y a nuevas incertidumbres, a fin de que disminuyan las vulnerabilidades. En la actualidad, los enfoques referentes al suministro (p. ej., mayores defensas frente a inundaciones, construcción de represas, utilización de zonas de reserva de agua, incluidos los sistemas naturales, mejoras de la infraestructura para recolección y distribución de aguas) son más ampliamente utilizados que los referentes a la demanda (que alteran la exposición a la tensión); aunque estos últimos sean ahora objeto de una mayor atención. Sin embargo, la capacidad de aplicar respuestas de gestión eficaces está desequilibradamente distribuida por todo el mundo y es baja en muchos países con economías en transición y en desarrollo. [4.1]

### 3.2. Agricultura y seguridad alimentaria

Sobre la base de la investigación experimental, la respuesta del rendimiento de las cosechas al cambio climático es muy variable, dependiendo de las especies y de los cultivos, características del suelo, plagas y patógenos, efectos directos del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en las plantas, así como las interacciones entre el  $\text{CO}_2$ , la temperatura del aire,

el estrés hídrico, la nutrición mineral, la calidad del aire, y las respuestas de adaptación. Incluso cuando concentraciones fuertes de  $\text{CO}_2$  puedan estimular el crecimiento de las cosechas y el rendimiento, este beneficio no siempre puede contrarrestar los efectos negativos de un calor y una sequía excesivos (*confianza media*<sup>6</sup>). Estos adelantos, junto con adelantos de investigación sobre la adaptación agrícola, han sido incorporados después del Segundo Informe de Evaluación (SIE) a modelos

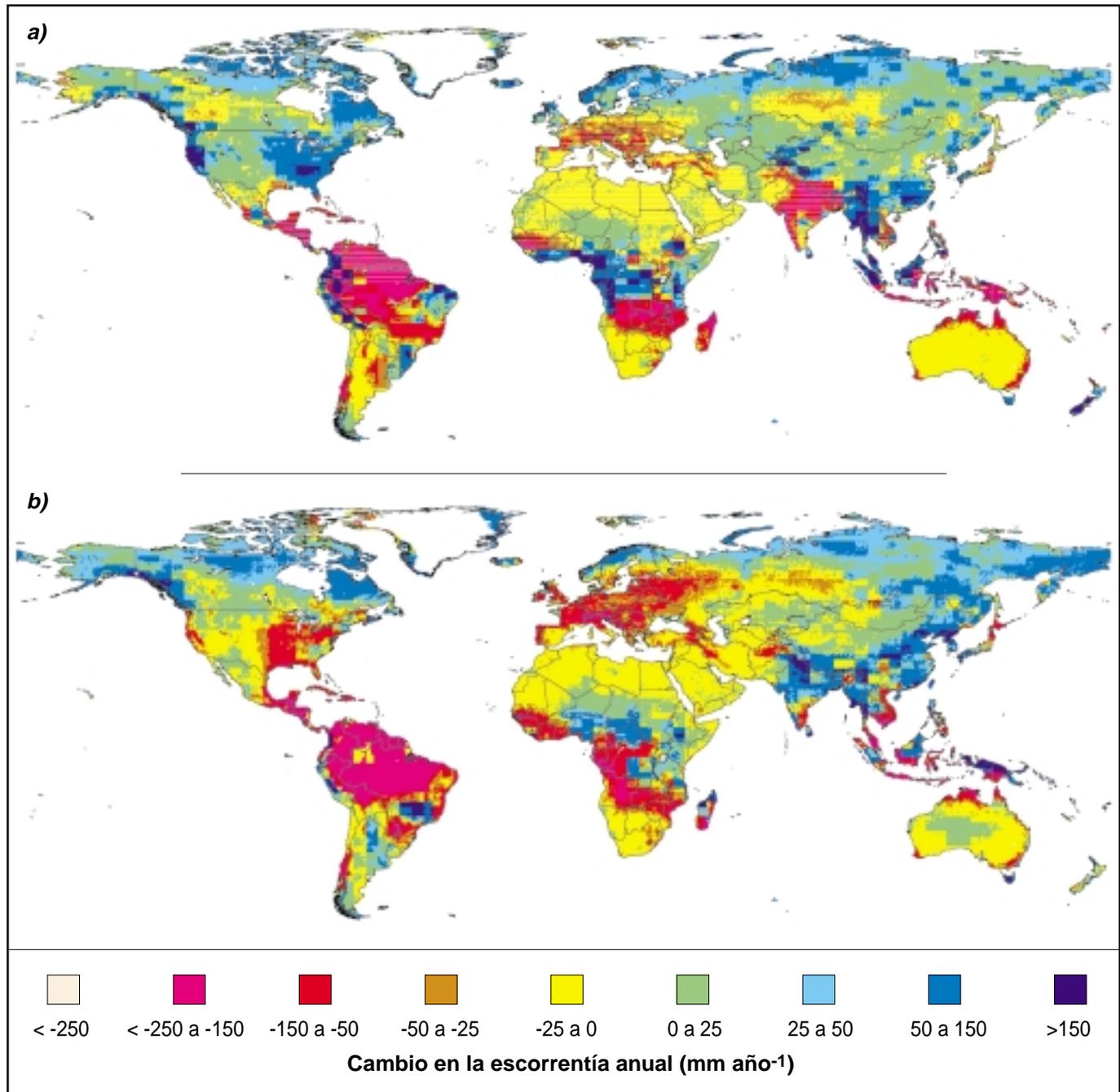


Figura RRP-3: Los cambios previstos del promedio de escorrentía anual de aguas alrededor de 2050, por relación al promedio de escorrentía de 1961-1990, corresponden en general a los cambios previstos de precipitación. Se calculan los cambios de escorrentías con un modelo hidrológico utilizándose como proyecciones de partida del clima dos versiones del Modelo de Circulación General Atmósfera-Océano (MCGAO) del Centro Hadley para un escenario de 1% de aumento anual de la concentración eficaz de dióxido de carbono en la atmósfera: *a)* conjunto HadCM2 medio y *b)* HadCM3. Los aumentos previstos de escorrentía en elevadas latitudes y en Asia sudoriental y las disminuciones previstas en Asia central, la zona fronteriza al Mediterráneo, África meridional y Australia, son en general coincidentes en todos los experimentos del Centro Hadley y están en armonía con las proyecciones de precipitación de otros experimentos MCGAO. Para otras regiones del mundo, los cambios de precipitación y de escorrentía dependen del escenario y del modelo.

utilizados para evaluar los efectos del cambio climático en el rendimiento de cosechas, suministro de alimentos, ingresos de las granjas y precios. [4.2]

Se incurrirá en costos para enfrentarse a pérdidas de rendimiento inducidas por el clima y para adaptar los sistemas de producción de ganado. Entre estas opciones de adaptación de la agronomía y de la ganadería pueden incluirse, por ejemplo, ajustes de las fechas para plantar, tasas de fertilización, aplicación de riegos, características de los cultivos y selección de especies animales. [4.2]

Cuando se incluye la adaptación agronómica autónoma, las evaluaciones con modelos de cosechas indican, con *confianza de media a baja*<sup>6</sup>, que el cambio climático llevará a unas respuestas, que serán en general positivas, cuando haya menos de unos pocos (*a few*) °C de calentamiento, y serán en general negativas cuando haya más de unos pocos (*a few*) °C de calentamiento en los rendimientos de cosechas a latitudes medias. Otras evaluaciones análogas indican que el rendimiento de algunas cosechas en los trópicos disminuiría en general incluso con aumentos mínimos de la temperatura, porque tales cosechas están cerca de su máxima tolerancia al aumento de la temperatura y en esas regiones predomina la agricultura de secano y dependiente de la lluvia natural. Cuando haya también una gran disminución de la lluvia, el rendimiento de las cosechas tropicales estaría incluso más negativamente influenciado. Con la adaptación agronómica autónoma, el rendimiento de las cosechas en los trópicos tiende a estar menos negativamente influenciado por el cambio climático que sin adaptación, pero todavía tiende a mantenerse por debajo de los niveles estimados en función del clima actual. [4.2]

La mayoría de los estudios económicos mundiales y regionales a los que no se ha incorporado el cambio climático indican que la tendencia descendente de los precios mundiales de mercaderías del siglo XX probablemente continuará en el siglo XXI, aunque la confianza en estas predicciones disminuye más cuando se avanza hacia el futuro. Las evaluaciones de modelos económicos indican que los impactos del cambio climático en la producción agrícola y en los precios podrían llevar pequeños porcentajes de cambio de ingresos mundiales (*baja confianza*<sup>6</sup>), con aumentos mayores en las regiones más desarrolladas y aumentos menores o disminuciones en las regiones en desarrollo. La mayor confianza en estas conclusiones depende de una ulterior investigación acerca de la sensibilidad de las evaluaciones de modelos económicos a sus hipótesis básicas. [4.2 y Cuadro 5-5]

La mayoría de los estudios indica que aumentos de la temperatura media anual mundial de unos pocos (*a few*) °C, o más, ocasionarían un aumento de los precios de alimentos debido a una disminución del ritmo de expansión del suministro mundial de alimentos por comparación al crecimiento de la demanda de alimentos mundiales (*establecido pero incompleto*<sup>6</sup>). Con magnitudes de calentamiento inferiores a unos pocos (*a few*) °C, los modelos económicos no distinguen claramente lo que corresponde al cambio climático y lo debido a otras fuentes de cambio, en función de los estudios incluidos en esta evaluación. En algunos estudios recientes, en que se han sumado los efectos, se han estimado impactos económicos en poblaciones vulnerables tales como productores de pequeño tamaño y consumidores urbanos pobres. Estos estudios concluyen que el cambio climático haría disminuir los ingresos de poblaciones vulnerables y aumentar el número absoluto de

personas con riesgo de pasar hambre aunque esto es inseguro y requiere una investigación ulterior. Se estableció, aunque sólo parcialmente que el cambio climático, principalmente por conducto de un aumento de los fenómenos extremos y desplazamientos temporales y espaciales, empeorará la seguridad alimentaria en África. [4.2]

### 3.3. Ecosistemas terrestres y de agua dulce

Los estudios de modelización de vegetación continúan demostrando la posibilidad de una perturbación importante de los ecosistemas en virtud del cambio climático (*elevada confianza*<sup>6</sup>). La migración de los ecosistemas o de los biomas como unidades discretas no es probable que ocurra; en su lugar en determinado emplazamiento, se modificará la composición y el predominio de algunas especies. Los resultados de estos cambios estarán retardados respecto a los cambios del clima por varios años, o por varios decenios e incluso siglos (*alta confianza*<sup>6</sup>). [4.3]

La distribución, el tamaño de las poblaciones, la densidad de la población y el comportamiento de la fauna silvestre han sido y continuarán siendo afectados directamente por cambios del clima mundial o regional, e indirectamente por cambios de la vegetación. El cambio climático llevará a un movimiento hacia los polos de las fronteras de distribución de peces de agua dulce, junto con la pérdida de hábitats para peces de agua fría y fresca, y el aumento de hábitats para peces de aguas calientes (*alta confianza*<sup>6</sup>). Ya están muy amenazadas las especies y las poblaciones y se espera que el riesgo aumente por la sinergia entre el cambio climático que rinde partes de los hábitats actuales inadaptables a muchas especies y el cambio en el uso de la tierra que fragmenta los hábitats y levanta obstáculos a la migración de las especies. Sin una adecuada gestión, estas presiones llevarán a que algunas especies actualmente clasificadas como “críticamente amenazadas” se extingan y a que la mayoría de las denominadas “amenazadas o vulnerables” sean más escasas y, por lo tanto, se acerquen a su extinción en el siglo XXI (*alta confianza*<sup>6</sup>). [4.3]

Entre los posibles métodos de adaptación para reducir los riesgos planteados a las especies podrían incluirse: 1) establecimiento de refugios, parques naturales y reservas con corredores para permitir la migración de las especies, y 2) uso de cría en cautividad y traslado a otros lugares. Sin embargo, estas opciones están limitadas por su costo. [4.3]

Parece que los ecosistemas terrestres están almacenando cantidades crecientes de carbono. Cuando se elaboró el SIE, esto se atribuía en gran medida a un aumento de la productividad de las plantas por razón de la interacción entre una concentración elevada de CO<sub>2</sub>, temperaturas en aumento, y cambios de la humedad de los suelos. Resultados recientes confirman que ocurren ganancias de productividad pero sugieren que son más pequeñas sobre el terreno que lo indicado en los experimentos de laboratorio con plantas (*confianza media*<sup>6</sup>). Por lo tanto, la absorción terrestre de CO<sub>2</sub> puede deberse más a cambios en el uso y ordenación de la tierra que a efectos directos de elevadas concentraciones de CO<sub>2</sub> y al clima. El grado con el que los ecosistemas terrestres continúen siendo sumideros netos de carbono no es seguro debido a las interacciones complejas entre los factores anteriormente mencionados (p.ej., los ecosistemas terrestres árticos y los humedales pueden actuar tanto de fuente como de sumideros) (*confianza media*<sup>6</sup>). [4.3]

En sentido opuesto al estudio SIE, los estudios del mercado mundial de maderas en los que se incluyen adaptaciones por gestión de terrenos y de productos, incluso sin proyectos de silvicultura que aumenten la captación y almacenamiento de carbón, sugieren que una pequeña magnitud de cambio climático aumentaría el suministro mundial de maderas y mejoraría las actuales tendencias hacia una mayor parte del mercado en los países en desarrollo (*confianza media*<sup>6</sup>). Los consumidores pudieran beneficiarse de precios de madera más bajos mientras que los productores pudieran ganar o perder dependiendo de cambios regionales de productividad maderera y de posibles efectos de mortalidad periférica. [4.3]

### 3.4. Ecosistemas de zonas costeras y ecosistemas marinos

Se prevé que entre los impactos a gran escala del cambio climático en los océanos se incluyan aumentos de la temperatura de la superficie del mar y del nivel medio del mar en el mundo, una disminución de la cubierta de las capas de hielo sobre el mar y cambios de salinidad, condiciones de las olas, y circulación de los océanos. Los océanos son un componente integral y reactivo al sistema climático con importantes retroacciones físicas y biogeoquímicas al clima. Muchos ecosistemas marítimos son sensibles al cambio climático. Se reconoce en la actualidad que las tendencias climáticas y su variabilidad de las que se hacen eco los regímenes multianuales del clima y de los océanos (p.ej., Oscilación Decenal del Pacífico) y los cambios de uno a otro régimen influyen fuertemente en la dinámica de abundancia de peces y su población, con impactos significativos en las sociedades humanas que dependen de la pesca. [4.4]

Muchas zonas costeras experimentarán aumento de niveles de inundación, erosión acelerada, pérdida de humedales y de manglares, e intrusión de agua del mar en las fuentes de agua dulce como resultado del cambio climático. La amplitud y gravedad de los impactos de tormentas, incluidas las inundaciones por temporales y la erosión de las costas aumentarán como resultado del cambio climático, incluida la subida del nivel del mar. Las costas de altas latitudes experimentarán nuevos impactos relacionados con una mayor energía de las olas y un deterioro del permafrost. Los cambios del nivel relativo del mar variarán localmente, debido a ascensos o subsidencias causados por otros factores. [4.4]

Los impactos en ecosistemas costeros muy diversos y productivos tales como los arrecifes de coral, los atolones y las islas coralíferas, los pantanos de agua salada y los bosques de manglares dependerán del ritmo de aumento del nivel del mar en relación con los ritmos de crecimiento y de suministro de sedimentos, espacio y obstáculos para la migración horizontal, cambios del entorno clima-océanos tales como temperaturas de la superficie del mar y frecuencia de ocurrencia de temporales, así como presiones procedentes de actividades humanas en las zonas costeras. Los episodios de blanqueo de corales en los últimos 20 años han estado asociados a varias causas, incluidos los aumentos de temperatura de los océanos. El calentamiento futuro de la superficie del mar aumentaría el estrés en los arrecifes de coral y llevará a una mayor frecuencia de enfermedades marinas (*alta confianza*<sup>6</sup>). [4.4]

En las evaluaciones de estrategias de adaptación de zonas costeras se ha desplazado el énfasis alejándose de estructuras de protección fuerte de la línea costera (p.ej., murallas de mar, espigones) hacia medidas de protección débil (p.ej., relleno de las playas), retiros administrados y resiliencia mejorada de los sistemas biofísicos y socioeconómicos en las regiones costeras. Las opciones de adaptación para gestión costera y marina son más eficaces cuando están acompañadas de políticas en otras esferas, tales como planes de mitigación de catástrofes y planificación del uso de la tierra. [4.4]

### 3.5. Salud humana

Se han elucidado aún más los impactos de episodios meteorológicos a corto plazo en la salud humana después del estudio SIE, particularmente en relación con períodos de tensión térmica, de la modulación de los impactos de la contaminación atmosférica, los impactos de tormentas e inundaciones y el influjo de la variabilidad climática estacional e interanual en enfermedades infecciosas. Se comprenden también mejor los determinantes de la vulnerabilidad de las poblaciones a impactos adversos en la salud y las posibilidades de reacciones de adaptación. [4.7]

Se sabe que muchas enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, alimentos y agua son sensibles a cambios de las condiciones climáticas. En la mayoría de los estudios de modelos predictivos, se llega a la conclusión, con *confianza de media a alta*<sup>6</sup> de que, en algunos escenarios de cambio climático, habría un aumento neto de la extensión geográfica de transmisión posible de paludismo y de dengue, dos infecciones transmitidas por vectores, cada una de las cuales amenaza en la actualidad entre el 40% y el 50% de la población del mundo.<sup>10</sup> Dentro de sus zonas de influjo actuales, éstas y muchas otras enfermedades infecciosas tenderían a aumentar su incidencia y estacionalidad aunque ocurrirían disminuciones regionales de algunas enfermedades infecciosas. En todos los casos, sin embargo, el acaecimiento real de la enfermedad está fuertemente influenciado por condiciones ambientales locales, circunstancias socioeconómicas e infraestructura de salud pública. [4.7]

El cambio previsto del clima estará acompañado de un aumento de olas de calor, frecuentemente exacerbadas por un aumento de la humedad y de la contaminación atmosférica urbana que llevarían a un aumento de muertes y enfermedades relacionadas con el calor. Los datos demuestran que el impacto sería máximo en poblaciones urbanas, influyendo particularmente en los más ancianos, enfermos y aquellos que no tienen acceso al aire acondicionado (*alta confianza*<sup>6</sup>). Hay pruebas limitadas de que en algunos países templados la disminución de muertes por inclemencia invernal sería superior al aumento de muertes por inclemencia estival (*confianza media*<sup>6</sup>); pero, la investigación publicada ha estado en gran manera limitada a poblaciones de los países desarrollados por lo que es muy difícil comparar de forma generalizada los cambios de la mortalidad estival e invernal. [3.5 y 4.7]

Es obvio y conocido por la experiencia que cualquier aumento de las inundaciones llevará consigo un aumento del riesgo de ahogados,

10 Ocho estudios han establecido modelos del influjo del cambio climático en estas enfermedades, cinco sobre paludismo y tres sobre dengue. Siete utilizan un enfoque biológico basado en la modificación de los procesos y en uno se utiliza un enfoque empírico y estadístico.

diarreas y enfermedades respiratorias, y en los países en desarrollo también hambre y desnutrición (*alta confianza*<sup>6</sup>). Si aumentaran los ciclos regionalmente, ocurrirían frecuentemente impactos devastadores, particularmente en poblaciones de asentamientos muy densos con recursos inadecuados. Una disminución de los rendimientos de las cosechas y de la producción alimentaria por el cambio climático en algunas regiones, particularmente en los trópicos, predispondrá a las poblaciones con inseguridad alimentaria a la desnutrición, llevando a un desarrollo deficiente de los niños y a una disminución de la actividad de los adultos. Pudieran ocurrir en algunas regiones perturbaciones socioeconómicas que perjudiquen tanto a los medios de vida como a la salud. [3.5, 4.1, 4.2, 4.5, y 4.7]

Respecto a cada uno de los impactos negativos previstos en la salud, hay una gama de opciones posibles de adaptación social, institucional, tecnológica y de comportamiento para reducir tal efecto. Entre las adaptaciones pudieran por ejemplo incluirse un fortalecimiento de la infraestructura de la salud pública, una gestión del medio ambiente orientada hacia la salud (incluida la calidad de la atmósfera y de las aguas, seguridad alimentaria, diseño urbano y de habitaciones, y gestión de aguas de superficie), y el suministro de instalaciones adecuadas de atención médica. En general, los impactos negativos del cambio climático en la salud serán mayores en poblaciones vulnerables de menores ingresos, predominantemente en los países tropicales y subtropicales. En general las políticas de adaptación reducirían estos impactos. [4.7]

### 3.6. Asentamientos humanos, energía e industria

Una literatura cada vez más abundante y con más datos cuantitativos demuestra que los asentamientos humanos están influenciados por el cambio climático en una de las tres maneras principales:

- 1) Están influenciados los sectores económicos que sustentan a los asentamientos por razón de los cambios de la productividad de los recursos o cambios de la demanda del mercado, en cuanto a los bienes y servicios producidos en ese lugar. [4.5]
- 2) Pueden verse directamente afectados algunos aspectos de la infraestructura material (incluidos los sistemas de transmisión y distribución de energía), edificios, servicios urbanos (incluidos los sistemas de transporte), y determinadas industrias (tales como agroindustria, turismo, y construcción). [4.5]
- 3) Las poblaciones pueden estar directamente afectadas por razón de condiciones meteorológicas extremas, cambios de la situación sanitaria, o migración. Los problemas son en cierto modo distintos en los grandes centros de población (<1 millón) y en los de tamaño mediano a pequeño. [4.5]

El riesgo directo que en más partes del mundo afecta a los asentamientos humanos como consecuencia del cambio climático es el de inundaciones y movimientos de tierra, provocados por el aumento previsto de la intensidad de las lluvias y, en las zonas costeras, por la subida del nivel del mar. Están particularmente amenazados los asentamientos en las vertientes de los ríos y del mar (*alta confianza*<sup>6</sup>), pero la inundación urbana puede ser un problema en cualquier parte en la que hubiese una capacidad inadecuada de los sistemas de alcantarillas, suministro de aguas y gestión de desechos. En tales áreas, son altamente vulnerables los barrios con ocupación ilegal de la tierra y

otros asentamientos urbanos oficiosos con elevada densidad de población, refugios deficientes, poco o ningún acceso a recursos tales como agua potable y servicios sanitarios públicos y escasa capacidad de adaptación. Los asentamientos humanos sufren en la actualidad otros importantes problemas ambientales, que pudieran agravarse en regímenes de más elevada temperatura y de mayor precipitación, tales como los relacionados con los recursos de agua y energía, así como la infraestructura, el tratamiento de desechos y el transporte. [4.5]

La rápida urbanización de zonas bajas costeras, tanto en el mundo desarrollado como en el mundo en desarrollo, está produciendo un aumento considerable de la densidad de la población y de los bienes humanos expuestos a extremos climáticos en las costas, tales como ciclones tropicales. Las previsiones basadas en modelos del promedio de personas al año que pudieran ser objeto de inundación por tormentas en la costa se multiplica varias veces (de 75 a 200 millones de personas según la reacción de adaptación) para escenarios de una gama media de aumento del nivel del mar de 40 cm hasta el año 2080, en relación con escenarios sin ningún aumento del nivel del mar. Los daños potenciales a las infraestructuras de las zonas costeras, como resultado del aumento del nivel del mar, han sido calculados en montos correspondientes a decenas de miles de millones de dólares estadounidenses para ciertos países, por ejemplo Egipto, Polonia, y Viet Nam. [4.5]

Los asentamientos con poca diversificación económica y en los que un elevado porcentaje de los ingresos proviene de industrias de recursos primarios sensibles al clima (agricultura, silvicultura, y pesquerías) son más vulnerables que los asentamientos más diversificados (*elevada confianza*<sup>6</sup>). En las zonas desarrolladas del Ártico, y donde el permafrost es rico en hielo, será necesario prestar particular atención a mitigar los impactos perjudiciales del deshielo, tales como daños graves a los edificios y a la infraestructura de transporte (*muy alta confianza*<sup>6</sup>). La infraestructura industrial de transporte y comercial es en general vulnerable a los mismos peligros que la infraestructura de los asentamientos. Se prevé que la demanda de energía aumente en cuanto a enfriar los edificios y disminuya en cuanto a calefacción pero el efecto neto depende de los escenarios y del lugar. Algunos sistemas de producción y distribución de energía pueden sufrir impactos adversos que reducirían los suministros o la fiabilidad de los sistemas mientras que otros sistemas energéticos podrían beneficiarse. [4.5 y 5.7]

Entre las posibles opciones de adaptación están la planificación de los asentamientos y de su infraestructura, el emplazamiento de instalaciones industriales, y la adopción de decisiones similares a largo plazo de forma que se reduzcan los efectos adversos de sucesos que son de una escasa probabilidad (aunque creciente), pero que conllevan grandes consecuencias (y quizás están en aumento). [4.5]

### 3.7. Seguros y otros servicios financieros

El costo de los episodios meteorológicos ordinarios y extremos ha aumentado rápidamente en los últimos decenios. Las pérdidas económicas mundiales como consecuencia de sucesos catastróficos aumentaron en un múltiplo de 10,3, es decir, desde 3.900 millones de dólares estadounidenses al año en el decenio de 1950 hasta 40.000 millones de dólares estadounidenses al año en el decenio de 1990 (todo en dólares estadounidenses de 1999, sin el ajuste relativo a la paridad de su valor adquisitivo), correspondiendo aproximadamente

la cuarta parte de las pérdidas a los países en desarrollo. La parte con prima de seguros de estas pérdidas aumentó de un nivel despreciable a 9.200 millones de dólares estadounidenses al año, durante el mismo período. Los costos totales son dos veces mayores cuando se incluyen las pérdidas de sucesos más pequeños no catastróficos relacionados con el tiempo. Como medida del aumento de la vulnerabilidad de la industria a las primas de seguros, la relación de las primas de seguros mundiales de propiedad/casuales, referentes a pérdidas relacionadas con el tiempo, disminuyó por un factor de tres entre 1985 y 1999. [4.6]

Los costos de episodios meteorológicos han aumentado rápidamente a pesar de esfuerzos importantes y crecientes por fortalecer la infraestructura y mejorar la preparación frente a desastres. Parte de la tendencia ascendente observada en pérdidas por catástrofes en los últimos 50 años está vinculada a factores socioeconómicos, tales como el crecimiento de la población, el aumento de la riqueza, y la urbanización de zonas vulnerables, y en parte está vinculada a factores climáticos tales como los cambios observados de precipitación e inundaciones. La asignación concreta es compleja y hay diferencias en el saldo de estas dos causas según la región y el tipo de sucesos. [4.6]

El cambio climático y las modificaciones previstas en los fenómenos relacionados con el tiempo que se consideran vinculados al cambio climático aumentarían la incertidumbre actuarial en la evaluación de riesgos (*alta confianza*<sup>6</sup>). Tales acontecimientos impondrían una presión creciente en las primas de seguros y pudieran llevar a que algunos riesgos sean nuevamente clasificados como no asegurables, con el subsecuente retiro de la cobertura. Tales cambios inducirían un mayor costo de las primas de seguros, disminuirían el ritmo de ampliación de los servicios financieros hacia países en desarrollo, reducirían la disponibilidad de seguros para una ampliación del riesgo, y aumentarían la demanda de compensación financiada por el gobierno después de desastres naturales. En caso de que ocurran tales cambios, puede esperarse que cambie la importancia relativa de las entidades públicas y privadas en cuanto a proporcionar seguros y recursos de gestión del riesgo. [4.6]

Se prevé que en su totalidad el sector de servicios financieros pueda enfrentarse a los impactos del cambio climático, aunque los registros históricos demuestran que los sucesos de poca probabilidad pero de elevado impacto, o los sucesos múltiples no muy distantes entre sí influyen gravemente en partes del sector, especialmente si disminuye simultáneamente la capacidad de adaptación por razón de factores no climáticos (p.ej., condiciones financieras negativas del mercado). Las primas de seguros de propiedad/víctimas y los segmentos de reaseguros y empresas pequeñas especializadas y no diversificadas han manifestado una mayor sensibilidad, incluida una reducción de la rentabilidad y quiebras consiguientes a sucesos relacionados con el tiempo. [4.6]

La adaptación al cambio climático presenta retos complejos, pero también oportunidades en el sector. La intervención de la reglamentación en cuanto a precios, tratamiento de impuestos de reservas, y la habilidad (o inadvertencia) de las empresas para retirarse de mercados con riesgo son ejemplos de factores que influyen en la resiliencia del sector. Los actores del sector público y del sector privado también prestan apoyo a la adaptación, fomentando la preparación ante desastres, los programas de prevención de pérdidas, los códigos de construcción

de edificios y una mejor zonificación. Sin embargo, en algunos casos, los seguros públicos y los programas de auxilio a desastres han fomentado inadvertidamente un sentido de despreocupación y de mala adaptación induciendo al desarrollo de zonas con riesgo, tales como llanuras inundables y zonas costeras de Estados Unidos. [4.6]

Se prevé que los efectos del cambio climático sean mayores en el mundo en desarrollo, particularmente en países que confían en la producción primaria como fuente principal de ingresos. Algunos países son objeto de impactos en su PIB como consecuencia de desastres naturales, existiendo un caso en el que los daños alcanzan la mitad del PIB. Surgirían cuestiones de equidad y limitaciones de desarrollo si no pueden asegurarse los riesgos relacionados con el tiempo, si aumentan los precios o si se tiene una disponibilidad limitada. Por lo contrario, un mayor acceso a los seguros y la introducción más amplia de planes de microfinanciación y bancos de desarrollo aumentaría la capacidad de los países en desarrollo de adaptarse al cambio climático. [4.6]

#### 4. La vulnerabilidad varía de una región a otra

La vulnerabilidad de la población humana y de los sistemas naturales al cambio climático varía sensiblemente según las regiones y según las poblaciones dentro de las regiones. Las diferencias regionales en el clima y en el cambio previsto del clima dan lugar a una exposición distinta a los estímulos climáticos a través de las regiones. Los sistemas naturales y sociales de las diversas regiones tienen múltiples características, recursos e instituciones, y están sometidos a una diversidad de presiones que dan lugar a diferencias de sensibilidad y de capacidad de adaptación. A partir de estas diferencias surgen inquietudes importantes que son distintas en cada una de las principales regiones del mundo. Además, incluso dentro de una región, variarán los impactos, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad. [5]

Considerando todos estos aspectos, es probable que todas las regiones sufran ciertos efectos adversos del cambio climático. En la Tabla RRP-2 se presentan de forma muy resumida algunas de las principales inquietudes en las distintas regiones. Algunas regiones son particularmente vulnerables por su exposición física a los peligros del cambio climático y por su limitada capacidad de adaptación. La mayoría de las regiones menos desarrolladas son especialmente vulnerables ya que una parte importante de su economía corresponde a sectores sensibles al clima y por ser baja su capacidad de adaptación por razón de niveles escasos de recursos humanos, financieros y naturales, así como por su capacidad limitada de tipo institucional y tecnológico. Por ejemplo, los Pequeños Estados Insulares y las áreas costeras de poca altura son particularmente vulnerables a la subida del nivel del mar y a las tormentas y la mayoría de estos Estados tienen una capacidad limitada de adaptación. Se prevé que los impactos del cambio climático en las regiones polares sean grandes y rápidos, incluida la reducción de la extensión de la capa de hielo sobre el mar y su espesor y el deterioro del permafrost. Los cambios adversos de corrientes de los ríos estacionales, las inundaciones y las sequías, la seguridad alimentaria, las pesquerías, y los efectos en la salud, así como la pérdida de la diversidad biológica constituyen algunas de las vulnerabilidades regionales más importantes y de las inquietudes en África, América Latina, y Asia donde las oportunidades de adaptación

**Tabla RRP-2:** Capacidad de adaptación, vulnerabilidad e inquietudes principales en las regiones<sup>a,b</sup>

Región	Capacidad de adaptación, vulnerabilidad e inquietudes principales
ÁFRICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacidad de adaptación de los sistemas humanos en África es escasa debido a falta de recursos económicos y de tecnología, además la vulnerabilidad es elevada como resultado de una gran confianza en la agricultura dependiente de la lluvia, de frecuentes sequías e inundaciones y de la pobreza [5.1.7]</li> <li>• Se prevé que el rendimiento de cereales se reduzca en muchos escenarios, disminuyendo la seguridad alimentaria particularmente en pequeños países que importan alimentos (<i>de media a alta confianza</i><sup>b</sup>) [5.1.2]</li> <li>• Los ríos importantes de África son muy sensibles a la variación climática; podría disminuir la escurrimiento medio y la disponibilidad de agua en los países mediterráneos y meridionales de África (<i>confianza media</i><sup>b</sup>) [5.1.1]</li> <li>• La amplitud de alcance de vectores de enfermedades infecciosas podría influir negativamente en la salud humana de África (<i>confianza media</i><sup>b</sup>) [5.1.4]</li> <li>• Podría agudizarse la desertificación mediante una reducción del promedio anual de lluvias, de escurrimientos, y humedad de los suelos, particularmente en África meridional, septentrional y occidental (<i>confianza media</i><sup>b</sup>) [5.1.6]</li> <li>• El aumento de sequías, inundaciones y otros sucesos extremos podría sumarse a las tensiones en cuanto a recursos hídricos, seguridad alimentaria, salud humana e infraestructura y limitaría el desarrollo de África (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>) [5.1]</li> <li>• Se prevén extinciones importantes de especies de plantas y de animales y esto repercutiría en los medios de vida rurales, en el turismo y en los recursos genéticos (<i>confianza media</i><sup>b</sup>) [5.1.3]</li> <li>• Los asentamientos costeros por ejemplo en el Golfo de Guinea, Senegal, Gambia, Egipto y a lo largo de la costa sudoriental africana podrían ser negativamente influenciados por el aumento del nivel del mar que provocaría inundaciones y erosión de la costa (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>) [5.1.5]</li> </ul>
ASIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacidad de adaptación de los sistemas humanos es escasa y la vulnerabilidad elevada en los países en desarrollo de Asia; los países desarrollados de Asia pueden adaptarse mejor y son menos vulnerables [5.2.7]</li> <li>• Han aumentado los episodios extremos en Asia templada y tropical incluidas las inundaciones, sequías, incendios de bosques y ciclones tropicales (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>) [5.2.4]</li> <li>• La disminución de la productividad agrícola y de la acuicultura debido a estrés térmico e hídrico, al aumento del nivel del mar, a inundaciones y sequías y a ciclones tropicales haría que disminuya la seguridad alimentaria en muchos países del Asia árida, tropical y templada; podría ampliarse la agricultura y aumentaría la productividad en las zonas nórdicas (<i>confianza media</i><sup>b</sup>) [5.2.1]</li> <li>• La disponibilidad de escurrimientos y agua puede disminuir en Asia árida y semiárida pero aumentar en el norte de Asia (<i>confianza media</i><sup>b</sup>) [5.2.3]</li> <li>• Podría estar amenazada la salud humana por el aumento posible de exposición a enfermedades infecciosas transmitidas por vectores y al estrés térmico en partes de Asia (<i>confianza media</i><sup>b</sup>) [5.2.6]</li> <li>• El aumento del nivel del mar y un aumento de la intensidad de los ciclones tropicales podrían desplazar a decenas de millones de personas en las zonas costeras de poca altitud del Asia templada y tropical; un aumento de la intensidad de la lluvia haría que aumenten los riesgos de inundación en el Asia templada y tropical (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>) [5.2.5 y Tabla RT-8]</li> <li>• El cambio climático podría aumentar la demanda de energía, disminuir la atracción turística e influiría en el transporte en algunas regiones de Asia (<i>confianza media</i><sup>b</sup>) [5.2.4 y 5.2.7]</li> <li>• El cambio climático podría aumentar las amenazas a la diversidad biológica debido al cambio en el uso de la tierra y en la cubierta terrestre y la presión por aumento de la población en Asia (<i>confianza media</i><sup>b</sup>). El aumento del nivel del mar pondría entonces en peligro la seguridad ecológica, incluidos los manglares y los arrecifes de coral (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>) [5.2.2]</li> <li>• El movimiento hacia el polo del límite sur de las zonas de permafrost de Asia podría llevar a un cambio de thermokarst y a la erosión térmica con impactos negativos en la infraestructura social y en las industrias (<i>confianza media</i><sup>b</sup>)</li> </ul>
a	Puesto que en los estudios de que disponemos no se ha aplicado un conjunto común de escenarios y métodos climáticos y por las incertidumbres relativas a las sensibilidades y adaptabilidad de los sistemas naturales y sociales, la evaluación de las vulnerabilidades regionales es necesariamente de índole cualitativa.
b	Se trazan gráficamente en la Figura RRP-2 del Resumen técnico las regiones que figuran en la Tabla RRP-2.

son en general bajas. Incluso en regiones con más elevada capacidad de adaptación tales como Norteamérica, Australia y Nueva Zelanda, hay comunidades vulnerables tales como pueblos indígenas y es muy limitada la posibilidad de adaptación de los ecosistemas. En Europa, la vulnerabilidad es significativamente mayor en la parte meridional y en el Ártico por comparación con otras partes de la región. [5]

## 5. Mejorando las evaluaciones de impactos, vulnerabilidades, y adaptación

Se ha avanzado bastante después de las anteriores evaluaciones del IPCC en cuanto a detectar cambios de los sistemas bióticos y físicos, y se han adoptado medidas para mejorar la comprensión de la capacidad de adaptación, de la vulnerabilidad a extremos climáticos y

Tabla RRP-2 (continuación)

Región	Capacidad de adaptación, vulnerabilidad e inquietudes principales
AUSTRALIA Y NUEVA ZELANDIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacidad de adaptación de los sistemas humanos es en general elevada pero hay grupos en Australia y Nueva Zelandia, tales como los pueblos indígenas de algunas regiones, con escasa capacidad de adaptación y consiguientemente con alta vulnerabilidad [5.3 y 5.3.5]</li> <li>• El impacto neto en algunas cosechas del clima templado y de cambios de CO<sub>2</sub> puede inicialmente ser beneficioso pero este saldo se prevé que se convierta en negativo en algunas zonas y cosechas a causa de ulteriores cambios climáticos (<i>confianza media</i><sup>b</sup>) [5.3.3]</li> <li>• Es probable que el agua sea una cuestión importante (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>) debido a las tendencias de sequía previstas en gran parte de la región y al cambio a una situación promedio similar a El Niño [5.3 y 5.3.1]</li> <li>• El aumento en la intensidad de lluvias fuertes y ciclones tropicales (<i>confianza media</i><sup>b</sup>), así como los cambios en la frecuencia de ciclones tropicales propios de la región podrían alterar los riesgos para la vida, la propiedad y los ecosistemas como consecuencia de inundaciones, aumento de tormentas y daños del viento [5.3.4]</li> <li>• Algunas especies con nichos climáticos restringidos y que no son capaces de migrar debido a la fragmentación del paisaje, a diferencias de suelos o a topografía podrían estar más amenazadas o quedar extintas (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>). Entre los ecosistemas australianos más particularmente vulnerables al cambio climático se encuentran los arrecifes de coral, los hábitats de zonas áridas y semiáridas en la parte de Australia insular y sudoccidental y en los sistemas alpinos de Australia. Los humedales de agua dulce en las zonas costeras de Australia y Nueva Zelandia son vulnerables y algunos ecosistemas de Nueva Zelandia son vulnerables a invasiones aceleradas de malas hierbas. [5.3.2]</li> </ul>
EUROPA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacidad de adaptación de los sistemas humanos en Europa es en general elevada; las partes de Europa meridional y del Ártico europeo son más vulnerables que otras partes de Europa. [5.4 y 5.4.6]</li> <li>• Es probable que disminuyan al sur de Europa las escorrentías de verano, la disponibilidad de agua y la humedad de los suelos y podría aumentar la diferencia entre el norte y el sur susceptible a sequías; los aumentos son probables en invierno, en el norte y en el sur (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>). [5.4.1]</li> <li>• Podrían desaparecer al final del siglo XXI la mitad de los glaciares alpinos y extensas zonas de permafrost (<i>confianza media</i><sup>b</sup>) [5.4.1]</li> <li>• Aumentará el peligro de inundaciones de ríos en gran parte de Europa (<i>de media a alta confianza</i><sup>b</sup>); en las zonas costeras el riesgo de inundaciones, erosión y pérdida de humedales aumentará de modo importante con implicaciones para asentamientos humanos, industria, turismo, agricultura y hábitats naturales de la costa. [5.4.1 y 5.4.4]</li> <li>• Habrá algunos efectos ampliamente positivos en la agricultura en Europa del Norte (<i>confianza media</i><sup>b</sup>); disminuirá la productividad en Europa meridional y oriental (<i>confianza media</i><sup>b</sup>). [5.4.3]</li> <li>• Tendrá lugar un desplazamiento de las zonas bióticas hacia mayores alturas y hacia el norte. La pérdida de importantes hábitats (humedales, tundra, hábitats aislados) amenazaría a algunas especies (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>). [5.4.2]</li> <li>• Las temperaturas más elevadas y las olas de calor pueden cambiar los destinos tradicionales de turismo del verano y unas condiciones de nieve menos fiables pueden tener impactos negativos en el turismo de invierno (<i>confianza media</i><sup>b</sup>). [5.4.4]</li> </ul>
AMÉRICA LATINA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacidad de adaptación de los sistemas humanos en Latinoamérica es escasa, particularmente respecto a fenómenos climáticos extremos, además la vulnerabilidad es elevada. [5.5]</li> <li>• La pérdida y el retroceso de glaciares tendrá impactos negativos en el suministro de escorrentías y de agua en áreas en las que se deshuelan los glaciares que son una fuente importante de agua (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>). [5.5.1]</li> <li>• Podrían ser más frecuentes las inundaciones y las sequías, incrementando las cargas de sedimentos y deteriorándose la calidad de las aguas en algunas zonas (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>). [5.5]</li> <li>• Los aumentos de la intensidad de los ciclones tropicales podrían modificar el riesgo de pérdida de vidas, de propiedad y de ecosistemas, por razón de lluvias fuertes, inundaciones, tormentas y daños causados por el viento (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>). [5.5]</li> <li>• Se prevé que disminuya en muchos lugares de Latinoamérica el rendimiento de importantes cosechas, incluso cuando se tienen en cuenta los efectos de CO<sub>2</sub>; la agricultura y ganadería de subsistencia de algunas regiones de Latinoamérica podrían estar amenazadas (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>). [5.5.4]</li> <li>• La distribución geográfica de enfermedades infecciosas transmitidas por vectores podría extenderse hacia el polo y a mayores alturas, aumentando la exposición a enfermedades tales como paludismo, fiebre dengue y cólera (<i>confianza media</i><sup>b</sup>). [5.5.5]</li> <li>• Estarían negativamente influenciados por la subida del nivel del mar los asentamientos humanos de la costa, las actividades productivas, la infraestructura y los ecosistemas de manglares (<i>confianza media</i><sup>b</sup>). [5.5.3]</li> <li>• Podrían aumentar el ritmo de pérdida de la diversidad biológica (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>). [5.5.2]</li> </ul>

Tabla RRP-2 (continuación)

Región	Capacidad de adaptación, vulnerabilidad e inquietudes principales
AMÉRICA DEL NORTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacidad de adaptación de los sistemas humanos es generalmente alta, mientras que la vulnerabilidad es baja, en Norteamérica pero algunas comunidades (p. ej., pueblos indígenas y aquellos que dependen de recursos sensibles al clima) son más vulnerables; las tendencias sociales, económicas y demográficas están modificando las vulnerabilidades de las subregiones. [5.6 y 5.6.1]</li> <li>• Algunos cultivos podrían beneficiarse de un calentamiento modesto acompañado de un aumento de CO<sub>2</sub> pero los efectos variarían de un cultivo a otro y de una región a otra (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>) incluso habría disminuciones de la productividad por sequías en algunas zonas de las praderas de Canadá y de las grandes llanuras de Estados Unidos, con un posible aumento de la producción alimentaria en zonas de Canadá al norte de las actuales áreas de producción, y un aumento de la producción de bosques mixtos en zonas templadas cálidas (<i>confianza media</i><sup>b</sup>). Sin embargo, disminuirían los beneficios en cuanto a cosechas con mayor rapidez y posiblemente se convertirían en una pérdida neta en el caso de un ulterior calentamiento (<i>confianza media</i><sup>b</sup>). [5.6.4]</li> <li>• En las cuencas hidrográficas con predominancia del deshielo de la nieve, en la parte occidental de Norteamérica, podrían anticiparse las máximas corrientes de primavera (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>), disminuirían entonces las corrientes estivales (<i>confianza media</i><sup>b</sup>) y bajaría el nivel de los lagos y corrientes de salida de los grandes lagos hacia el río San Lorenzo, según la mayoría de los escenarios (<i>confianza media</i><sup>b</sup>); la reacción de adaptación compensaría algunos, aunque no todos, de los impactos en los usuarios del agua y en los ecosistemas acuáticos (<i>confianza media</i><sup>b</sup>). [5.6.2]</li> <li>• Los ecosistemas naturales únicos tales como los humedales de las praderas, la tundra alpina y los ecosistemas de agua fría estarán en peligro y no es probable que se adapten de modo eficaz (<i>confianza media</i><sup>b</sup>). [5.6.5]</li> <li>• El aumento del nivel del mar llevaría a una mayor erosión de la costa, a inundaciones costeras, a pérdida de humedales costeros y a un aumento del riesgo de tormentas, particularmente en Florida y en la mayoría de la costa atlántica de Estados Unidos (<i>confianza alta</i><sup>b</sup>). [5.6.1]</li> <li>• Han estado aumentando en Norteamérica a causa de los fenómenos meteorológicos las pérdidas con seguro y los pagos del sector público por concepto de auxilio a desastres; en la planificación del sector de seguros no se ha incluido todavía sistemáticamente la información sobre el cambio climático, por lo que hay la posibilidad de sorpresas (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>). [5.6.1]</li> <li>• Enfermedades transmitidas por vectores incluidas el paludismo, la fiebre dengue y la enfermedad Lyme pueden ampliar su zona de alcance en Norteamérica. Empeoraría la calidad del aire y aumentaría las enfermedades y la mortalidad por estrés térmico (<i>confianza media</i><sup>b</sup>); los factores socioeconómicos y las medidas de salud pública desempeñarían una función importante para determinar la incidencia y la amplitud de los efectos en la salud. [5.6.6]</li> </ul>
POLARES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los sistemas naturales en las regiones polares son altamente vulnerables al cambio climático y los actuales ecosistemas tienen una capacidad escasa de adaptación; las comunidades tecnológicamente desarrolladas probablemente se adaptarán con facilidad al cambio climático pero algunas comunidades indígenas en las que se siguen estilos de vida tradicionales tendrán poca capacidad y pocas opciones de adaptación. [5.7]</li> <li>• Se prevé que el cambio climático en las regiones polares sea uno de los de mayor magnitud y rapidez de cualquier región de la Tierra y causará importantes impactos físicos, ecológicos, sociológicos y económicos, particularmente en el Ártico, en la península Antártica y en el océano Austral (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>). [5.7]</li> <li>• Ya han tenido lugar cambios climáticos que se manifiestan por una disminución de la amplitud y espesor de la capa de hielo del ártico, un deshielo de permafrost, erosión costera, cambios de las capas de hielo y distribución alterada y abundancia de especies en las regiones polares (<i>alta confianza</i><sup>b</sup>). [5.7]</li> <li>• Algunos ecosistemas polares pueden adaptarse mediante una sustitución eventual por la migración de especies y cambio de la composición de las especies y posiblemente por un aumento de la productividad general; los sistemas al borde del hielo que proporcionan hábitats para algunas especies estarían pues amenazados (<i>confianza media</i><sup>b</sup>). [5.7]</li> <li>• En las regiones polares están incluidos importantes impulsores del cambio climático. Una vez activado, el cambio puede continuar por siglos, mucho después de que se establezcan las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), y causará impactos irreversibles en la capa de hielo, en la circulación mundial de los océanos y en la subida del nivel del mar (<i>confianza media</i><sup>b</sup>). [5.7]</li> </ul>

respecto a otras cuestiones críticas relacionadas con los impactos. Estos adelantos indican que es necesario adoptar iniciativas para concebir estrategias de adaptación y basarse en estas capacidades de adaptación. Sin embargo, se requiere realizar mayores investigaciones para mejorar las evaluaciones del futuro y para que dis-

minuya la incertidumbre con miras a asegurar que se dispone de información suficiente para la toma de decisiones de políticas acerca de respuestas a consecuencias posibles del cambio climático, incluida la investigación en los países en desarrollo y a cargo de ellos. [8]

Tabla RRP-2 (continuación)

Región	Capacidad de adaptación, vulnerabilidad e inquietudes principales
PEQUEÑOS ESTADOS INSULARES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacidad de adaptación de los sistemas humanos es en general baja en los Pequeños Estados Insulares y la vulnerabilidad elevada; es probable que los Pequeños Estados Insulares sean los países que reciban los impactos más graves por el cambio climático. [5.8]</li> <li>• El aumento previsto del nivel mar de 5 mm al año en los próximos 100 años causaría una mayor erosión costera, pérdida de tierras y de propiedad, desplazamiento de pueblos, mayor riesgo de tormentas, resiliencia reducida de los ecosistemas costeros, intrusión de aguas salinas en las fuentes de agua dulce y costos elevados de recursos para responder y adaptarse a estos cambios (<i>confianza alta</i><sup>6</sup>). [5.8.2 y 5.8.5]</li> <li>• Las islas con recursos de agua muy limitados son muy vulnerables a los impactos del cambio climático sobre el balance hídrico (<i>alta confianza</i><sup>6</sup>). [5.8.4]</li> <li>• Los arrecifes de coral estarían negativamente influenciados por el blanqueo y por una reducida calcificación debido a más elevados niveles de CO<sub>2</sub> (<i>confianza media</i><sup>6</sup>); los manglares, los lechos de hierba marina y otros ecosistemas costeros así como la correspondiente diversidad biológica estarían negativamente afectados por un aumento de las temperaturas y una acelerada subida del nivel del mar (<i>confianza media</i><sup>6</sup>). [4.4 y 5.8.3]</li> <li>• La disminución de los ecosistemas costeros podría tener impactos negativos en los peces de arrecifes de coral y amenazaría a las poblaciones cuyo medio de vida y fuente importante de alimentación son las pesquerías en los arrecifes de coral. (<i>confianza media</i><sup>6</sup>). [4.4 y 5.8.4]</li> <li>• La limitación de la tierra arable y la salinización de los suelos harán que la agricultura de los Pequeños Estados Insulares, tanto para producción nacional de alimentos como para exportación de cosechas con fines de divisas sean muy vulnerables al cambio climático (<i>alta confianza</i><sup>6</sup>). [5.8.4]</li> <li>• El turismo, una fuente importante de ingresos y de divisas extranjeras para muchas islas podría enfrentarse a una perturbación grave como consecuencia del cambio climático y de la subida del nivel del mar (<i>alta confianza</i><sup>6</sup>). [5.8.5]</li> </ul>

A continuación se presentan las prioridades principales para reducir las distancias entre los conocimientos actuales y las necesidades para la toma de decisiones de políticas:

- Evaluación cuantitativa de la sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad de los sistemas naturales humanos al cambio climático, haciéndose particular hincapié en cambios en la gama de variaciones climáticas y en la frecuencia y gravedad de sucesos climáticos extremos;
- Evaluación de umbrales posibles en los cuales se activarían respuestas marcadamente discontinuas al cambio climático previsto y a otros estímulos;
- Comprensión de respuestas dinámicas de los ecosistemas, a las múltiples causas de estrés, incluido el cambio climático a escala mundial, regional e incluso a escala más pequeña;
- Desarrollo de enfoques para respuestas de adaptación, estimación de la eficacia y costos de las opciones de adaptación y determinación de las diferencias en cuanto a oportunidades y obstáculos a la adaptación en diversas regiones, naciones y poblaciones;
- Evaluación de los posibles impactos, en toda la gama de cambios climáticos previstos, particularmente respecto a bienes y servicios no mercantiles en diversas unidades de medida y con un tratamiento uniforme de las incertidumbres, incluyendo pero no

limitándose a ello, el número de personas afectadas, la extensión de tierra afectada, el número de especies en peligro, el valor monetario de los impactos y las repercusiones de estos factores a niveles distintos de estabilización y otros escenarios de política;

- Mejora de los instrumentos para la evaluación integrada, incluida la evaluación del riesgo para investigar las interacciones entre los componentes de los sistemas naturales humanos y las consecuencias de diversas decisiones de política;
- Evaluación de oportunidades para incluir la información científica sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación de los procesos de toma de decisiones, gestión del riesgo e iniciativas de desarrollo sostenibles;
- Mejora de sistemas y métodos para supervisión y comprensión a largo plazo de las consecuencias del cambio climático y de otras causas de estrés en los sistemas humanos y naturales.

A través de estos aspectos principales pueden verse las necesidades referentes al fortalecimiento de la cooperación internacional y la coordinación para evaluar, a nivel regional, los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación, incluyendo la creación de capacidad y la formación para supervisar, evaluar y acopiar datos, especialmente en (y para) países en desarrollo (particularmente en relación con los elementos indicados anteriormente).

---

# RESUMEN TÉCNICO

## CAMBIO CLIMÁTICO 2001 — IMPACTOS, ADAPTACIÓN Y VULNERABILIDAD

---

### *Informe especial del Grupo de trabajo II del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*

*El presente resumen fue aceptado pero no aprobado en detalle en el sexto período de sesiones del Grupo de Trabajo II del IPCC (Ginebra (Suiza), 13 a 16 de febrero de 2001). Por “aceptación” de informes del IPCC en un período de sesiones de un Grupo de trabajo o del Grupo intergubernamental se entiende que el material no ha sido sometido a discusión y llegado a un acuerdo línea por línea, pero que no obstante presenta una opinión amplia, objetiva y equilibrada del tema que se trata.*

#### **Autores principales**

*K.S. White (Estados Unidos), Q.K. Ahmad (Bangladesh), O. Anisimov (Rusia), N. Arnell (Reino Unido), S. Brown (Estados Unidos), M. Campos (Costa Rica), T. Carter (Finlandia), Chunzhen Liu (China), S. Cohen (Canadá), P. Desanker (Malawi), D.J. Dokken (Estados Unidos), W. Easterling (Estados Unidos), B. Fitzharris (Nueva Zelandia), H. Gitay (Australia), A. Githeko (Kenya), S. Gupta (India), H. Harasawa (Japón), B.P. Jallow (Gambia), Z.W. Kundzewicz (Polonia), E.L. La Rovere (Brasil); M. Lal (India), N. Leary (Estados Unidos), C. Magadza (Zimbabue), L.J. Mata (Venezuela), R. McLean (Australia), A. McMichael (Reino Unido), K. Miller (Estados Unidos), E. Mills (Estados Unidos), M.Q. Mirza (Bangladesh), D. Murdiyarso (Indonesia), L.A. Nurse (Barbados), C. Parmesan (Estados Unidos), M.L. Parry (Reino Unido), O. Pilifosova (Kasajstán), B. Pittock (Australia), J. Price (Estados Unidos), T. Root (Estados Unidos), C. Rosenzweig (Estados Unidos), J. Sarukhan (México), H.-J. Schellnhuber (Alemania), S. Schneider (Estados Unidos), M.J. Scott (Estados Unidos), G. Sem (Papua Nueva Guinea), B. Smit (Canadá), J.B. Smith (Estados Unidos), A. Tsyban (Federación de Rusia), P. Vellinga (Países Bajos), R. Warrick (Nueva Zelandia), D. Wratt (Nueva Zelandia).*

#### **Editores**

*M. Manning (Nueva Zelandia) y C. Nobre (Brasil)*



## 1. Ámbito y enfoques de la evaluación

### 1.1. Mandato para la evaluación

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue establecido por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1988 con el fin de evaluar la información científica, técnica y socioeconómica que sea pertinente para comprender el cambio climático inducido por la actividad humana, sus posibles impactos, y las opciones en cuanto a adaptación y mitigación. El IPCC está actualmente organizado en tres grupos de trabajo: el Grupo de trabajo I (GT I), que trata de los cambios climáticos observados y proyectados; el Grupo de trabajo II (GT II), que se ocupa de la vulnerabilidad, los impactos y la adaptación al cambio climático; y el Grupo de trabajo III (GT III), que estudia las opciones para la mitigación del cambio climático.

El presente volumen –*Cambio climático 2001: Impactos, adaptaciones y vulnerabilidad*– constituye la aportación del IPCC al Tercer Informe de Evaluación (TIE) sobre cuestiones científicas, técnicas, ambientales, económicas y sociales relacionadas con el sistema climático y el cambio climático<sup>1</sup>. El mandato del GT II para el TIE consiste en evaluar la vulnerabilidad de los sistemas ecológicos, los sectores socioeconómicos y la salud humana al cambio climático, y también los posibles impactos del cambio climático, positivos y negativos, sobre esos sistemas. En la presente evaluación se examina también la viabilidad de la adaptación para aprovechar los efectos positivos del cambio climático y mejorar los efectos negativos. En esta nueva evaluación, que se basa en evaluaciones anteriores del IPCC, se vuelven a examinar las principales conclusiones de los trabajos precedentes y se destacan la nueva información y las implicaciones de los estudios más recientes.

### 1.2. ¿Qué podría estar en juego?

Las actividades humanas, principalmente la quema de combustibles fósiles y los cambios en la cubierta vegetal, están modificando la concentración de constituyentes atmosféricos o las propiedades de la superficie que absorbe o dispersa energía radiante. En la aportación del GT I al TIE –*Cambio climático 2001: La base científica*– se llega a la conclusión de que, a la luz de nuevas pruebas y teniendo en cuenta las incertidumbres restantes, la mayor parte del calentamiento observado durante los últimos 50 años probablemente se haya debido al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero GEI. Se prevé que los futuros cambios en el clima incluyan más calentamiento, cambios en las pautas y cantidades de las precipitaciones, subida del nivel del mar y cambios en la frecuencia e intensidad de algunos episodios extremos.

*Los riesgos que entrañan los cambios climáticos proyectados son altos.* Muchos de los sistemas de la Tierra que sostienen a las sociedades humanas son sensibles al clima y sufrirán los impactos de los cambios climáticos (confianza muy alta). Se pueden esperar impactos en la

### Recuadro 1. Sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad al cambio climático

*Sensibilidad* es el grado por el que está afectado un sistema, en sentido perjudicial o en sentido beneficioso, por razón de estímulos relacionados con el clima. Los estímulos relacionados con el clima abarcan todos los elementos del cambio climático, incluido el promedio de características del clima, la variabilidad climática y la frecuencia y magnitud de casos extremos. El efecto puede ser directo (por ejemplo un cambio del rendimiento de cosechas en respuesta a un cambio del valor medio de la amplitud o de la variabilidad de la temperatura) o indirecto (p. ej., daños causados por un aumento de la frecuencia de inundaciones en la costa por razón de que suba el nivel del mar).

*Capacidad de adaptación* es la habilidad de un sistema de ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias.

*Vulnerabilidad* es el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima. La vulnerabilidad es función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y de la variación a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación.

circulación de los océanos; el nivel del mar; el ciclo del agua; los ciclos del carbono y los nutrientes; la calidad del aire; la productividad y la estructura de los ecosistemas naturales; la productividad de la agricultura, los pastizales y los bosques; y la distribución geográfica, el comportamiento, la abundancia y la supervivencia de especies de plantas y animales, incluidos los portadores y huéspedes de enfermedades humanas. Los cambios en estos sistemas en respuesta al cambio climático, así como los efectos del cambio climático sobre los seres humanos, afectarán al bienestar humano, tanto positiva como negativamente. Los impactos sobre el bienestar humano se sentirán a través de cambios en la oferta y en la demanda de agua, alimentos, energía y otros bienes tangibles derivados de estos sistemas, cambios en las oportunidades para utilizar el medio ambiente con fines de recreación y turismo distintos del consumo, cambios en el valor de la no utilización de medio ambiente como valor cultural y valor de preservación, cambios en los ingresos, cambios en la pérdida de bienes y vidas a causa de episodios climáticos extremos, y cambios en la salud humana. Los impactos del cambio climático influirán en las perspectivas del desarrollo sostenible en diferentes partes del mundo y puede que den lugar a la ampliación de las desigualdades existentes. Los impactos serán diversos en cuanto a su distribución entre las personas, los lugares y el momento en que se produzcan (confianza muy alta), lo que planteará importantes cuestiones de equidad.

<sup>1</sup> *Cambio climático*, en el uso del IPCC, se refiere a todo cambio en el clima a lo largo del tiempo, tanto debido a la variabilidad natural o como resultado de la actividad humana. Este uso difiere de la definición del artículo 1 de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), de las Naciones Unidas, en la que *cambio climático* se refiere a un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

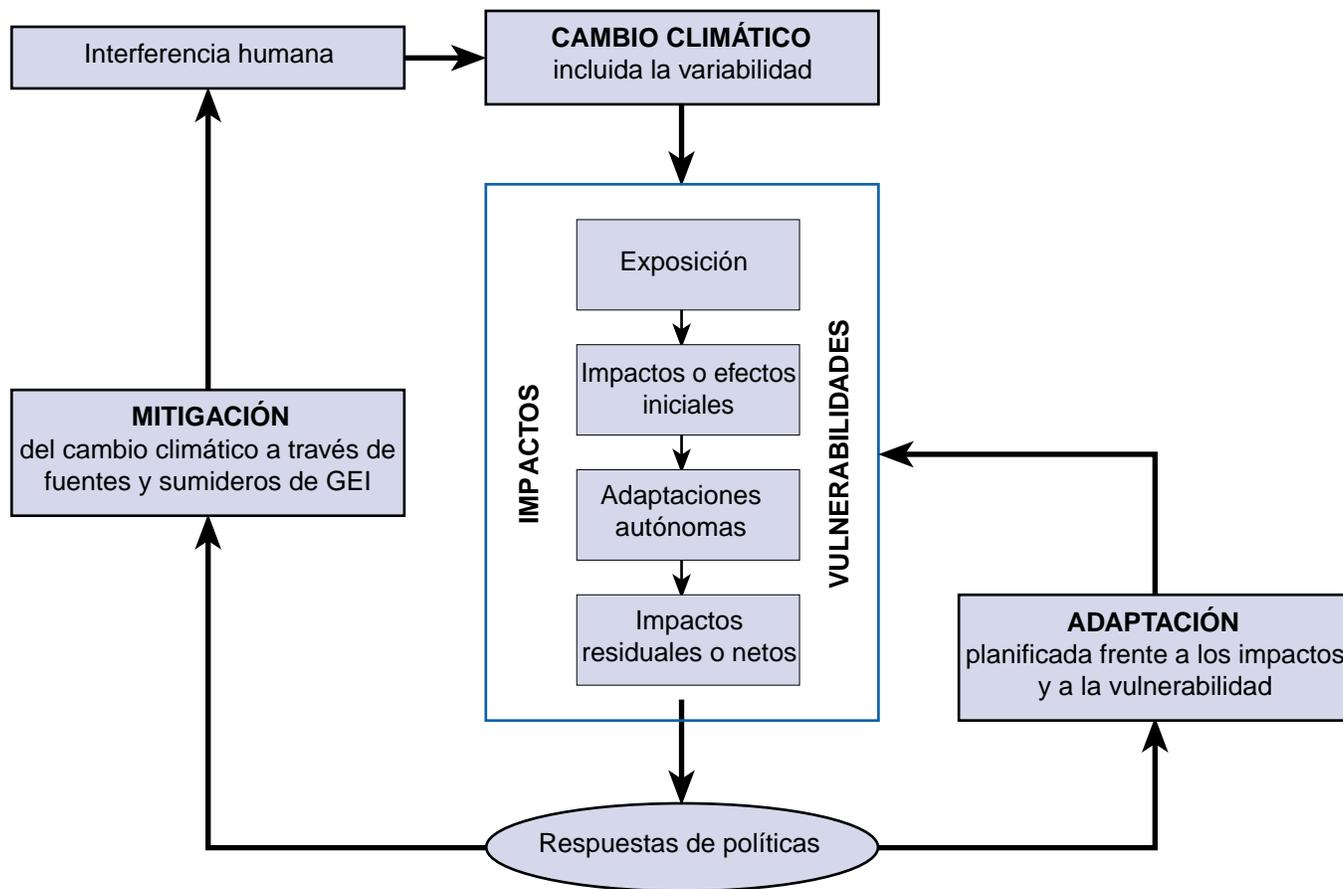


Figura RT-1: Ámbito de la evaluación del Grupo de Trabajo II.

Aunque es evidente que lo que está en juego es muy importante, los riesgos que entraña el cambio climático son más difíciles de establecer. Los riesgos son una función de la probabilidad y magnitud de diferentes tipos de impactos. En el informe del GT II se evalúan los avances de los conocimientos sobre los impactos de los estímulos climáticos a que pueden estar expuestos los sistemas, la sensibilidad de los sistemas expuestos a cambios de estímulos climáticos, su capacidad de adaptación para mitigar o hacer frente a los impactos adversos o mejorar los favorables, y su vulnerabilidad a los impactos adversos (véase el Recuadro 1). Entre los posibles impactos se incluyen los que amenazan con producir daños sustanciales e irreversibles a algunos sistemas, o la pérdida de éstos, durante el próximo siglo, los impactos moderados a los que pueden adaptarse fácilmente los sistemas y los impactos que serían favorables para algunos sistemas.

La Figura RT-1 representa el ámbito de la evaluación del GT II y su relación con otras partes del sistema de cambio climático. Las actividades humanas que modifican el clima exponen a los sistemas naturales y humanos a un conjunto alterado de causas de estrés o estímulos. Los sistemas que son sensibles a estos estímulos sufren los efectos o los impactos de los cambios, que pueden desencadenar adaptaciones autónomas o previstas. Estas adaptaciones autónomas darán nuevas formas a los impactos residuales o netos del cambio climático. Las respuestas de las políticas a estos impactos ya percibidos, o en previsión de posibles impactos futuros pueden consistir en adaptaciones planificadas

para atenuar los efectos adversos o aprovechar los beneficiosos. Estas respuestas también pueden consistir en acciones para mitigar el cambio climático mediante la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el aumento de los sumideros. La evaluación del GT II centra su atención en la exposición, los impactos y las vulnerabilidades —recuadro central de la Figura RT-1— y en la conexión a la política de adaptación.

### 1.3. Enfoques de la evaluación

El proceso de evaluación comprende el análisis y la síntesis de la información disponible para adelantar los conocimientos sobre los impactos del cambio climático, y la adaptación y la vulnerabilidad frente a ellos. La información proviene sobre todo de publicaciones revisadas por homólogos y otras fuentes no publicadas, pero sólo después de que los autores del presente informe han evaluado su calidad y validez.

La evaluación del GT II estuvo a cargo de un grupo internacional de expertos propuestos por gobiernos y órganos científicos, y seleccionados por la Mesa del GT II del IPCC en función de su experiencia científica y técnica, con miras a lograr un amplio equilibrio geográfico. Estos expertos provienen del mundo académico, los gobiernos, la industria y organizaciones científicas y del medio ambiente. Participaron sin percibir compensación del IPCC, al que donaron mucho tiempo en apoyo de su labor.

La presente evaluación se ha estructurado para examinar los impactos del cambio climático y las adaptaciones y vulnerabilidades de los sistemas y las regiones, y para proporcionar una síntesis global de cuestiones que afectan a los sistemas y regiones. En la medida de lo posible, teniendo en cuenta las publicaciones disponibles, el cambio climático se examina en el contexto del desarrollo sostenible y la equidad. En la primera sección se sientan las bases para la evaluación mediante el examen del contexto del cambio climático, los métodos e instrumentos, y los escenarios. En los diversos capítulos se evalúan las vulnerabilidades de los sistemas hídricos, los ecosistemas terrestres (incluidas la agricultura y la silvicultura), los sistemas oceánicos y costeros, los asentamientos humanos (incluidos los sectores de la energía y la industria), los seguros y otros servicios financieros, y la salud humana. Se dedica un capítulo a cada una de las ocho regiones principales del mundo: África, América del Norte, América Latina, Asia, Australia y Nueva Zelanda, Europa, los Pequeños Estados Insulares y las regiones polares. Estas regiones se muestran en la Figura RT-2. Todas las regiones son sumamente heterogéneas y habrá importantes variaciones entre los impactos del cambio climático, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad dentro de cada una de ellas. La sección final del informe contiene una síntesis de la capacidad de adaptación y su potencial para aliviar los impactos adversos, mejorar los efectos beneficiosos y aumentar el desarrollo sostenible y la equidad; en ella se

examina información que es pertinente para la interpretación del artículo 2 de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), de las Naciones Unidas y las disposiciones principales de los acuerdos internacionales que tratan del cambio climático. El informe contiene también un Resumen para responsables de políticas, en el que se proporciona una breve síntesis de las conclusiones del informe de particular importancia para los responsables de tomar decisiones de respuesta al cambio climático. El presente Resumen técnico ofrece una síntesis más amplia de la evaluación; para los lectores que desean más información sobre un tema determinado, contiene referencias a secciones del informe principal entre corchetes al final de los párrafos [1.1].

#### 1.4. Forma en que se tratan las incertidumbres

Desde el SIE, se ha hecho más hincapié en el desarrollo de métodos para caracterizar y comunicar incertidumbres. En la evaluación del GT II se aplican dos criterios para evaluar las incertidumbres. Un criterio cuantitativo para determinar los niveles de confianza en los casos en que la comprensión actual de los procesos pertinentes, el comportamiento de los sistemas, las observaciones, las simulaciones con modelos y las estimaciones son suficientes para sustentar un amplio acuerdo entre los autores del informe en cuanto a las probabilidades bayesianas relacionadas con ciertas conclusiones. Se utiliza un criterio más cuali-

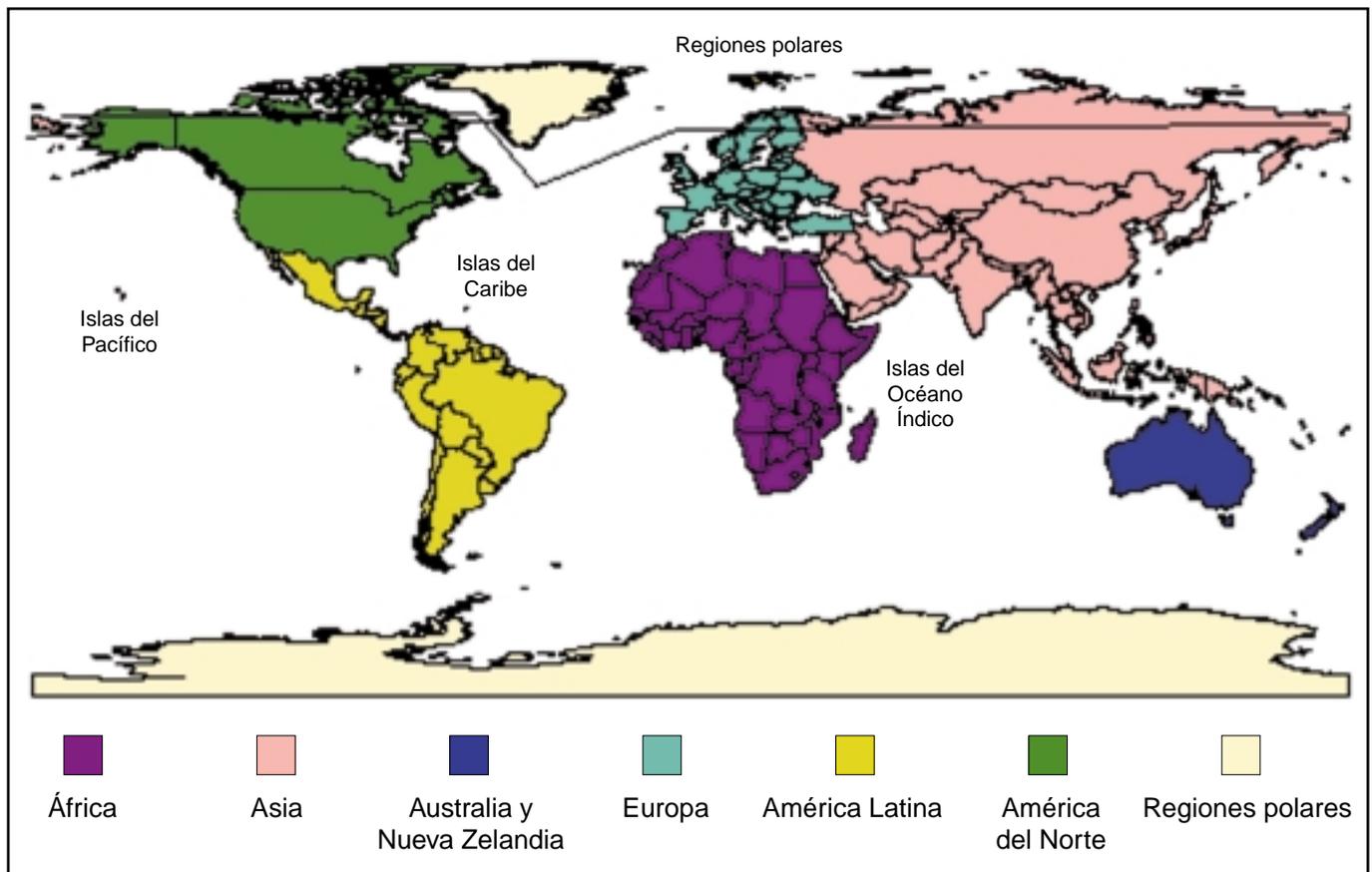


Figura RT-2: Regiones para el Tercer Informe de Evaluación, Grupo de trabajo II del IPCC. Las regiones en que están situados los Pequeños Estados Insulares (PEI) incluyen los océanos Pacífico, Índico y Atlántico, y los mares Caribe y Mediterráneo. El límite entre Europa y Asia pasa por los montes Urales orientales, el Río Ural y el Mar Caspio. Para las regiones polares, el Ártico corresponde a la zona norte del Círculo Polar Ártico, incluida Groenlandia; la Antártida corresponde al continente antártico junto con el Océano Austral al sur de ~58°S.

## Recuadro 2. Niveles de confianza y estado de los conocimientos

### Evaluación cuantitativa de los niveles de confianza

Al aplicar el enfoque *cuantitativo*, los autores del informe asignan un nivel de confianza que representa el convencimiento que tienen los autores de la validez de una conclusión, sobre la base de su juicio especializado colectivo de las pruebas observadas, los resultados de los modelos elaborados y las teorías que han examinado. Se utilizan cinco niveles de confianza. En las tablas del Resumen técnico, los símbolos sustituyen a las palabras:

Muy alta (*****)	95% o mayor
Alta (****)	67%–95%
Mediana (***)	33%–67%
Baja (**)	5%–33%
Muy baja (*)	5% o menor

### Evaluación cualitativa del estado de los conocimientos

Al aplicar el enfoque *cualitativo*, los autores del informe evalúan el nivel de comprensión de los conocimientos científicos que avalan una conclusión, sobre la base de la cantidad de elementos probatorios de apoyo y el nivel de acuerdo entre los expertos en cuanto a la interpretación de las pruebas. Se han utilizado cuatro clasificaciones cualitativas:

- *Bien establecidas*: Los modelos incorporan procesos conocidos, las observaciones están en consonancia con los modelos, o hay múltiples elementos de prueba que apoyan la conclusión.
- *Establecida pero incompleta*: Los modelos incorporan la mayoría de los procesos conocidos, algunos de los parámetros establecidos pueden no haber sido suficientemente comprobados; las observaciones son bastante coherentes pero incompletas; las estimaciones empíricas corrientes están bien fundamentadas, pero la posibilidad de cambios en los procesos principales a lo largo del tiempo es considerable; o se cuenta sólo con uno o unos pocos elementos de prueba que apoyan la conclusión.
- *Explicaciones diferentes*: las representaciones de modelos diferentes se refieren a aspectos diferentes de las observaciones o las pruebas, o incorporan aspectos diferentes de los procesos principales, lo que conduce a explicaciones contradictorias.
- *Especulativas*: Ideas conceptualmente plausibles que no están adecuadamente representadas en la literatura o que contienen muchas incertidumbres difíciles de reducir [Recuadro 1.1]

tativo para evaluar y comunicar la calidad o el nivel de la comprensión científica que apoya una conclusión (véase el recuadro 2). Estos criterios y las razones en que se basan se explican con más detalles en *Third Assessment Report: Cross-Cutting Issues Guidance Papers* (Tercer informe de evaluación: documentos de orientación sobre cuestiones intersectoriales) (<http://www.gispri.or.jp>), material de apoyo preparado por el IPCC para aumentar el uso de términos y conceptos coherentes en los volúmenes del TIE del Grupo de trabajo, y entre éstos. [1.1, 2.6]

## 2. Métodos e instrumentos utilizados en la evaluación

La evaluación de los impactos del cambio climático, adaptaciones y vulnerabilidad se basa en una amplia gama de disciplinas de las ciencias físicas, biológicas y sociales y, por lo tanto, comprende una enorme variedad de métodos e instrumentos. Desde el SIE, esos métodos ha permitido mejorar la detección del cambio climático en sistemas bióticos y físicos y sacar nuevas conclusiones sustantivas. Además, desde ese momento se han tomado prudentes medidas para ampliar la “caja de herramientas” para tratar en forma más eficaz las dimensiones humanas del clima en tanto que causa y consecuencia del cambio, y para tratar más directamente las cuestiones intersectoriales relacionadas con la vulnerabilidad, la adaptación y la adopción de decisiones. En particular, en un número cada vez mayor de estudios se han comenzado a aplicar métodos e instrumentos para la determinación del costo y la valoración de los efectos, el trato de las incertidumbres, la integración de los efectos entre los sectores y las regiones, y la aplicación de marcos analíticos a las decisiones a fin de evaluar la capacidad de adaptación. En general, estos modestos avances metodológicos están alentando análisis que establecerán bases más sólidas para comprender como se podrían tomar decisiones relativas a la adaptación al futuro cambio climático. [2.8]

### 2.1. Detección de respuestas al cambio climático utilizando especies o sistemas como indicadores

Desde el SIE, se han desarrollado y aplicado métodos para detectar los impactos actuales del cambio climático del siglo XX en los sistemas abióticos y bióticos. La evaluación de los impactos sobre los sistemas humanos y naturales que ya han ocurrido como consecuencia del reciente cambio climático es un complemento importante de las proyecciones de los modelos de impactos futuros. Esa detección se ve impedida por múltiples factores no climáticos, con frecuencia relacionadas entre sí, que afectan al mismo tiempo a esos sistemas. Los intentos por superar este problema han comprendido el uso de especies como indicadores (por ejemplo, las mariposas, los pingüinos, las ranas y las anémonas marinas) para detectar respuestas al cambio climático e inferir impactos más generales del cambio climático sobre los sistemas naturales (por ejemplo, en las praderas autóctonas, las costas de la Antártida, los bosques nubosos tropicales, y la zona entre mareas rocosa del Pacífico, respectivamente). Un componente importante de este proceso de detección es la búsqueda de configuraciones de cambio coincidentes en muchos estudios que estén en consonancia con las expectativas, basadas en cambios observados o previstos en el clima. El nivel de confianza en la atribución de estos cambios observados al cambio climático aumenta a medida que se repiten los estudios en los diversos sistemas y regiones geográficas. Aunque los estudios se cuentan ahora por cientos, algunos sistemas y regiones están subrepresentados. [2.2]

A fin de investigar posibles vínculos entre los cambios observados en el clima regional y los procesos biológicos o físicos en los ecosistemas, el equipo de autores reunió más de 2.500 artículos sobre el clima y alguna de las siguientes entidades: animales, plantas, glaciares, hielos marinos, y el hielo en lagos o corrientes de agua. Para determinar si estas entidades han sido influenciadas por el cambio climático, sólo se han incluido los estudios que cumplen al menos dos de los siguientes criterios:

- Una característica de esas entidades (por ejemplo, límites de la zona, fecha de deshielo) muestra un cambio a lo largo del tiempo.
- La característica guarda relación con los cambios en la temperatura local.
- La temperatura local ha cambiado a lo largo del tiempo.

Tiene que haber una correlación estadísticamente significativa entre por lo menos dos de estos tres criterios. Se consideró sólo la temperatura porque está bien documentada la forma en que influye en las entidades examinadas y porque las tendencias de la temperatura son más homogéneas en el plano mundial que otros factores climáticos que varían localmente, como los cambios en las precipitaciones. Asimismo, en los estudios seleccionados se deben haber examinado al menos 10 años de datos; más del 90% tienen un marco temporal de más de 20 años.

Estos estrictos criterios reducen el número de estudios utilizados en el análisis a 44 estudios de animales y plantas que abarcan más de 600 especies. De éstas, un 90% (más de 550) muestran cambios en las características a lo largo del tiempo. De estas más de 500 especies, un 80% (más de 450) muestran cambios en una dirección prevista en función de la comprensión científica de mecanismos conocidos que relacionan la temperatura con cada una de las características de las especies. La probabilidad de que más de 450 especies (entre más de 550) muestren cambios en direcciones previstas por casualidad aleatoria es insignificante.

Dieciséis estudios en que se examinan glaciares, hielos marinos, la extensión de la cubierta de nieve y la fusión de las nieves, o el hielo en lagos o corrientes de agua abarcan más de 150 sitios. De estos, el 67% (más de 100) muestran cambios en algunas características a lo largo del tiempo. De estos, un 99% (más de 99) mostraban tendencias en la dirección prevista, teniendo en cuenta la comprensión científica de mecanismos conocidos que relacionan la temperatura con los procesos físicos que rigen los cambios en esa característica. La probabilidad de que más de 99 (de más de 100 sitios) muestren cambios en direcciones previstas solamente por casualidad es insignificante. [5.2, 5.4, 19.2]

## 2.2. Anticipación de los efectos de futuros cambios climáticos

*Algunas de las mejoras introducidas desde el SIE en los métodos e instrumentos para estudiar los impactos de futuros cambios en el clima han sido un mayor hincapié en el uso de modelos orientados hacia los procesos, escenarios de cambio climático transitorio (por pasos), refinamiento de las bases de datos socioeconómicos de referencia, y escalas temporales y espaciales de más alta resolución.* En los estudios por países y en las evaluaciones regionales realizadas en todos los continentes se han ensayado modelos e instrumentos en una variedad de contextos. Los modelos de impacto de primer orden se han vinculado a modelos de sistemas mundiales. En muchos estudios se incluyó la adaptación, con frecuencia por primera vez.

Quedan lagunas metodológicas relativas a escalas, datos, validación e integración de la adaptación y las dimensiones humanas del cambio climático. Los procedimientos para evaluar la vulnerabilidad local y las estrategias de adaptación a largo plazo requieren evaluaciones de alta resolución, metodologías para relacionar las diversas escalas y modelización dinámica en que se utilicen conjuntos de datos nuevos y

pertinentes. Con frecuencia se carece de validación a diferentes escalas. La integración regional entre los sectores es necesaria para colocar la vulnerabilidad en el contexto del desarrollo local y regional. Los métodos y los instrumentos para evaluar la vulnerabilidad a episodios extremos han mejorado pero están limitados por una confianza baja en los escenarios del cambio climático y la sensibilidad de los modelos de impacto a importantes anomalías climáticas. Es preciso comprender e integrar efectos económicos de un orden más alto y otras dimensiones humanas del cambio mundial. En muchos campos, los modelos de adaptación y los índices de vulnerabilidad para establecer prioridades entre las opciones de adaptación están en las primeras etapas de desarrollo. Es preciso mejorar los métodos para hacer posible la participación de los interesados en las evaluaciones. [2.3]

## 2.3. Evaluación integrada

La evaluación integrada es un proceso interdisciplinario que combina, interpreta y comunica conocimientos de diversas disciplinas científicas de las ciencias naturales y sociales para investigar y comprender las relaciones de causalidad dentro de sistemas complejos (y entre ellos). Los criterios metodológicos que se usan en esas evaluaciones incluyen modelización con ayuda de computadoras, análisis de escenarios, simulación al azar y evaluación integrada participativa, y evaluaciones cualitativas basadas en la experiencia así como en los conocimientos existentes. Desde el SIE se ha avanzado mucho en el desarrollo y la aplicación de esos criterios a la evaluación integrada, mundial y regionalmente.

*Ahora bien, los progresos logrados hasta la fecha, en particular con respecto a la modelización integrada, se refieren principalmente a cuestiones de mitigación a escala mundial o regional, y sólo en forma secundaria a cuestiones de impactos, vulnerabilidad y adaptación.* Hay que hacer más hincapié en el desarrollo de métodos para evaluar la vulnerabilidad, especialmente a escalas nacional y subnacional, que es donde se siente los impactos del cambio climático y se aplican las respuestas. Es preciso desarrollar métodos para incluir la adaptación y la capacidad de adaptación en forma explícita en aplicaciones específicas. [2.4]

## 2.4. Determinación de costos y valoración

Los métodos de valoración y determinación de costos económicos se basan en la noción de costo de oportunidad de los recursos utilizados, degradados o conservados. El costo de oportunidad depende de si el mercado es competitivo o monopolístico y si los factores externos se internalizan. Depende también de la tasa de actualización del futuro, que puede variar entre los países, a lo largo del tiempo y entre generaciones. El impacto de la incertidumbre también se puede valorar si se conocen las probabilidades de diferentes resultados posibles. Los bienes y servicios públicos y los que no están en el mercado se pueden valorar en función de la voluntad de pagar por ellos o de aceptar indemnización por su carencia. Deben evaluarse los impactos sobre diferentes grupos, sociedades, naciones y especies. Las comparaciones de distribuciones alternativas del bienestar entre individuos y grupos de un país se justifican si se realizan con arreglo a normas internamente coherentes. Todavía no se pueden hacer comparaciones significativas entre naciones con diferentes estructuras sociales, éticas y gubernamentales. *Desde el SIE no se han producido nuevos avances fundamentales en la metodología de valoración y determinación de costos.* Se han hecho

demonstraciones de muchas aplicaciones nuevas de métodos existentes a una diversidad de cuestiones relacionadas con el cambio climático que ponen de manifiesto, sin embargo, las bondades y las limitaciones de algunos de esos métodos. Se prefieren cada vez más las evaluaciones de objetivos múltiples, pero hay que desarrollar medios para que los sistemas de medición pertinentes puedan reflejar con más precisión los diversos contextos sociales, políticos, económicos y culturales. Además, el repertorio metodológico todavía no cuenta con métodos para la integración entre estos múltiples sistemas de medición [2.5]

### 2.5 Marcos analíticos de decisión

Los que tienen a su cargo la elaboración y aplicación de políticas de adaptación deben contar con resultados de uno o más marcos analíticos de decisión de entre un conjunto diverso. Los métodos comúnmente utilizados incluyen análisis de costo-beneficio y costo-eficacia, diversos tipos de análisis de decisión (incluidos los estudios de objetivos múltiples) y técnicas participatorias, como por ejemplo los ejercicios de determinación de políticas.

*Se han comunicado muy pocos casos en que los responsables de las políticas hubiesen utilizado marcos analíticos de decisión para evaluar las opciones de adaptación.* Entre el gran número de evaluaciones de los impactos del cambio climático examinados en el TIE, sólo una pequeña fracción incluye estimaciones amplias y cuantitativas de las opciones de adaptación y sus costos, beneficios y características de incertidumbre. Esta información se necesita para poder aplicar en forma significativa cualquier método analítico de decisión a las cuestiones de adaptación. Es preciso hacer un mayor uso de tales métodos en apoyo de decisiones de adaptación, a fin de establecer su eficacia e identificar la orientación de las investigaciones necesarias en el contexto de la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático. [2.7]

## 3. Escenarios para el cambio futuro

### 3.1. Los escenarios y su función

Un escenario es una descripción coherente, internamente consistente y plausible de un posible estado futuro del mundo. Los escenarios se requieren normalmente en las evaluaciones del impacto del cambio climático, la adaptación y la vulnerabilidad para ofrecer perspectivas alternativas de las condiciones futuras que se consideran posibles fuentes de influencia en un sistema o actividad dados. Se establece la diferencia entre los escenarios climáticos, que describen el factor de forzamiento de interés específico para el IPCC, y los escenarios no climáticos, que proporcionan el contexto socioeconómico y medioambiental dentro del cual actúa el forzamiento climático. La mayoría de las evaluaciones de los impactos de un futuro cambio climático se basan en los resultados de modelos de impactos que se basan en escenarios climáticos y no climáticos cuantitativos para establecer sus variables de entrada. [3.1.1, Recuadro 3-1]

### 3.2. Escenarios socioeconómico, de uso de la tierra y ambiental

Los escenarios no climáticos que describen futuros cambios socioeconómicos, de uso de la tierra y ambientales son importantes para carac-

terizar la sensibilidad de los sistemas al cambio climático, su vulnerabilidad, y su capacidad de adaptación. Sólo recientemente se ha difundido el uso de esos escenarios, junto con los escenarios climáticos, en las evaluaciones del impacto.

*Escenarios socioeconómicos.* Los escenarios socioeconómicos se han utilizado más extensamente para proyectar las emisiones de GEI que para evaluar la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación al clima. En la mayoría de los escenarios socioeconómicos se identifican varios temas o campos diferentes, como la población o la actividad económica, así como factores de fondo como la estructura de gobierno, los valores sociales, y las pautas del cambio tecnológico. Los escenarios permiten establecer la vulnerabilidad socioeconómica de referencia, anterior al cambio climático; determinar los impactos del cambio climático; y evaluar la vulnerabilidad después de la adaptación. [3.2]

*Escenarios de cambio en el uso de la tierra y la cobertura vegetal.* El cambio en el uso de la tierra y la cobertura vegetal (CUT-CV) comprende varios procesos que son fundamentales para la estimación del cambio climático y sus impactos. En primer lugar, el CUT-CV influye en los flujos de carbono y las emisiones de GEI, que alteran directamente la composición atmosférica y las propiedades de forzamiento radiativo. Segundo, el CUT-CV modifica las características de la superficie terrestre e, indirectamente, los procesos climáticos. Tercero, la modificación y conversión de la cobertura vegetal pueden alterar las propiedades de los ecosistemas y su vulnerabilidad al cambio climático. Por último, muchas de las opciones y estrategias para mitigar las emisiones de GEI comprenden prácticas relacionadas con la cobertura vegetal y prácticas modificadas de uso de la tierra. Se ha construido una gran diversidad de escenarios CUT-CV. La mayoría, sin embargo, no tratan explícitamente cuestiones de cambio climático, sino que centran su atención en otras cuestiones, por ejemplo, la seguridad alimentaria y el ciclo del carbono. Desde el SIE se ha mejorado mucho la definición de las pautas actuales e históricas del uso de la tierra y la cobertura vegetal, así como la estimación de escenarios del futuro. Los modelos de evaluación integrada son actualmente los instrumentos más adecuados para elaborar escenarios CUT-CV. [3.3.1, 3.3.2]

*Escenarios medioambientales.* Los escenarios medioambientales se refieren a cambios en los factores ambientales distintos del clima que se producirán en el futuro independientemente del cambio climático. Dado que estos factores pueden cumplir funciones importantes en la modificación de los impactos del futuro cambio climático, los escenarios deben mostrar las posibles condiciones ambientales futuras, como la composición atmosférica [por ejemplo, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ozono troposférico, compuestos de acidificación, y radiación ultravioleta-B (UV-B)]; la disponibilidad de agua, y su uso y calidad; y la contaminación marina. Aparte de los efectos directos del enriquecimiento del CO<sub>2</sub>, en anteriores evaluaciones del impacto rara vez se han considerado los cambios en otros factores ambientales junto con los cambios climáticos, aunque su empleo está aumentando con la aparición de métodos de evaluación integrados. [3.4.1]

### 3.3. Escenarios de subida del nivel del mar

Se requieren escenarios de subida del nivel del mar para evaluar diversas clases de amenazas a los asentamientos humanos, los ecosistemas naturales y el paisaje en las zonas costeras. Los escenarios de

nivel del mar relativos (es decir, la subida del nivel del mar con referencia a los movimientos de la superficie terrestre local) son los de mayor interés para las evaluaciones del impacto y la adaptación. Se requieren registros de 50 años o más de los mareómetros y la altura de las olas, junto con información sobre procesos climáticos y costeros severos, para establecer niveles o tendencias de referencia. Las técnicas más modernas de altimetría y nivelación geodésica por satélite han mejorado y normalizado las determinaciones del nivel del mar relativo en grandes zonas de la Tierra. [3.6.2]

Aunque algunos componentes de la subida del nivel del mar en el futuro se pueden modelizar en el plano regional utilizando modelos acoplados de océano-atmósfera, el método más común para obtener escenarios es aplicar estimaciones medias mundiales de modelos sencillos. Los cambios en la frecuencia de sucesos extremos, como las mareas de tormenta y la sobre elevación causada por las ondas, que pueden tener importantes impactos en las costas, a veces se investigan superponiendo sucesos históricos observados a una subida media del nivel del mar. Recientemente, algunos estudios han comenzado a expresar la futura subida del nivel del mar en términos probabilísticos, lo que facilita la evaluación de la subida del nivel en términos del riesgo de exceder un umbral crítico de impacto. [3.6.3, 3.6.4, 3.6.5, 3.6.6]

#### 3.4. Escenarios climáticos

En las evaluaciones de los impactos se han empleado tres tipos distintos de escenarios climáticos: escenarios incrementales, escenarios analógicos, y escenarios del clima basados en modelos. Los escenarios incrementales son simples ajustes del clima de referencia con arreglo a cambios futuros previstos que pueden ofrecer una asistencia valiosa para ensayar la sensibilidad del sistema al clima. Ahora bien, como implican ajustes arbitrarios, puede que no sean meteorológicamente realistas. La representación analógica de un clima que ha cambiado a partir de registros anteriores o de otras regiones puede ser difícil de identificar y casi no se aplica, aunque algunas veces puede proporcionar detalles útiles de los impactos de las condiciones climáticas fuera de la gama de actualidad. [3.5.2]

Los escenarios más comunes emplean resultados de modelos de circulación general (MCG) y por lo general se construyen ajustando un clima de referencia (normalmente basado en observaciones regionales del clima durante un período de referencia como 1961-1990) en función del cambio absoluto o proporcional entre los climas simulados presentes y futuros. En los estudios del impacto más recientes se han construido escenarios sobre la base de resultados de MCG transitorios, aunque algunos todavía aplican resultados de equilibrio anteriores. La gran mayoría de los escenarios representan cambios en el clima medio; algunos escenarios recientes, sin embargo, también han incorporado cambios en la variabilidad y en los episodios climáticos extremos, que pueden tener impactos en algunos sistemas. Los detalles a nivel regional se obtienen a partir de resultados de escala gruesa de MCG utilizando tres métodos principales: interpolación sencilla, reducción estadística de la escala, y modelización dinámica de alta resolución. El método sencillo, que reproduce la configuración de cambio del MCG, es el que más se aplica en la elaboración de escenarios. Por otro lado, los métodos estadísticos y de modelización pueden representar cambios del clima local que son diferentes de las estimaciones en gran escala de los

MCG. Se necesitan más investigaciones para determinar el valor añadido a los estudios del impacto por esos ejercicios de regionalización. Una razón para aplicar este criterio de prudencia es la gran incertidumbre de las proyecciones de los MCG, que requieren una mayor cuantificación mediante comparaciones recíprocas entre modelos, nuevas simulaciones de modelos, y métodos para establecer las configuraciones resultantes a distintas escalas. [3.5.2, 3.5.4, 3.5.5]

#### 3.5. Escenarios del Siglo XXI

En 2000, el IPCC finalizó su *Informe especial sobre escenarios de emisión* (IE-EE) en reemplazo del conjunto anterior de seis “escenarios IS92” elaborados para el IPCC en 1992. Estos nuevos escenarios examinan el período de 1990 a 2100 e incluyen diversos supuestos socioeconómicos (por ejemplo, la población mundial y el producto interno bruto). También se han calculado sus consecuencias para los otros aspectos del cambio mundial; en la Tabla RT-1 se resumen algunas de estas repercusiones para 2050 y 2100. Por ejemplo, se proyecta que las concentraciones medias de ozono a nivel del suelo en julio sobre los continentes industrializados del hemisferio norte aumentarán de unas 40 ppm en 2000 a más de 70 ppm en 2100 con arreglo a los escenarios de emisiones ilustrativas más altos del IE-EE; en comparación, la norma de aire limpio está por debajo de 80 ppmm. Los niveles pico del ozono en sucesos de smog local puede ser muchas veces más alto. Las estimaciones del CO<sub>2</sub> van desde 478 ppm a 1.099 ppm para 2100, dadas la gama de emisiones e incertidumbres del IE-EE sobre el ciclo del carbono (Tabla RT-1). Esta gama de supuesto forzamiento radiativo da lugar a un calentamiento mundial estimado de 1990 a 2100 de 1,4°C a 1,8°C, suponiendo un intervalo de sensibilidades climáticas. Este intervalo es mayor que el de 0,7°C a 3,5°C del SIE debido a que los niveles de forzamiento radiativo en los tres escenarios del IE-EE son más altos que en los escenarios IS92a-f, principalmente como resultado de menores emisiones de aerosoles de sulfato, especialmente después de 2050. El intervalo equivalente de estimaciones de la subida del nivel del mar en el mundo (para este intervalo de cambios de la temperatura mundial en combinación con un intervalo de sensibilidades del deshielo) para 2100 es de 88 cm (en comparación con 15 a 95 en el SIE). [3.2.4.1, 3.4.4, 3.8.1, 3.8.2]

En términos de *cambios medios en el clima regional*, los resultados de las pasadas de los MCG suponiendo los nuevos escenarios de emisiones del IE-EE, muestran muchas similitudes con pasadas anteriores. En la contribución del GT I al TIE se llega a la conclusión de que las tasas de calentamiento probablemente serán mayores que la media mundial sobre la mayor parte de las zonas terrestres, y serán más pronunciadas a latitudes altas en invierno. A medida que avanza el calentamiento, la cubierta de nieve del hemisferio norte y la extensión de hielo marino se reducirán. Los modelos indican un calentamiento inferior a la media mundial en el Atlántico norte y en las regiones oceánicas meridionales circumpolares, así como en Asia meridional y sudoriental y en la parte meridional de América del Sur en junio y agosto. A nivel mundial, aumentarán el vapor de agua y las precipitaciones medias. A nivel regional, se prevé que las precipitaciones de diciembre a febrero aumentarán sobre los extratropicos septentrionales, la Antártida y el África tropical. Los modelos también concuerdan en que disminuirán las precipitaciones sobre América Central y en que habrá poco cambio en el Asia sudoriental. Se proyecta que las precipitaciones de junio a agosto aumentarán en las latitudes septentrionales altas, la Antártida y

**Tabla RT-1:** Los escenarios de los IE-EE y sus consecuencias para la composición atmosférica, el clima y el nivel del mar. Los valores de población, PIB, y relación de ingresos per cápita (una medida de equidad regional) son los que se aplican en los modelos de evaluación integrados utilizados para estimar las emisiones (basados en las tablas 3-2 y 3-9).

Fecha	Población mundial (miles de millones) <sup>a</sup>	PIB mundial (10 <sup>12</sup> \$ EE.UU. por año <sup>-1</sup> ) <sup>b</sup>	Relación de ingresos per cápita <sup>c</sup>	Concentración de O <sub>3</sub> a nivel del suelo (ppm) <sup>d</sup>	Concentración de CO <sub>2</sub> (ppm) <sup>e</sup>	Cambio de la temperatura mundial (°C) <sup>f</sup>	Subida del nivel del mar en el mundo (cm) <sup>g</sup>
1990	5,3	21	16,1	—	354	0	0
2000	6,1–6,2	25–28	12,3–14,2	40	367	0,2	2
2050	8,4–11,3	59–187	2,4–8,2	~60	463–623	0,8–2,6	5–32
2100	7,0–15,1	197–550	1,4–6,3	>70	478–1099	1,4–5,8	9–88

a Los valores para 2000 indican el intervalo entre seis escenarios de emisiones ilustrativos de los IE-EE; los valores para 2050 y 2100 indican los intervalos entre los 40 escenarios de los IE-EE.

b Véase la nota a; producto interno bruto (billones \$EE.UU. de 1990 año<sup>-1</sup>).

c Véase la nota a; relación entre países desarrollados y economías en transición (incluidos en el Anexo I) y países en desarrollo (no incluidos en el Anexo I).

d Estimaciones de modelos para los continentes industrializados del hemisferio norte en el supuesto de las emisiones para 2000, 2060 y 2100 de escenarios de emisiones ilustrativos de los IE-EE A1F y A2 en el extremo superior del intervalo de los IE-EE (capítulo 4, TIE GT I).

e Valor de 1999 observado (capítulo 3, GT I TIE); los valores para 1990, 2050 y 2100 están tomados de pasadas de modelos simples en el intervalo de 35 escenarios de emisión plenamente cuantificados de los IE-EE y representan las incertidumbres en las retroalimentaciones del ciclo del carbono relacionadas con la sensibilidad del clima (datos de S.C.B. Raper, capítulo 9, GT I TIE). Cabe señalar que los intervalos para 2050 y 2100 difieren de los presentados en el TIE GT I (Apéndice II), que eran intervalos entre seis escenarios de emisiones ilustrativos de los IE-EE tomados de simulaciones en que se utilizaron dos modelos diferentes del ciclo del carbono.

f El cambio en la temperatura anual media mundial relativo a 1990 promediado entre pasadas de modelo climático simple emulando los resultados de siete MCGAO con una sensibilidad media del clima de 2,8 °C para el intervalo de 35 escenarios de emisión plenamente cuantificados de los IE-EE (capítulo 9, GT I TIE).

g Datos basados en los cambios en la temperatura media mundial pero teniendo en cuenta también las incertidumbres de los parámetros modelo para el hielo continental, el permafrost y la deposición de sedimentos (capítulo 11, GT I TIE).

el Asia meridional; se prevén pocos cambios en el Asia sudoriental y una disminución en América Central, Australia, África meridional y la región del Mediterráneo.

*También cabe esperar cambios en la frecuencia e intensidad de episodios climáticos extremos.* Sobre la base de las conclusiones del informe del GT I y de la escala de probabilidad empleada en ese informe, con un forzamiento de los GEI a 2100, es muy probable un aumento de las temperaturas máxima y mínima diaria, junto con una mayor frecuencia de días cálidos (véase Tabla RT-2). También es muy probable que las olas de calor sean más frecuentes, y que disminuya el número de olas de frío y días de heladas (en las regiones pertinentes). Es probable que aumente el número de episodios de precipitaciones de alta intensidad en muchos lugares; también es probable que aumente la variabilidad de las precipitaciones de los monzones estivales de Asia. La frecuencia de las sequías estivales aumentará en muchos lugares interiores de los continentes, y es probable que se intensifiquen las sequías, y también las crecidas, a raíz de sucesos relacionados con El Niño. Es probable que aumenten la intensidad máxima del viento y las intensidades de las precipitaciones medias y máxima de los ciclones tropicales. Con los actuales modelos del clima no se puede determinar la dirección de los cambios en la intensidad media de las tormentas en latitudes medias. [Tabla 3-10]

### 3.6. ¿Cómo se pueden mejorar los escenarios y su utilización?

Algunas características de la elaboración y aplicación de escenarios que ahora están bien establecidas y ensayadas son la elaboración continuada de bases de datos mundiales y regionales para definir condiciones de

referencia, el uso difundido de escenarios incrementales para estudiar la sensibilidad de los sistemas antes de la aplicación de escenarios basados en modelos, una mayor disponibilidad y aplicación de estimaciones de los cambios mundiales medios a largo plazo sobre la base de proyecciones de organizaciones internacionales especializadas o del empleo de modelos sencillos, y un creciente volumen de información disponible que permite construir escenarios regionales de algunos aspectos de los cambios mundiales. [3.9.1]

En la elaboración de escenarios hay actualmente numerosas deficiencias, muchas de las cuales se están estudiando activamente. Estos estudios incluyen actividades para representar adecuadamente en escenarios los cambios socioeconómicos, en el uso de la tierra y en el medio ambiente; obtener escenarios de resolución (espacial y temporal) más alta; e incorporar en los escenarios cambios en la variabilidad así como en las condiciones medias. Hay que prestar más atención a la construcción de escenarios que traten de cuestiones relacionadas con las políticas, como la estabilización de las concentraciones de GEI o la adaptación, y mejorar la representación de las incertidumbres en las proyecciones, posiblemente en un marco de evaluación del riesgo. [3.9.2]

## 4. Los sistemas naturales y humanos

Los sistemas naturales y humanos estarán expuestos a variaciones climáticas como cambios en medias, intervalos y variabilidad de temperatura y precipitaciones, así como en la frecuencia y la severidad de los episodios meteorológicos. Los sistemas también estarían expuestos a los efectos indirectos del cambio climático, como la subida del

**Tabla RT-2:** Ejemplos de impactos resultantes de cambios proyectados en episodios climáticos extremos.

<b>Cambios proyectados durante el siglo XXI en fenómenos climáticos extremos y su probabilidad<sup>a</sup></b>	<b>Ejemplos representativos de los impactos proyectados<sup>b</sup></b> (Todos de confianza alta en que se producirán en algunas zonas <sup>c</sup> )
<b>Extremos simples</b>	
Temperaturas máximas mayores; más días cálidos y olas de calor <sup>d</sup> en casi todas las zonas continentales ( <i>muy probable<sup>a</sup></i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor incidencia de muertes y enfermedades graves en grupos de personas de edad y pobres de zonas urbanas</li> <li>• Mayor estrés térmico en el ganado y la vida silvestre</li> <li>• Cambios en los destinos turísticos</li> <li>• Mayor riesgo de daños a diversos cultivos</li> <li>• Mayor demanda de refrigeración eléctrica y menor fiabilidad del abastecimiento energético</li> </ul>
Temperaturas mínimas mayores (en aumento); menos días fríos, días de heladas y olas de frío <sup>d</sup> en casi todas las zonas continentales ( <i>muy probable<sup>a</sup></i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor mortalidad y morbilidad humana relacionadas con el frío</li> <li>• Menor riesgo de daños a diversos cultivos, y mayor riesgo para otros</li> <li>• Alcance y actividad ampliados de algunos vectores de plagas y enfermedades</li> <li>• Menor demanda energética para calefacción</li> </ul>
Sucesos de precipitaciones más intensos ( <i>muy probable<sup>a</sup> en muchas zonas</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores daños de crecidas, desprendimientos y deslizamientos de tierras y avalanchas</li> <li>• Mayor erosión del suelo</li> <li>• Las mayores escorrentías de las crecidas pueden aumentar la recarga de algunos acuíferos de llanuras inundables</li> <li>• Mayor presión sobre los sistemas gubernamentales y privados de seguros contra crecidas y de socorro en casos de desastre</li> </ul>
<b>Extremos complejos</b>	
Veranos más secos en la mayor parte de las zonas continentales interiores de latitud media y riesgos conexos de sequías ( <i>probable<sup>a</sup></i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor rendimiento de los cultivos</li> <li>• Mayores daños a los fundamentos de los edificios causados por contracción de los suelos</li> <li>• Menor cantidad y calidad de los recursos hídricos</li> <li>• Mayores riesgos de incendios forestales</li> </ul>
Aumento de la intensidad máxima del viento en casos de ciclones tropicales, y en la intensidad media y máxima de las precipitaciones ( <i>probable<sup>a</sup> en algunas zonas<sup>e</sup></i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores riesgos para la vida humana, riesgos de epidemias de enfermedades infecciosas y muchos otros riesgos</li> <li>• Mayor erosión de las costas y daños a los edificios y la infraestructura costeros</li> <li>• Mayores daños a los ecosistemas costeros, como arrecifes de coral y manglares</li> </ul>
Intensificación de las sequías y las inundaciones relacionadas con sucesos de El Niño en muchas regiones diferentes ( <i>probable<sup>a</sup></i> ) (véase también sucesos de precipitaciones intensas y sequías)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor productividad de tierras agrícolas y de pastoreo en regiones susceptibles a inundaciones y sequías</li> <li>• Menor potencial hidroeléctrico en regiones susceptibles a sequías</li> </ul>
Mayor variabilidad de las precipitaciones monzónicas de verano en Asia ( <i>probable<sup>a</sup></i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundaciones y sequías de mayor magnitud y mayores daños en zonas templadas y tropicales de Asia</li> </ul>
Mayor intensidad de las tempestades en zonas de latitud media (hay poco acuerdo entre los modelos actuales) <sup>d</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores riesgos para la vida y la salud humanas</li> <li>• Mayores pérdidas de bienes e infraestructura</li> <li>• Mayores daños a los ecosistemas costeros</li> </ul>

a El término “probable” se refiere a un juicio de la estimación de la confianza utilizado en el TIE GT I: muy probable (de 90% a 99% de posibilidad); probable (de 66% a 90% de posibilidad). A menos que se indique otra cosa, la información sobre fenómenos climáticos está tomada del Resumen para responsables de políticas del TIE GT I.

b Estos impactos se pueden atenuar aplicando medidas de respuesta apropiadas.

c En base a información de capítulos del presente informe; confianza alta se refiere a probabilidades entre 67% y 95%, como se describe en la nota 6 del Resumen para responsables de políticas del TIE GT I.

d Información tomada de TIE GT I, Resumen técnico, sección F.5.

e Es posible que se produzcan cambios en la distribución regional de los ciclones tropicales, pero no se ha determinado de qué forma.

nivel del mar, los cambios en la humedad de los suelos, los cambios en la condición de la tierra y el agua, los cambios en la frecuencia de incendios e infestación por plagas, y los cambios en la distribución de los transmisores y huéspedes de enfermedades infecciosas. La sensibilidad de un sistema a estas contingencias depende de las características del sistema e incluye el potencial de efectos adversos y beneficiosos. El potencial de un sistema para aguantar impactos adversos está moderado por la capacidad de adaptación. La capacidad para adaptar la gestión humana de los sistemas está determinada por el acceso a recursos, información y tecnología, las aptitudes y los conocimientos para utilizarlos, y la estabilidad y eficacia de las instituciones culturales, económicas, sociales y de gobierno que facilitan o restringen la forma en que responden los sistemas humanos.

#### 4.1. Recursos hídricos

*En muchas regiones hay tendencias aparentes – aumentos y disminuciones– en los caudales de los flujos de las corrientes de agua. Ahora bien, la confianza en que estas tendencias son un resultado del cambio climático es baja debido a la existencia de otros factores, como la variabilidad del comportamiento hidrológico a lo largo del tiempo, el corto período que abarcan los registros instrumentales y la respuesta de los flujos de los ríos a estímulos distintos del cambio climático. Por otro lado, es alta la confianza en que las observaciones de una difundida reducción acelerada del volumen de los glaciares y de los cambios en el momento en que los flujos de las corrientes de agua pasan de los volúmenes de primavera hacia los inviernos en muchas zonas tienen que ver con los aumentos en la temperatura observados. La confianza en estas conclusiones es alta porque estos cambios son provocados por el aumento de la temperatura y se ven afectados por factores que influyen en los volúmenes de las corrientes de agua. Los glaciares continuarán perdiendo volumen y muchos glaciares pequeños pueden desaparecer (confianza alta). El ritmo de pérdida de volumen dependerá del ritmo de aumento de la temperatura. [4.3.6.1, 4.3.11]*

*El efecto del cambio climático en el flujo de las corrientes de agua y la recarga de aguas subterráneas varía entre las regiones y entre los escenarios, y en gran parte se ajusta a los cambios proyectados en la precipitación. En algunas partes del mundo, la dirección del cambio está en consonancia entre los escenarios, aunque la magnitud no lo está. En otras partes del mundo, la dirección del cambio es incierta. En la figura RT-3 se muestran los posibles cambios en los flujos de las corrientes de agua en dos escenarios de cambio climático. La confianza en la dirección y magnitud proyectadas del cambio en los flujos de las corrientes de agua y en la recarga de las aguas subterráneas depende de la confianza en los cambios proyectados en la precipitación. El aumento previsto en el flujo de las corrientes de agua en latitudes altas y en el Asia sudoriental, y la disminución de estos flujos en el Asia central, la zona circundante del Mediterráneo y el África meridional están en general en consonancia entre los modelos climáticos. Los cambios en otras zonas varían entre los modelos climáticos. [4.3.5, 4.3.6.2]*

*Los caudales punta de las corrientes de agua pasarán de primavera a invierno en muchas zonas en que las nevadas son actualmente un componente importante del equilibrio hídrico (confianza alta). Las temperaturas más altas significan que una mayor proporción de las precipitaciones invernales será en forma de lluvias en lugar de nieve y, por lo tanto, no se almacenará en la superficie de la tierra hasta el deshielo de*

la primavera. En las zonas frías, en particular, un aumento de la temperatura todavía podría significar que las precipitaciones invernales sigan en forma de nieve, por lo que en esas regiones habría poco cambio en los calendarios de los flujos de las corrientes de agua. Los mayores cambios, por lo tanto, probablemente se producirán en las zonas “marginales”, incluidas Europa central y oriental y la cadena meridional de las Montañas Rocosas, donde un pequeño aumento de la temperatura reduce sustancialmente las nevadas. [4.3.6.2]

*La temperatura más alta del agua en general degradaría la calidad del agua (confianza alta). El efecto de la temperatura sobre la calidad del agua se modificaría si se modifica el volumen de los flujos, lo que puede exacerbar o mitigar el efecto de la temperatura, según la dirección del cambio en el volumen del flujo. Si los otros factores permanecen iguales, el aumento de la temperatura del agua altera la velocidad de los procesos biogeoquímicos (algunos producen degradación, otros limpieza) y, lo que es más importante, reduce la concentración de oxígeno disuelto en el agua. En los ríos, este efecto podría compensarse en parte con un aumento en el flujo de las corrientes de agua—que disolvería aún más las concentraciones químicas— o exacerbarse con una disminución de ese flujo, que incrementaría las concentraciones. En los lagos, los cambios en la mezcla podrían compensar o exagerar los efectos del aumento de la temperatura. [4.3.10]*

*Es probable que la magnitud y la frecuencia de las inundaciones aumente en la mayoría de las regiones, y que los flujos bajos disminuyan en muchas regiones. La dirección general del cambio en los flujos extremos y en la variabilidad de los flujos está en general en consonancia entre los escenarios del cambio climático, aunque la confianza en la magnitud potencial del cambio en una cuenca dada es baja. El aumento general en la magnitud y frecuencia de las inundaciones es una consecuencia de un aumento general proyectado en la frecuencia de los episodios de precipitaciones fuertes, aunque el efecto de un cambio determinado en las precipitaciones depende de las características de la cuenca. Los cambios en los flujos bajos están en función de los cambios en las precipitaciones y la evaporación. En general se proyecta que la evaporación aumentará, lo que puede dar lugar a una reducción de los flujos bajos, aun cuando las precipitaciones aumenten o cambien poco. [4.3.8, 4.3.9]*

Aproximadamente 1.700 millones de personas, un tercio de la población mundial, vive actualmente en países donde hay estrés por déficit hídrico (es decir, que utilizan más del 20% de su suministro renovable de agua, un indicador de estrés hídrico de uso común). En base a la tasa de crecimiento de la población, se proyecta que este número aumentará a unos 5.000 millones en 2025). El cambio climático proyectado podría reducir aún más los flujos de las corrientes de agua y la recarga de las aguas subterráneas en muchos de estos países con estrés hídrico —por ejemplo, en Asia central, África meridional y países circundantes del Mar Mediterráneo— pero podría aumentarlos en algunos otros.

*La demanda de agua en general está aumentando, como resultado del crecimiento de la población y el desarrollo económico, pero está disminuyendo en algunos países. El cambio climático puede reducir la disponibilidad de agua en algunas regiones con estrés hídrico y aumentarla en otras. El cambio climático probablemente no tendrá grandes repercusiones sobre la demanda municipal o industrial pero puede afectar sustancialmente las captaciones de agua para el riego. En los sectores municipal e industrial, es probable que algunos factores*

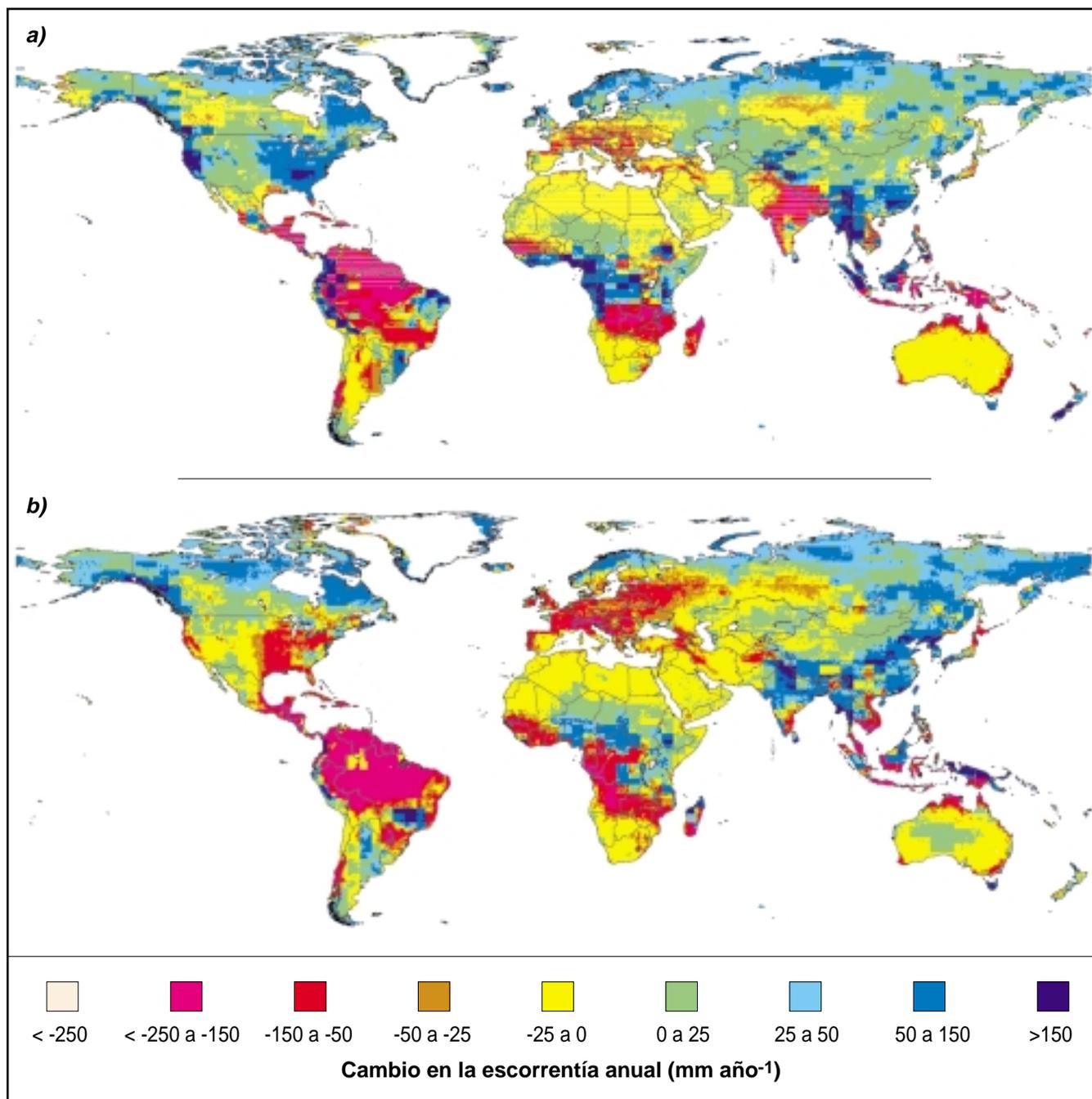


Figura RT-3: Las configuraciones de los cambios en la escorrentía se parecen mucho a los cambios simulados en la precipitación, los cuales varían entre los modelos climáticos. Los aumentos de la escorrentía en latitudes altas y Asia sudoriental, y las disminuciones en Asia central, la zona alrededor del Mediterráneo, África meridional y Australia que se muestran en ambos mapas del modelo [a) HadCM2 media del conjunto de integraciones en abanico y b) HadCM3; véase en la sección 4.3.6.2 del Capítulo 4 un examen de los modelos y escenarios utilizados] son en general consistentes, en términos de dirección del cambio, en la mayoría de los modelos climáticos. En otras partes del mundo, los cambios en la precipitación y la escorrentía varían entre los escenarios de cambio climático.

que no dependen del clima sigan teniendo efectos muy sustanciales sobre la demanda de agua. Las captaciones de agua para el riego, sin embargo, están más determinadas por el clima, pero su aumento o disminución en una zona determinada depende del cambio en las precipitaciones: las temperaturas más altas, y por consiguiente la mayor demanda de los cultivos causada por la evaporación, significaría que la tendencia sería hacia un aumento de la demanda con fines de riego. [4.4.2, 4.4.3, 4.5.2]

*El impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos depende no sólo de los cambios en volumen, momento y calidad de los flujos de las corrientes y la recarga, sino también de las características del sistema, las cambiantes presiones sobre el sistema, la forma en que evoluciona la gestión del sistema, y las adaptaciones al cambio climático que se apliquen. Puede que los cambios no climáticos tengan un mayor impacto que los climáticos en los recursos hídricos. Los sistemas de recursos hídricos están evolucionando continuamente para*

hacer frente a nuevos retos de gestión. Muchas de las mayores presiones aumentarán la vulnerabilidad al cambio climático, pero muchos cambios en la gestión reducirán la vulnerabilidad. Los sistemas no gestionados probablemente serán los más vulnerables al cambio climático. Por definición, estos sistemas no cuentan con estructuras de gestión para mitigar los efectos de la variabilidad hidrológica. [4.5.2]

*El cambio climático supone un desafío para las prácticas existentes de gestión de los recursos hídricos al añadir incertidumbre. La gestión integrada de los recursos hídricos mejorará el potencial de adaptación al cambio.* Las bases usadas hasta ahora para el diseño y el funcionamiento de la infraestructura ya no están a la par del cambio climático, dado que no puede darse por sentado que el futuro régimen hidrológico será similar al del pasado. El reto principal, por lo tanto, consiste en incorporar la incertidumbre en la planificación y gestión de los recursos hídricos. La gestión integrada de estos recursos es un medio que se utiliza cada vez más para conciliar usos y demandas diferentes y cambiantes del agua, y parece conferir una mayor flexibilidad que su gestión en forma convencional. Una mayor capacidad para pronosticar caudales de las corrientes de agua con semanas o meses de antelación también mejoraría significativamente la gestión de los recursos hídricos y su capacidad para hacer frente a la cambiante variabilidad hidrológica. [4.6]

*La capacidad de adaptación (concretamente, la capacidad para poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos), sin embargo, está distribuida en forma muy despareja en todo el mundo.* En la

práctica, puede que sea muy difícil modificar las prácticas de gestión de los recursos hídricos en un país cuando, por ejemplo, no estén bien establecidas las instituciones responsables de la gestión ni haya procesos semejantes a los del mercado. El reto consiste, por lo tanto, en desarrollar medios para introducir las prácticas de gestión integrada de los recursos hídricos en entornos institucionales específicos, que son necesarias aún en ausencia de cambios climáticos para mejorar la eficacia de la ordenación hídrica. [4.6.4]

#### 4.2. La agricultura y la seguridad alimentaria

*La respuesta del rendimiento de los cultivos al cambio climático varía mucho en función de las especies, los cultivares, las condiciones del suelo, el tratamiento de los efectos directos del CO<sub>2</sub>, y otros factores propios del lugar.* Se ha establecido con un nivel de confianza mediana que unos pocos grados (2°C a 3°C) de calentamiento proyectado producirán aumentos en el rendimiento de los cultivos de zonas templadas, con algunas variaciones regionales (Tabla 5-4). Con cifras mayores de calentamiento proyectado, las respuestas de la mayoría de los cultivos de climas templados en general pasan a ser negativas. La adaptación agronómica autónoma reduce las pérdidas de rendimiento en los cultivos de climas templados y en la mayoría de los casos lo aumenta (Figura RT-4). En los trópicos, donde algunos cultivos están cerca de su tolerancia máxima a la temperatura y donde predomina la agricultura de secano, los rendimientos en general podrían reducirse, aun con cambios mínimos en la temperatura; si se produjera una gran disminución de las precipitaciones, los efectos sobre el rendimiento de los

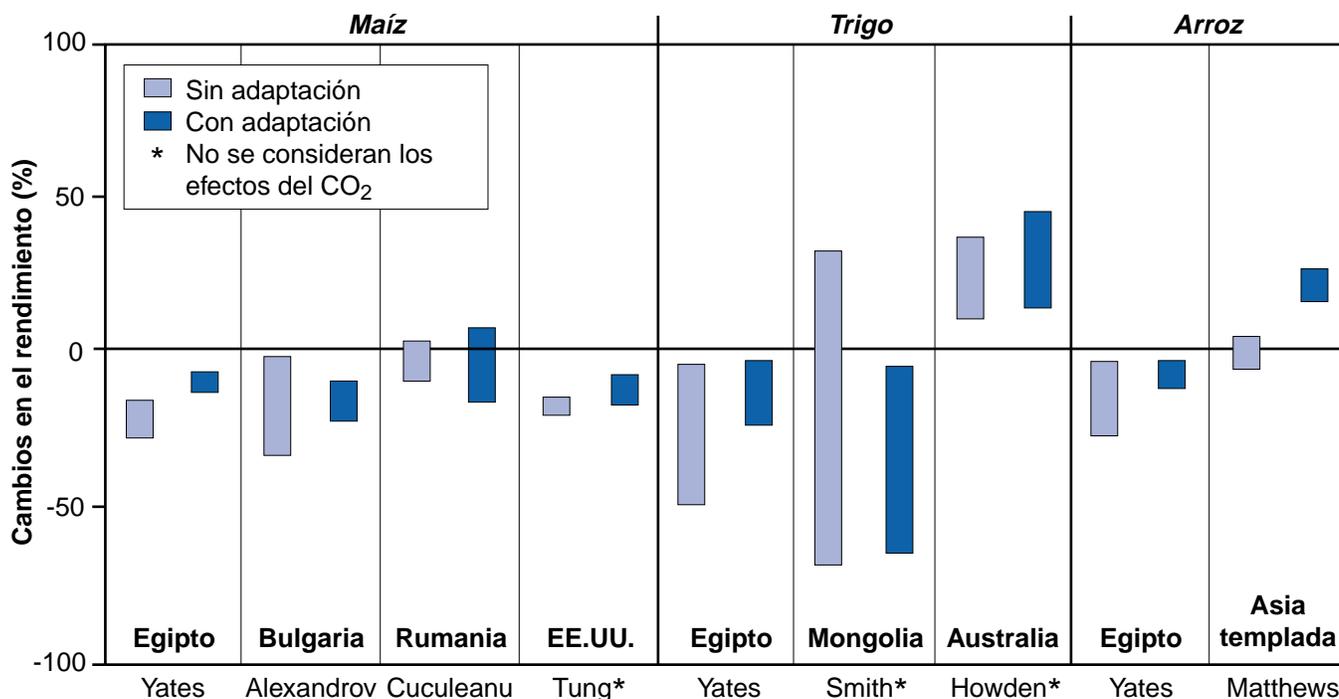


Figura RT-4: Intervalos de cambios porcentuales en los rendimientos de cultivos (expresados en la altura de las barras verticales solamente) que abarcan escenarios de cambio climático seleccionados, con o sin adaptación agronómica, de pares de estudios que se enumeran en la Tabla 5-4. Cada par de intervalos está diferenciado por situación geográfica y cultivo. Los pares de barras verticales representan el intervalo de cambios porcentuales con y sin adaptación. Los extremos de cada intervalo representan valores colectivos de cambios porcentuales altos y bajos derivados de todos los escenarios climáticos utilizados en el estudio. La anchura de las barras no tiene significado alguno. En el eje x, se indica el nombre del autor principal como aparece en la Tabla 5-4; en la lista de referencia del capítulo 5 figura la información completa sobre la fuente.

cultivos serían aún más adversos (confianza media). Se ha determinado, con un grado de confianza medio, que con la adaptación agronómica autónoma los rendimientos de los cultivos en los trópicos tienden a verse menos adversamente afectados por el cambio climático que sin esa adaptación, pero todavía tienden a mantenerse por debajo de los niveles de referencia. Los episodios extremos también afectarán al rendimiento de los cultivos. Las temperaturas mínimas más altas beneficiarán a algunos cultivos, especialmente en los climas templados, y perjudicarán a otros, especialmente en latitudes bajas (confianza alta). Las temperaturas máximas más altas serán en general perjudiciales para numerosos cultivos (confianza alta). [5.3.3]

*Importantes avances en las investigaciones acerca de los efectos directos del CO<sub>2</sub> sobre los cultivos logrados desde el SIE parecen indicar que los efectos favorables podrían ser mayores en ciertas circunstancias de estrés, incluidas las temperaturas más cálidas y la sequía.* Aunque estos efectos están bien establecidos para unos pocos cultivos en condiciones experimentales, los conocimientos son incompletos para las condiciones subóptimas de las explotaciones agrícolas reales. La investigación sobre la adaptación de la agricultura al cambio climático también ha logrado importantes avances. Las adaptaciones agronómicas (autónomas) poco costosas a nivel de explotaciones agrícolas, como la alteración de las fechas de plantación y la selección de los cultivares, se han simulado extensamente en modelos de cultivos. Las adaptaciones directas y más costosas, como la modificación de las asignaciones del uso de la tierra y el desarrollo y la utilización de infraestructura de riego, se han examinado en un número pequeño pero creciente de modelos económicos acoplados de los cultivos, en modelos de evaluación integrados y en modelos econométricos.

*La degradación del suelo y de los recursos hídricos es uno de retos futuros más importantes para la agricultura mundial.* Se ha determinado con un grado de confianza alto que esos procesos probablemente se intensificarán con los cambios adversos en la temperatura y las precipitaciones. Se ha mostrado que el uso y la gestión de la tierra tienen un impacto sobre las condiciones del suelo mayor que los efectos indirectos del cambio climático; por lo tanto, la adaptación tiene potencial para mitigar significativamente esos impactos. Se necesitan investigaciones para determinar si la degradación de los recursos aumentaría significativamente los riesgos que enfrentan las poblaciones rurales y agrícolas vulnerables. [5.3.2, 5.3.4, 5.3.6].

La mayoría de los estudios mundiales y regionales proyectan, a falta de cambio climático, una reducción de los precios reales de los productos básicos agrícolas. La confianza en estas proyecciones disminuye para el futuro más lejano. *Se estima que los impactos del cambio climático en la agricultura darán lugar a pequeños cambios porcentuales en los ingresos mundiales, con cambios positivos en las regiones más desarrolladas y cambios más pequeños o negativos en las regiones en desarrollo (confianza baja a media).* La eficacia de la adaptación (agronómica y económica) para mejorar los impactos del cambio climático variará entre las regiones y dependerá en gran parte del acervo de recursos de cada región, incluida la existencia de instituciones estables y eficaces. [5.3.1, 5.3.5]

*La mayoría de los estudios indican que los aumentos de la temperatura anual media de 2,5° o mayores provocarán un aumento de los precios de los alimentos (confianza baja) como resultado de la expansión*

*de la capacidad alimentaria mundial en relación con el crecimiento de la demanda mundial de alimentos.* Con un calentamiento inferior a 2,5°C, los modelos de evaluación del impacto mundial no pueden distinguir las señales del cambio climático de otras fuentes de cambio. Algunos estudios agregados recientes han estimado los impactos económicos sobre poblaciones vulnerables, como los productores pequeños y los consumidores urbanos pobres. Estos estudios indican que el cambio climático reducirá los ingresos de las poblaciones vulnerables y aumentará el número absoluto de personas en riesgo de hambruna (confianza baja). [5.3.5, 5.3.6]

*Sin una adaptación autónoma, los aumentos en los episodios extremos probablemente aumentarán las muertes en la ganadería relacionadas con el estrés térmico, aunque el calentamiento invernal puede reducir las muertes neonatales en latitudes templadas (comprobado pero de forma incompleta).* Las estrategias para adaptar el ganado al estrés fisiológico del calentamiento se consideran eficaces; no obstante, las investigaciones sobre adaptación se ven obstaculizadas por la falta de experimentación y simulación. [5.3.3]

La confianza en estimaciones numéricas específicas de los impactos del cambio climático sobre la producción, los ingresos y los precios obtenidas de modelos de evaluación amplios, agregados, e integrados se considera baja porque quedan todavía varias incertidumbres. Los modelos son sumamente sensibles a algunos parámetros que han sido sometidos a análisis de sensibilidad, pero no se ha informado sobre la sensibilidad a un gran número de otros parámetros. Otras incertidumbres incluyen la magnitud y la persistencia de los efectos de la elevación del CO<sub>2</sub> atmosférico sobre el rendimiento de los cultivos en condiciones de cultivo realistas; los posibles cambios en las pérdidas de cultivos y animales a causa de plagas; la variabilidad espacial de las respuestas de los cultivos al cambio climático; y los efectos de los cambios en la variabilidad del clima y los episodios extremos sobre los cultivos y el ganado. [Recuadro 5-3]

#### 4.3. Ecosistemas terrestres y de agua dulce

Los ecosistemas están sujetos a muchas presiones, como cambios en el uso de la tierra, deposición de nutrientes y contaminantes, laboreo, pastoreo de ganado, introducción de especies exóticas, y la variabilidad natural del clima. El cambio climático constituye una presión adicional que puede cambiar o poner en peligro esos sistemas. El impacto del cambio climático en estos sistemas estará influenciado por la adaptación de la gestión de la tierra y el agua y de las interacciones con otras presiones. La capacidad de adaptación es mayor en las tierras y aguas expuestas a una gestión más intensiva y en la producción de bienes comercializables (por ejemplo, la producción de madera en plantaciones) que en tierras sometidas a una gestión menos intensiva y cuando se trate de valores no comerciales de esas tierras y aguas. [5.1, 5.2]

*Las poblaciones de muchas especies ya están amenazadas y correrán un mayor riesgo a causa de la sinergia entre las presiones del cambio climático, que hacen inhabitable su hábitat actual, y de los cambios en el uso de la tierra que fragmentan los hábitat.* Sin adaptación, algunas especies actualmente calificadas de “críticamente en peligro de extinción” se extinguirán, y la mayoría de las calificadas de “en peligro de extinción o vulnerables” serán mucho más raras en el Siglo XXI (confianza alta). Esto puede tener su mayor impacto en las sociedades

humanas de ingresos más bajos, que dependen de la vida silvestre para su subsistencia. Además, la confianza es alta en que la pérdida o reducción de especies tendrá impactos sobre los servicios que presta la vida silvestre mediante la función que cumple dentro de un ecosistema (por ejemplo, polinización, eliminación natural de las plagas), la recreación (por ejemplo, la caza deportiva, la observación de la vida silvestre), y las prácticas culturales y religiosas de pueblos indígenas. Los posibles métodos de adaptación para reducir los riesgos para las especies podrían incluir el establecimiento de refugios, parques, y reservas con corredores para permitir la migración de especies, así como el empleo de la reproducción en cautiverio y la reubicación. No obstante, estas opciones pueden tener limitaciones de costo. [5.4]

*Se cuenta ya con un gran número de estudios de observación y experimentales que demuestran la vinculación entre el cambio en el clima regional y los procesos biológicos o físicos en los ecosistemas.* Estos incluyen un alargamiento de la estación de crecimiento vegetativo en 1,2 a 3,6 días por decenio en las latitudes septentrionales altas (factor éste que da lugar a cambios en la composición de la comunidad); el calentamiento de lagos y ríos como resultado del acortamiento de la duración de la cobertura de hielo; un desplazamiento hacia arriba de los prados con hierbas alpinas; y una mayor mortalidad de la fauna salvaje y contracción de las praderas silvestres como resultado del estrés térmico. Otros incluyen cambios en los tamaños de las poblaciones, el tamaño corporal y las fechas de migración (para más información, véase RT 2.1 y 7.1, Figura RT-11, y Tabla RT-16). [5.2.1]

*Los modelos de distribución de la vegetación elaborados desde el SIE parecen indicar que los ecosistemas de masas o los movimientos de los biomas probablemente no se producirán debido a diferentes tolerancias climáticas de las especies de que se trate, diferentes capacidades de migración, así como los efectos de las especies invasoras.* La composición y dominación de las especies cambiarán, y esto resultará en ecosistemas que pueden ser muy diferentes de los que existen hoy. Estos cambios se producirán a intervalos de años a decenios, a siglos, de los cambios en el clima (confianza alta). Los efectos de los cambios en perturbaciones como los incendios, las calamidades o los ataques de las plagas sobre la vegetación no se han incluido en estos estudios. [5.2]

*Los estudios con modelos más recientes siguen mostrando posibles perturbaciones significativas de los ecosistemas a raíz del cambio climático (confianza alta).* La evolución de los modelos correlativos sencillos que estaban disponibles en el momento del SIE apunta a áreas en que la perturbación de los ecosistemas y el potencial de migración de los ecosistemas son altos. Los datos de observaciones y los modelos de vegetación dinámicos más nuevos vinculados a modelos climáticos transitorios son perfeccionamientos de las proyecciones. Ahora bien, la precisión de los resultados dependerá de procesos que son demasiado sutiles para ser capturados plenamente por los modelos de actualidad. [5.2]

*La creciente concentración de CO<sub>2</sub> incrementará la productividad primaria neta (crecimiento de plantas, la caída de material de desecho y mortalidad) en la mayoría de los sistemas, mientras que los aumentos en la temperatura podrán tener efectos positivos o negativos (confianza alta).* Los experimentos con tres especies criadas con niveles elevados de CO<sub>2</sub> durante varios años muestran una estimula-

ción continuada y coherente de la fotosíntesis y pocos indicios de pérdida a largo plazo de la sensibilidad al CO<sub>2</sub>. Ahora bien, los cambios en la productividad neta de los ecosistemas (que incluyen crecimiento de plantas, caída de material de desecho, mortalidad, descomposición de los desechos y dinámica del carbono del suelo) y la productividad neta de los biomas (que incluye esos efectos más los efectos de los incendios y otras perturbaciones) probablemente no serán positivos y en general pueden ser negativos. Los resultados de investigaciones comunicados desde el SIE confirman la opinión de que los primeros y más grandes impactos inducidos por el cambio climático probablemente se producirán en los bosques boreales, mediante cambios en los regímenes de perturbaciones relacionadas con el clima y el ciclo de los nutrientes. [5.6.1.1, 5.6.3.1]

Los ecosistemas terrestres parecen estar almacenando cantidades crecientes de carbono. Durante la preparación del SIE, esto se atribuyó en gran medida a la creciente productividad de las plantas en razón de la interacción entre concentraciones de CO<sub>2</sub> elevadas, temperaturas en aumento y cambios en la humedad del suelo. Los resultados recientes confirman que se han producido aumentos en la productividad, pero parecen indicar que son menores en las condiciones sobre el terreno que en los experimentos con plantas en macetas (*confianza media*). De ahí que la absorción terrestre pueda deberse más al cambio en el uso y la gestión de la tierra que a los efectos directos del clima y de las mayores concentraciones de CO<sub>2</sub>. No se conoce con certeza el grado en que los ecosistemas terrestres siguen siendo sumideros netos de carbono debido a las complejas interacciones entre los factores mencionados más arriba (por ejemplo, los ecosistemas terrestres del Ártico y los humedales pueden actuar como fuentes y como sumideros) (*confianza media*).

*En las tierras áridas o semiáridas (por ejemplo, pastizales, bosques y tierras forestadas) donde el cambio climático probablemente disminuirá la humedad disponible en el suelo, se prevé que la productividad disminuirá.* Las mayores concentraciones de CO<sub>2</sub> pueden contrarrestar algunas de estas pérdidas. No obstante, muchas de estas zonas sufren los efectos de El Niño y La Niña, otros extremos climáticos y perturbaciones como los incendios. Los cambios en las frecuencias de estos sucesos y las perturbaciones podrían dar lugar a pérdidas de productividad y, por ende, a una posible degradación de la tierra, pérdida del carbono almacenado o disminución de la tasa de absorción de carbono (*confianza media*). [5.5]

*Algunas tierras de humedales serán reemplazadas por bosques o montes, y las que cubren el permafrost probablemente sufrirán perturbaciones como resultado del deshielo del permafrost (confianza alta).* El efecto inicial neto del calentamiento sobre el carbono almacenado en ecosistemas de latitudes altas probablemente será negativo en razón de que la descomposición inicialmente puede responder más rápido que la producción. En esos sistemas, los cambios en el albedo y la absorción de energía durante el invierno probablemente actuarán como retroacción positiva al calentamiento regional como resultado del anterior derretimiento de la nieve y, durante decenios a siglos, del movimiento de la frontera boscosa hacia los polos. [5.8, 5.9]

*La mayoría de los procesos de los humedales dependen del nivel de captación hidrológico; por consiguiente, las adaptaciones para el*

*cambio climático proyectado pueden ser prácticamente imposibles. Las comunidades cenagosas ombrotóricas árticas y subárticas sobre el permafrost, y los marismas de depresión más meridionales con zonas de captación pequeñas probablemente serán más vulnerables al cambio climático. La creciente velocidad de la conversión y el drenaje de las turberas en el Asia sudoriental probablemente incrementará mucho el riesgo de incendios en esas zonas y afectará a la viabilidad de los humedales tropicales. [5.8]*

*Las oportunidades de adaptación a los cambios previstos en ecosistemas alpinos y de latitud alta son limitadas, porque estos sistemas tendrán respuestas más fuertes a los cambios en el clima inducidos a nivel mundial. La cuidadosa gestión de los recursos silvestres puede reducir al mínimo los impactos climáticos sobre los pueblos indígenas. Muchas regiones de latitudes altas dependen mucho de uno o unos pocos recursos, como la madera, el petróleo, los renos o los salarios que se perciben por la lucha contra los incendios. La diversificación económica reduciría los impactos de los grandes cambios en la disponibilidad o valor económico de bienes y servicios particulares. Los altos niveles de enfermedades endémicas en muchas plantas alpinas y su incapacidad para migrar hacia mayores altitudes significan que esas especies son muy vulnerables. [5.9]*

*A diferencia del SIE, los estudios sobre el mercado mundial de la madera que incluyen adaptaciones mediante la gestión de la tierra y los productos parecen indicar que el cambio climático aumentaría el suministro mundial de madera (confianza media). A escala regional y mundial, la extensión y naturaleza de la adaptación dependerá principalmente de los precios de los productos de madera y distintos de la madera, el valor relativo de los sucedáneos, el costo de la gestión y la tecnología. En sitios específicos, los cambios en el crecimiento y la productividad de los bosques restringirán, y podrían limitar las opciones en cuanto a las estrategias de adaptación (confianza alta). En los mercados, los precios condicionarán en la adaptación por medio de la gestión de la tierra y los productos. En los bosques sometidos a gestión, la adaptación incluirá el rescate de madera muerta y moribunda, la replantación de especies nuevas mejor adaptadas al nuevo clima, la plantación de especies genéticamente modificadas, y la intensificación o disminución de la gestión. Los consumidores se beneficiarán de los precios más bajos de la madera; los productores podrán ganar o perder, según los cambios regionales en la productividad de la madera y los posibles efectos de extinción. [5.6]*

*El cambio climático dará lugar a un movimiento hacia los polos de las fronteras meridional y septentrional de la distribución de los peces, a la pérdida de hábitat para peces de aguas frescas y frías, y a ganancias de hábitat para peces de aguas cálidas (confianza alta). Una clase de ecosistemas, las aguas interiores, es vulnerable al cambio climático y otras presiones debido a su tamaño pequeño y su posición en la parte inferior de la cadena de muchas actividades humanas (confianza alta). Los elementos más vulnerables incluyen la reducción y pérdida de hielo de lagos y ríos (confianza muy alta), la pérdida de hábitat para peces de aguas frías (confianza muy alta), los aumentos en la extinción y las invasiones de especies exóticas (confianza alta) y la posible exacerbación de los problemas de contaminación existentes, como la eutrofización, los productos tóxicos, la lluvia ácida, y la radiación UV-B (confianza media). [5.7]*

#### 4.4. Ecosistemas marinos y de zonas costeras

*El cambio climático mundial dará como resultado aumentos de la temperatura de la superficie del mar (TSM) y subidas del nivel del mar; disminución de la cobertura de hielo marino; y cambios en la salinidad, en las olas y en la circulación de los océanos. Algunos de estos cambios ya se están produciendo. Se prevé que los cambios en los océanos tendrán importantes efectos de retroalimentación sobre el clima mundial y sobre el clima de la zona costera inmediata (véase TIE GT I). Tendrán también profundos impactos en la producción biológica de los océanos, incluida la producción de peces. Por ejemplo, los cambios en la circulación mundial y la mezcla vertical de las aguas afectarán a la distribución de los elementos biogénicos y la eficiencia de la captación de CO<sub>2</sub> de los océanos; los cambios en los ritmos de afloramiento tendrán importantes impactos en la producción de peces costeros y en el clima costero. [6.3]*

*Si los episodios de calentamiento asociados con El Niño aumentan en frecuencia, las biomasa de plancton y la abundancia de larvas de peces declinarán y tendrán efectos adversos sobre los peces, los mamíferos marinos, las aves marinas y la diversidad biológica de los océanos (confianza alta). Además de la variabilidad de El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), desde el SIE se ha reconocido la persistencia de los regímenes océanos-clima plurianuales y los cambios de un régimen a otro. Los cambios en la forma de la recuperación de poblaciones de peces se han vinculado a esos cambios. Las fluctuaciones en la abundancia de peces se consideran cada vez más como una respuesta biológica a las fluctuaciones climáticas a medio plazo, además de una consecuencia de la pesca excesiva y otros factores antropógenos. De igual modo, la supervivencia de mamíferos y aves marinas también se ve afectada por la variabilidad interanual y a largo plazo en varios procesos y propiedades oceanográficas y atmosféricas, especialmente en latitudes altas. [6.3.4]*

*Los mayores conocimientos sobre la función del sistema océano-clima en la gestión de las poblaciones de peces están dando lugar a nuevas estrategias de adaptación que se basan en la determinación de porcentajes de extracción aceptables de peces y la recuperación de las poblaciones. Otra consecuencia del reconocimiento de los cambios relacionados con el clima en la distribución de las poblaciones de peces marinos sugiere que la sostenibilidad de las pesquerías de muchas naciones dependerá de adaptaciones que aumenten la flexibilidad en los acuerdos bilaterales y multilaterales de pesca, sumadas a planes de gestión y evaluaciones internacionales de las poblaciones. La creación de pesquerías sostenibles depende también de la comprensión de las sinergias entre los impactos relacionados con el clima sobre las pesquerías y factores como la presión de las cosechas y las condiciones del hábitat. [6.3.4, 6.6.4]*

*La adaptación por expansión de la acuicultura marina puede compensar en parte las posibles reducciones en la captura de peces oceánicos. La producción por acuicultura marina se ha más que duplicado desde 1990, y en 1997 representó aproximadamente el 30% de la producción comercial total de pescados y mariscos para consumo humano. Sin embargo, la productividad futura de la acuicultura puede verse limitada por las poblaciones de arenques, anchoas y otras especies que se utilizan para proporcionar harina y aceites de pescados para alimentar a especies cultivadas, que pueden sufrir efectos adversos del*

cambio climático. Las reducciones de los niveles de oxígeno disuelto relacionadas con mayores temperaturas del agua de mar y enriquecimiento de la materia orgánica crean condiciones para la difusión de enfermedades en pesquerías silvestres y de acuicultura, así como brotes de florecimiento de algas en zonas costeras. La contaminación y destrucción de hábitat que suele acompañar a la acuicultura también puede limitar su expansión y la supervivencia de las poblaciones silvestres. [6.3.5]

*Muchas zonas costeras ya están experimentando un aumento progresivo de los niveles de crecidas marinas, erosión acelerada de las costas e intrusión de las aguas de mar en fuentes de agua dulce; estos procesos serán exacerbados por el cambio climático y la subida del nivel del mar.* En particular, la subida del nivel del mar ha contribuido a la erosión de playas y barreras arenosas y de grava; la pérdida de dunas y humedales costeros; y problemas de drenaje en muchas zonas costeras bajas de latitudes medias. Ecosistemas costeros muy diversos y productivos, asentamientos costeros y estados insulares continuarán expuestos a presiones cuyos impactos se pronostican en gran parte negativos y, en algunos casos, potencialmente desastrosos. [6.4]

*Las costas tropicales y subtropicales de latitudes bajas, particularmente en zonas donde hay una importante presión de la población humana, son sumamente susceptibles a los impactos del cambio climático.* Estos impactos exacerbarán muchos de los problemas actuales. Por ejemplo, las actividades humanas han incrementado la subsidencia de la tierra en muchas regiones de deltas al aumentar la retirada de las aguas subsuperficiales, drenar suelos de humedales, y reducir o eliminar las cargas de sedimentos de los ríos. Los problemas de inundaciones, salinización del agua potable subterránea, y erosión costera se acelerarán con la subida mundial del nivel del mar superpuesta al hundimiento local. Están especialmente expuestas a riesgos las grandes regiones de deltas de Asia y las islas pequeñas, cuya vulnerabilidad se reconoció hace más de una década y continúa creciendo. [6.4.3, 6.5.3]

*Las costas de latitudes altas (polares) también son susceptibles a los impactos del calentamiento climático, aunque esos impactos se han estudiado menos.* Con excepción de las costas rápidamente emergentes o dominadas por rocas, una combinación de subida acelerada del nivel del mar, ondas climáticas más energéticas con una cubierta reducida de hielo marino, y temperaturas superficiales más altas que promueven el deshielo del permafrost y el hielo terrestre (con la consiguiente pérdida de volumen en las formaciones terrestres costeras) tendrá severos impactos sobre los asentamientos y la infraestructura y dará lugar a un rápido retroceso de las costas. [6.4.6]

*Los ecosistemas costeros como los atolones y arrecifes de coral, marismas de agua salada y manglares, y la vegetación acuática sumergida sufrirán los impactos de la subida del nivel del mar, el aumento de la TSM y cualquier cambio en la frecuencia e intensidad de las tormentas.* Los impactos de la subida del nivel del mar en manglares y marismas de agua salada dependerán del ritmo de aumento en relación con el crecimiento vertical y el espacio para la migración horizontal, que pueden estar limitadas por el desarrollo humano en zonas costeras. Los arrecifes de coral sanos probablemente puedan hacer frente a la subida del nivel del mar, pero esto es dudoso respecto de los arrecifes degradados por descoloramiento, radiación UV-B,

contaminación u otros tipos de estrés. Los episodios de descoloramiento de los corales durante los últimos 20 años se han atribuido a varias causas, incluido el aumento de las temperaturas de los océanos. El futuro calentamiento de las aguas superficiales aumentaría el estrés sobre los arrecifes de coral y resultaría en una mayor frecuencia de enfermedades marinas (confianza alta). Los cambios en la química de los océanos resultantes de mayores niveles de CO<sub>2</sub> pueden tener impactos negativos sobre el desarrollo y la salud de los arrecifes de coral, lo cual a su vez tendría efectos perjudiciales sobre las pesquerías costeras y sobre los usos sociales y económicos de los recursos de los arrecifes. [6.4.4, 6.4.5]

Son pocos los estudios en los que se han examinado los posibles cambios en las alturas y direcciones prevaletentes de las olas marinas y las olas de tormenta y tempestad como consecuencia del cambio climático. Cabe esperar que esos cambios tengan impactos graves sobre las costas naturales o modificadas por la actividad humana, ya que se producirán a niveles del mar superiores a los actuales.

*Se ha documentado la vulnerabilidad de diversos entornos costeros, inicialmente utilizando una metodología común desarrollada a principios de decenio de 1990. Estos y otros estudios han confirmado la variabilidad espacial y temporal de la vulnerabilidad de las costas en los planos nacional y regional.* Utilizando la metodología común se determinaron tres estrategias de adaptación de las costas: protección, acomodación y retirada. Desde el SIE, el centro de atención de las estrategias de adaptación se ha desplazado de las estructuras rígidas de protección (por ejemplo, muros de contención, espigones) a las estructuras de contención no rígidas (por ejemplo, la reposición de arena en las playas), la retirada controlada y el aumento de la resistencia de los sistemas biofísicos y socioeconómicos, incluido el empleo del seguro contra inundaciones para repartir el riesgo financiero. [6.6.1, 6.6.2]

Las evaluaciones integradas de las zonas costeras y los ecosistemas marinos, y una mejor comprensión de su interacción con el desarrollo humano y la variabilidad climática plurianual pueden facilitar las mejoras en la gestión y el desarrollo sostenibles. Las opciones de adaptación para la gestión marina y costera son más eficaces cuando están incorporadas a políticas relativas a otras esferas, como los planes de mitigación de los efectos de los desastres y los planes para el uso de la tierra.

#### 4.5. Asentamientos humanos, energía e industria

Los asentamientos humanos son totalizadores de muchos de los impactos climáticos que inicialmente se sienten en otros sectores y difieren unos de otros en localización geográfica, tamaño, circunstancias económicas y capacidad institucional y política. En consecuencia, es difícil hacer declaraciones generales acerca de la importancia del clima o del cambio climático que no tengan numerosas excepciones. No obstante, la clasificación de los asentamientos humanos con arreglo a las vías por las que el clima puede afectarlos, el tamaño u otras consideraciones físicas y capacidades de adaptación evidentes (salud, educación de la población, capacidad tecnológica e institucional) ayuda a explicar algunas de las diferencias en los impactos previstos. [7.2]

El clima afecta a los asentamientos humanos en una de tres formas fundamentales:

- 1) Los sectores económicos que apoyan los asentamientos se ven afectados por los cambios en la capacidad productiva (por ejemplo, en la agricultura o las pesquerías) o por cambios en la demanda del mercado de los bienes y servicios que allí se producen (incluida la demanda de personas que viven en las cercanías y de los turistas). La importancia de este impacto depende en parte de que el asentamiento sea rural –lo que generalmente significa que depende de una o dos industrias basadas en los recursos– o urbano, en cuyo caso por lo general, pero no siempre, hay un conjunto más amplio de recursos alternativos. También depende de la capacidad de adaptación del asentamiento. [7.1]
- 2) Algunos aspectos de la infraestructura física (incluidos los sistemas de distribución y de transmisión de energía), los edificios, los servicios urbanos (incluidos los sistemas de transporte), e industrias específicas (como las agroindustrias, el turismo y la construcción) pueden verse afectados directamente. Por ejemplo, los edificios y la infraestructura de zonas de deltas se ven afectados por las crecidas costeras y ribereñas; la demanda de energía urbana puede aumentar o disminuir como resultado del cambio en el equilibrio entre calentamiento y enfriamiento de interiores; y el turismo costero y de montaña puede verse afectado por los cambios en las temperaturas de cada estación, en la estructura de la precipitación y en la subida del nivel del mar. La concentración de la población y la infraestructura en zonas urbanas puede significar que hay un número mayor de personas y capital físico de mayor valor en riesgo, aunque hay también muchas economías de escala y proximidad cuando se asegura una prestación de servicios y una infraestructura bien administradas. Cuando estos factores se combinan con otras medidas de prevención, los riesgos se pueden reducir considerablemente. Ahora bien, algunos grandes centros urbanos de África, América Latina, Asia y el Caribe, así como asentamientos más pequeños (incluidas las aldeas y los pequeños centros urbanos), suelen tener menor riqueza, poder político y capacidad institucional para reducir los riesgos de esta forma. [7.1]
- 3) La población puede verse directamente afectada por un extremo, cambios en el estado de la salud, o migración. Los episodios climáticos extremos pueden modificar las tasas de muertes, lesiones o enfermedades. Por ejemplo, el estado de la salud puede mejorar como resultado de un menor estrés de frío, o empeorar como resultado de un mayor estrés de calor y enfermedades. Los desplazamientos de población causados por cambios climáticos pueden afectar el tamaño y las características de la población de los asentamientos, lo que a su vez modifica la demanda de servicios urbanos. Los problemas son algo diferentes en los centros de población más grandes (por ejemplo, los de más de 1 millón de habitantes) y en los centros regionales de tamaño medio o pequeño. Es más probable que los primeros sean lugares de destino de migrantes de zonas rurales y asentamientos más pequeños, y a través de las fronteras, pero los asentamientos más grandes por lo general tienen un mayor dominio sobre los recursos nacionales. Por

consiguiente, los asentamientos más pequeños pueden en realidad ser más vulnerables. Los asentamientos precarios que rodean a ciudades grandes y medianas en el mundo en desarrollo siguen siendo un problema porque en ellos se dan varios peligros actuales para la salud y el medio ambiente que podrían ser exacerbados por el calentamiento mundial y el precario control de los recursos. [7.1]

En la Tabla RT-3 se clasifican varios tipos de cambios medioambientales causados por el clima que se examinan en las publicaciones sobre el clima y los asentamientos humanos. La Tabla se refiere a tres tipos generales de asentamientos, cada uno basado en uno de los tres mecanismos principales por los que el clima afecta a los asentamientos. Los impactos corresponden al mecanismo del efecto. Por consiguiente, un asentamiento dado puede verse afectado positivamente por los efectos del cambio climático sobre su base de recursos (por ejemplo, mayor producción agrícola) y negativamente por los efectos sobre su infraestructura (por ejemplo, inundaciones más frecuentes en su obras hídricas y sobrecarga de su sistema eléctrico). Los diferentes tipos de asentamientos pueden experimentar estos efectos en diferentes intensidades relativas (por ejemplo, los asentamientos que no están en las costas no sienten directamente los impactos de la subida del nivel del mar); los impactos se clasifican desde los de importancia general más alta hasta más baja. La mayoría de las publicaciones sobre los efectos en los asentamientos se basa en estudios o escenarios 2xCO<sub>2</sub> en los que se describe el impacto de episodios meteorológicos actuales (análogos) pero que se han colocado en el contexto de los escenarios transitorios del IPCC. [7.1]

El cambio climático tiene el potencial para crear condiciones locales y regionales que comprenden déficit y excedentes de agua, algunas veces de carácter estacional en las mismas localizaciones geográficas. *Los impactos potencialmente graves más difundidos son inundaciones, desprendimientos y deslizamientos de tierra, y avalanchas desencadenadas por los proyectados aumentos en la intensidad de las precipitaciones y la subida del nivel del mar.* En un número creciente de publicaciones se afirma que podrían verse afectados una gran variedad de asentamientos en casi todas las zonas climáticas (comprobado pero de forma incompleta). Se cree, en particular, que los asentamientos ribereños y costeros están en riesgo, pero las inundaciones urbanas pueden ser un problema en donde las bocas de tormenta, el abastecimiento de agua y los sistemas de gestión de desechos no se hayan diseñado con capacidad suficiente o moderna (incluidos los sistemas de endurecimiento convencionales y el diseño de sistemas más avanzados) para evitar que se supere su capacidad. La siguiente amenaza más grave son los ciclones tropicales (huracanes o tifones), cuya intensidad máxima puede aumentar en un mundo más cálido. Los ciclones tropicales combinan los efectos de fuertes lluvias y vientos y mareas de tempestad en zonas costeras y pueden causar perturbaciones en el interior alejado de las costas, pero no son tan universales en cuanto a localización como las inundaciones y los deslizamientos. Decenas de millones de personas viven en asentamientos potencialmente expuestos a inundación. Por ejemplo, las estimaciones del número medio anual de personas que estarían expuestas a inundación por mareas de tempestad en las costas aumentan varias veces (de 75 millones a 200 millones de personas, según la respuesta de adaptación) para los escenarios de mediano alcance de una subida de 40 cm en el nivel del mar para el decenio de 2080 en relación con escenarios en que no hay subida del nivel del

**Tabla RI-3: Impactos del cambio climático en los asentamientos humanos, por tipo de impacto y tipo de asentamiento (mecanismo de impacto)<sup>a,b</sup>**

Tipo de impacto	Tipo de asentamiento, clasificación de su importancia y referencia												Grado de confianza <sup>c</sup>		
	Dependiente de recursos (Efectos sobre los recursos)		Costeros, ribereños y de tierras empinadas (Efectos sobre edificios e infraestructura)		Urbano I + M (Efectos sobre las poblaciones)		Urbano < I M (Efectos sobre las poblaciones)		Rural, Capacidad alta		Rural, Capacidad baja				
	Urbano, Capacidad alta	Rural, Capacidad baja	Urbano, Capacidad alta	Rural, Capacidad baja	Urbano, Capacidad alta	Rural, Capacidad baja	Urbano, Capacidad alta	Rural, Capacidad baja	Urbano, Capacidad alta	Rural, Capacidad baja	Urbano, Capacidad alta	Rural, Capacidad baja			
Inundaciones, deslizamientos de tierras	B-M	M-A	B-M	M-A	M-A	M-A	M-A	M	M-A	M	M-A	M	M-A	M-A	****
Ciclones tropicales	B-M	M-A	B-M	M-A	M-A	M	M-A	B-M	M	B	B-M	B	B-M	B-M	****
Calidad del agua	B-M	M	B-M	M-A	M-A	B-M	M-A	B-M	M-A	B-M	M-A	B-M	B-M	M-A	***
Subida del nivel del mar	B-M	M-A	B-M	M-A	M-A	M	M-A	B	B-M	B	B-M	B	B-M	B-M	**** (** para dependiente de recursos)
Olas de calor y de frío	B-M	M-A	B-M	M-A	B-M	B-M	B	B-M	M-A	B-M	M-A	B-M	B-M	M-A	**** (** para urbanos)
Escasez de agua	B	B-M	M	M-A	B-M	B-M	M-A	B	M	B-M	M	B-M	B-M	M	**** (** para urbanos)
Incendios	B-M	B-M	B-M	M-A	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	M	* (** para urbanos)
Granizo y vendavales	B-M	B-M	B-M	M-A	B-M	B-M	M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	**
Productividad de la agricultura, la silvicultura y las pesquerías	B-M	B-M	B-M	M-A	B	B	B	B	B-M	B	B-M	B-M	B-M	M	****
Contaminación del aire	B-M	B-M	B	B	-	-	-	B-M	M-A	B-M	M-A	B-M	B-M	M-A	****
Deshielo del permafrost	B	B	B-M	B-M	B	B	B	-	-	B-M	-	B-M	B-M	B-M	****
Islas térmicas	B	B	-	-	B	-	-	M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	***

<sup>a</sup> Los valores indicados en las celdas de la tabla fueron asignados por los autores sobre la base de pruebas directas encontradas en las publicaciones por inferencia de impactos indicados en otras celdas. El tipo de letra indica la fuente de la clasificación: las negritas indican estudios o pruebas directas; las cursivas indican inferencias directas de impactos similares; el tipo de letra normal indica una conclusión lógica para el tipo de asentamiento, pero que no puede corroborarse directamente en un estudio o inferirse de impactos similares.

<sup>b</sup> Clasificación de los impactos: Bajos (B) = los impactos son apenas perceptibles o fáciles de superar; Moderados (M) = los impactos son claramente perceptibles, aunque no producen perturbaciones, y pueden requerir gastos importantes o plantear dificultades para la adaptación; Altos (A) = los impactos producen perturbaciones evidentes y no se pueden superar o la adaptación es tan costosa que produce perturbaciones (impactos basados en general en estudios o escenarios 2xCO<sub>2</sub> en que se describen impactos de sucesos meteorológicos actuales, pero que se han colocado en el contexto de los escenarios transitorios del IPCC para mediados o finales del Siglo XXI. Se señala que "Urbano I + M" y "Urbanos < I M" se refieren a poblaciones de más y menos de 1 millón de habitantes, respectivamente.

<sup>c</sup> Véase la clave de la clasificación de los niveles de confianza en la sección I.4 del Resumen técnico.

mar. Los posibles daños a la infraestructura de las zonas costeras provenientes de la subida del nivel de mar se han estimado en decenas de miles de millones de dólares para países como Egipto, Polonia y Vietnam. En el centro de la Tabla RT-3 figuran los efectos como las olas de calor y de frío, que pueden perturbar la base de recursos (por ejemplo, la agricultura), la salud humana y la demanda de energía para calefacción y refrigeración. Se incluyen también impactos medioambientales como una menor calidad del aire y el agua. Se prevé también que los vendavales, la escasez de agua y los incendios sean moderadamente importantes en muchas regiones. En el extremo inferior hay efectos como el deshielo del permafrost y los efectos de las islas de calor, que, aunque son importantes en la localidad, pueden no aplicarse a una amplia variedad de asentamientos o tener menos importancia cuando se tiene en cuenta la adaptación. [7.2, 7.3]

Se prevé que el calentamiento mundial producirá aumentos en la demanda de energía para refrigeración de interiores y un menor uso de energía para calefacción. Los aumentos en las olas de calor aumentan la demanda de energía para refrigeración y las reducciones en las olas de frío reducen la demanda de energía térmica. El efecto neto proyectado sobre el consumo anual de energía es específico del escenario y de la localización. La adaptación de los asentamientos humanos, los sistemas energéticos y la industria al cambio climático plantear retos para el diseño y funcionamiento de los asentamientos (en algunos casos) durante los sucesos climáticos más severos, y oportunidades para aprovechar (en otros casos) el clima más benigno. Por ejemplo, se sabe que los sistemas de transmisión de las redes eléctricas se verán adversamente afectados por los sucesos extremos como los ciclones tropicales, los tornados y las tormentas de hielo. La existencia de capacidad local para limitar los peligros ambientales o sus consecuencias para la salud implica capacidad local para adaptarse al cambio climático, a menos que la adaptación implique inversiones particularmente costosas en infraestructura. La adaptación a climas más cálidos requerirá el ajuste local de los asentamientos a un medio ambiente cambiante, y no sólo a temperaturas más cálidas. Hay unanimidad entre los expertos en sectores urbanos en que el éxito de la adaptación ambiental no se logrará sin una dirección de base local, técnica e institucionalmente competente y con apoyo político, que tenga un buen acceso a recursos a nivel nacional. [7.2, 7.3, 7.4, 7.5]

Las posibles opciones de adaptación comprenden la planificación de asentamientos y su infraestructura, la ubicación de instalaciones industriales y otras decisiones similares a largo plazo para reducir los efectos adversos de sucesos que pueden ser de probabilidad baja (pero creciente) y consecuencias altas (y quizá en aumento). Hay muchas técnicas convencionales y avanzadas específicas que pueden contribuir a mejorar la gestión y planificación del medio ambiente, incluidos los instrumentos basados en el mercado para controlar la contaminación, la gestión de la demanda y la reducción de los desechos, la zonificación de usos mixtos y la planificación del transporte (con previsiones adecuadas para peatones y ciclistas), la evaluación de los impactos medioambientales, los estudios de la capacidad, los planes medioambientales estratégicos, los procedimientos de auditoría medioambiental y los informes sobre el estado del medio ambiente. Muchas ciudades han utilizado una combinación de estas estrategias para elaborar “Programas 21 locales”. Muchos de estos programas tratan de una serie de problemas urbanos que podrían tener una interacción estrecha con el cambio climático en el futuro. [7.2, 7.5]

#### 4.6. Seguros y otros servicios financieros

El sector de los servicios financieros —definido en términos generales como las instituciones privadas y públicas que ofrecen servicios de seguros y de socorro en casos de desastre, servicios bancarios y de gestión de activos— es un indicador singular de los posibles impactos socioeconómicos del cambio climático porque es sensible a ese cambio e integra los efectos sobre otros sectores. Este sector es un agente fundamental para la adaptación (por ejemplo, al prestar apoyo a los códigos de construcción y, en medida limitada, a la planificación del uso de la tierra); los servicios financieros representan mecanismos para distribuir los riesgos, y de esta forma repartir los costos de los sucesos relacionados con el tiempo atmosférico, entre otros sectores y en toda la sociedad. Ahora bien, los seguros, ya sean de entidades públicas o privadas, pueden también alentar la complacencia y la mala adaptación al fomentar el desarrollo de zonas en riesgo, como las llanuras inundables o las zonas costeras de los Estados Unidos. Los efectos del cambio climático sobre el sector de los servicios financieros probablemente se manifestarán principalmente mediante cambios en la distribución espacial, las frecuencias y las intensidades de los sucesos climáticos extremos (Tabla RT-4). [8.1, 8.2, 15.2.7]

*Los costos de los sucesos climáticos extremos han mostrado una rápida tendencia ascendente en los últimos decenios.* Los costos económicos anuales en el mundo de los grandes sucesos aumentaron de 3.900 millones de dólares EE.UU. por año<sup>-1</sup> en el decenio de 1950 a 40.000 millones de dólares EE.UU. por año<sup>-1</sup> en el decenio de 1990 (todas las cifras en dólares EE.UU., sin corrección para tener en cuenta la paridad del poder adquisitivo). Aproximadamente una cuarta parte de las pérdidas se produjeron en países en desarrollo. La parte asegurada de esas pérdidas aumentó de un nivel insignificante a 9.200 millones de dólares EE.UU. anuales durante el mismo período. La inclusión de los sucesos de todas las magnitudes duplica esas pérdidas totales (véase la Figura RT-5). Los costos de los sucesos meteorológicos han aumentado rápidamente, pese a las importantes y crecientes actividades que se realizan para fortalecer la infraestructura y mejorar la preparación para casos de desastre. Estas actividades amortiguan en un grado que se desconoce el aumento observado en el costo de las pérdidas, aunque en las publicaciones que intentan separar las fuerzas desencadenantes naturales de las humanas no se cuantifica este efecto. Como medida de la creciente vulnerabilidad de la industria de los seguros, basta decir que la relación entre las primas mundiales de los seguros de vida y de propiedad y las pérdidas relacionadas con el clima —un importante indicador de la capacidad de adaptación— disminuyó a la tercera parte entre 1985 y 1999. [8.3]

*Una parte de la tendencia ascendente observada en el historial de pérdidas por desastres tiene que ver con factores socioeconómicos, como el crecimiento de la población, el aumento de la riqueza, y la urbanización de zonas vulnerables, y otra parte tiene que ver con factores climáticos, como los cambios observados en los sucesos de precipitaciones, inundaciones y sequías.* La imputación precisa es compleja, y hay diferencias entre el equilibrio de estas dos causas por región y por tipo de suceso. Muchas de las tendencias observadas en las pérdidas relacionadas con el clima están en consonancia con lo que cabría esperar en condiciones de cambio climático. En particular, la tasa de aumento de las pérdidas inducidas por las actividades humanas y

**Tabla RT-4:** Fenómenos relacionados con extremos climáticos y sus efectos sobre la industria de los seguros: cambios observados y cambios proyectados durante el Siglo XXI (basado en la Tabla 3-10; véase también la Tabla 8-1).

Cambios en los fenómenos climáticos extremos	Cambios observados	Cambios proyectados	Tipo de suceso relevante para el sector de los seguros	Escala temporal pertinente	Actividades/sectores sensibles	Ramas sensibles del sector de los seguros
<i>Extremos de temperatura</i>						
Temperaturas máximas más altas, más días cálidos y olas de calor <sup>b</sup> en casi todas las zonas continentales	Probable <sup>a</sup> (tendencias mixtas para olas de calor en varias regiones)	Muy probable <sup>a</sup>	Ola de calor	Máxima diaria-semanal	Fiabilidad del sector eléctrico, asentamientos humanos	Salud, vida, bienes inmuebles, interrupción de las actividades comerciales
			Olas de calor, sequías	Máxima mensual-estacional	Bosques (salud de los árboles), recursos naturales, agricultura, recursos hídricos, demanda y fiabilidad de la electricidad, industria, salud, turismo	Salud, cultivos, interrupción de las actividades comerciales
Temperaturas mínimas más altas (en aumento), menos días fríos, días de heladas y olas de frío <sup>b</sup> en casi todas las zonas continentales	Muy probable <sup>a</sup> (el GT I no trató las olas de frío)	Muy probable <sup>a</sup>	Heladas, gelilevantamiento de los terrenos	Mínima diaria-mensual	Agricultura, demanda de energía, salud, transporte, asentamientos humanos	Salud, cultivos, bienes inmuebles, interrupción de las actividades comerciales, vehículos
<i>Extremos de lluvias/precipitaciones</i>						
Sucesos de precipitaciones más intensas	Probable <sup>a</sup> en muchas zonas continentales del hemisferio septentrional a latitudes medias a altas	Muy probable <sup>a</sup> en muchas zonas	Inundaciones repentinas	Máxima por hora y diaria	Asentamientos humanos	Bienes inmuebles, crecidas, vehículos, interrupción de las actividades comerciales, vida, salud
			Crecidas, inundaciones, deslizamientos de tierras	Máxima semanal-mensual	Agricultura, bosques, transporte, calidad del agua, asentamientos humanos, turismo	Bienes inmuebles, crecidas, cultivos, marítimos, interrupción de las actividades comerciales
Mayor desecación durante el verano y riesgos de sequía asociados	Probable <sup>a</sup> en unas pocas zonas	Probable <sup>a</sup> en la mayoría de las zonas continentales interiores de latitud media (falta de coherencia en las proyecciones para otras zonas)	Sequía de verano, subsidencia de los terrenos, incendios devastadores	Mínima mensual-estacional	Bosques (salud de los árboles), recursos naturales, agricultura, recursos hídricos, suministro de energía (hidroeléctrica), asentamientos humanos	Cultivos, bienes inmuebles, salud

Tabla RT-4: (continuación)

Cambios en los fenómenos climáticos extremos	Cambios observados	Cambios proyectados	Tipo de suceso relevante para el sector de los seguros	Escala temporal pertinente	Actividades/sectores sensibles	Ramas sensibles del sector de los seguros
	Probabilidad					
<i>Extremos de lluvias/ precipitaciones (cont.)</i> Mayor intensidad de las tempestades en zonas de latitud media	Probabilidad media <sup>a</sup> de aumento en el hemisferio septentrional y disminución en el hemisferio meridional	Hay poco acuerdo entre los modelos actuales	Tormentas de nieve, tormentas de hielo, avalanchas	Por hora-semana	Bosques, agricultura, fiabilidad y distribución energética, asentamientos humanos, mortalidad, turismo	Propiedad, cultivos, vehículos, aviación, vida, interrupción de las actividades comerciales
			Granizo	Por hora	Agricultura, propiedad	Cultivos, vehículos, propiedad, aviación
Intensificación de inundaciones y sequías asociadas con episodios de El Niño en muchas regiones diferentes (véase también sequías y sucesos de precipitaciones extremas)	Información no concluyente	Probable <sup>a</sup>	Sequías e inundaciones	Diversas	Bosques (salud de los árboles), recursos naturales, agricultura, recursos hídricos, abastecimiento de energía (hidroeléctrica), asentamientos humanos	Propiedad, crecidas, vehículos, cultivos, marítimos, interrupción de las actividades comerciales, vida, salud
<i>Vientos extremos</i> Mayor intensidad de las tormentas en zonas de latitud media <sup>b</sup>	No hay pruebas contundentes de cambio	Poco acuerdo entre los modelos actuales	Vendavales en latitudes medias	Por horarias	Bosques, fiabilidad y distribución de electricidad, asentamientos humanos	Propiedad, vehículos, aviación, marítimos, interrupción de las actividades comerciales, vida
			Tornados	Por hora	Bosques, fiabilidad y distribución de electricidad, asentamientos humanos	Propiedad, vehículos, aviación, marítimos, interrupción de las actividades comerciales
Aumento de la intensidad máxima del viento en ciclones tropicales, y de las intensidades medias y máxima de las precipitaciones <sup>c</sup>	No se observaron vientos extremos en los pocos análisis disponibles; datos insuficientes para las precipitaciones	Probable <sup>a</sup> en algunas zonas	Tempestades tropicales, incluidos ciclones, huracanes y tifones	Por hora-semana	Bosques, fiabilidad y distribución de electricidad, asentamientos humanos, agricultura	Propiedad, vehículos, aviación, marítimos, interrupción de las actividades comerciales, vida

Tabla RT-4: (continuación)

Cambios en los fenómenos climáticos extremos	Cambios observados	Cambios proyectados	Tipo de suceso relevante para el sector de los seguros	Escala temporal pertinente	Actividades/sectores sensibles	Ramas sensibles del sector de los seguros
	Probabilidad					
<i>Otros extremos</i>						
Con referencia a las entradas anteriores respecto de temperaturas más altas, y mayores tempestades tropicales y en latitudes medias	Con referencia a las entradas pertinentes anteriores	Con referencia a las entradas pertinentes anteriores	Tormentas eléctricas	Instantánea	Fiabilidad y distribución de electricidad, asentamientos humanos, incendios devastadores	Vida, propiedad, vehículos, aviación, marítimos, interrupción de las actividades comerciales
Con referencia a las entradas anteriores respecto de mayores ciclones tropicales, monzones de verano en Asia e intensidad de las tempestades en latitudes medias	Con referencia a las entradas pertinentes anteriores	Con referencia a las entradas pertinentes anteriores	Ondas de mareas (relacionadas con temporales continentales), inundación de las costas	Diaria	Infraestructura de zonas costeras, agricultura e industria, turismo	Vida, marinos, propiedad, cultivos
Mayor variabilidad de las precipitaciones durante los monzones de verano de Asia	Tema no tratado por el GT I	Probable <sup>a</sup>	Inundaciones y sequías	Estacional	Agricultura, asentamientos humanos	Cultivos, propiedad, salud, vida

a El término “probable” se refiere a un juicio de la estimación de la confianza utilizado en el TIE GT I: muy probable (de 90% a 99% de probabilidad); probable (de 66% a 90% de probabilidad). A menos que se indique otra cosa, la información sobre fenómenos climáticos está tomada del Resumen para responsables de políticas y del Resumen técnico del Grupo de trabajo I. Estas probabilidades se refieren a cambios observados y proyectados en episodios climáticos extremos y a la probabilidad indicados en las primeras tres columnas de la tabla.

b Información tomada del Resumen técnico del Grupo de trabajo I, sección F.5.

c Es posible que haya cambios en la distribución regional de los ciclones tropicales, pero no se ha determinado aún cuales.

no relacionadas con el tiempo atmosférico ha sido muy inferior a la de los sucesos relacionados con el tiempo atmosférico. [8.2.2]

*El historial reciente ha mostrado que las pérdidas relacionadas con el clima pueden crear tensión en las compañías de seguros hasta el punto de la eliminación de la rentabilidad, el aumento de los precios al consumidor, la suspensión de la cobertura y la mayor demanda de compensación y socorro con cargo a fondos públicos. La creciente incertidumbre aumentará la vulnerabilidad del sector de los seguros y del gobierno y complicará la adaptación y las actividades de socorro en casos de desastre provocados por el cambio climático. [8.3, 15.2.7]*

*Se prevé que el sector de los servicios financieros en su conjunto podrá hacer frente a los impactos del futuro cambio climático, aunque los datos históricos muestran que los eventos de probabilidad baja e impacto alto, o los eventos múltiples poco espaciados, afectan gravemente al sector, especialmente si la capacidad de adaptación se agota simultáneamente a raíz de factores no climáticos (por ejemplo, las condiciones de mercado adversas pueden agotar las reservas para pérdidas de los aseguradores, erosionando el valor de los títulos y otros activos del asegurador). Es alta la confianza en que el cambio climático y los cambios pronosticados en los sucesos relacionados con el clima que se*

perciben vinculados al cambio climático aumentarán la incertidumbre actuarial en la evaluación del riesgo y, de esta forma, afectarán al funcionamiento de los mercados de seguros. Esos acontecimientos podrían ejercer una presión al alza en las primas o hacer que ciertos riesgos se reclasificaran como no asegurables, con la subsiguiente retirada de la cobertura. Esto, a su vez, aumentaría la presión sobre los sistemas de seguros y ayuda del gobierno, que ya muestran signos de estrés en muchas regiones y están procurando limitar su exposición al riesgo (por ejemplo, elevando las sumas deducibles o imponiendo límites a las reclamaciones máximas pagables).

Las tendencias al aumento del tamaño de las empresas, la diversificación y la integración de los seguros con otros servicios financieros, y la mejora de los instrumentos para transferir el riesgo pueden contribuir a la robustez del sistema. Con todo, los sectores de seguros y reaseguros de vida y de propiedad tienen una mayor sensibilidad, y algunas empresas ya han sufrido quiebras relacionadas con catástrofes desencadenadas por episodios meteorológicos. En ciertas condiciones y en algunas regiones, la industria bancaria como proveedora de préstamos también puede ser vulnerable al cambio climático. En muchos casos, sin embargo, el sector bancario vuelve a transferir el riesgo a los aseguradores, que a menudo compran sus productos acreedores. [8.3, 8.4, 15.2.7]

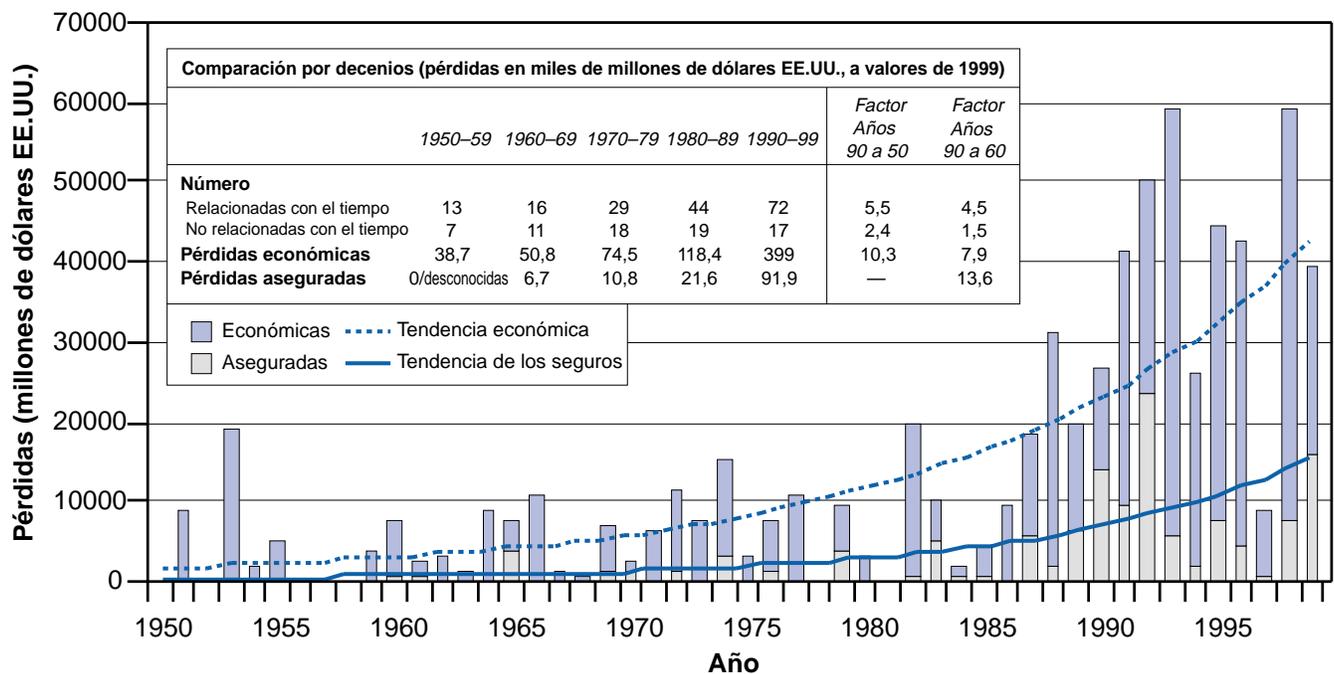


Figura RT-5: Los costos de los sucesos meteorológicos catastróficos han mostrado una rápida tendencia ascendente en los últimos decenios. Las pérdidas económicas anuales de los grandes sucesos aumentaron 10,3 veces pasando de 4.000 millones de dólares EE.UU. por año<sup>1</sup> en el decenio de 1950 a 40.000 millones de dólares EE.UU. por año<sup>1</sup> en el decenio de 1990 (todas las cifras en dólares EE.UU. de 1999). La parte asegurada de esas pérdidas aumentó de un nivel insignificante a 9.200 millones de dólares EE.UU. anuales durante el mismo período, y la relación entre las primas y las pérdidas de las catástrofes bajó en dos tercios. En particular, los costos se duplican cuando se incluyen las pérdidas provocadas por sucesos ordinarios no catastróficos relacionados con el tiempo. En general, las cifras incluyen a los autoaseguradores “cautivos” pero no a los tipos menos formales de autoaseguración.

La adaptación<sup>2</sup> al cambio climático plantea retos complejos, así como oportunidades al sector de los servicios financieros. La participación reglamentaria en la fijación de precios, el tratamiento impositivo de las reservas, y la capacidad o incapacidad de las empresas para retirarse de los mercados de riesgo son ejemplos de factores que influyen en la resistencia del sector. La gestión de los riesgos relacionados con el clima varía entre los países y las regiones. Por lo general, es una mezcla de arreglos comerciales o públicos y autoaseguración. Cabe esperar que, frente al cambio climático, la función relativa de cada uno se modifique. Algunas posibles opciones de respuesta ofrecen beneficios paralelos que apoyan los objetivos de desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático (por ejemplo, las medidas eficientes desde el punto de vista energético, que también dan a los edificios más resistencia a los desastres naturales, además de ayudar al sector a adaptarse a los cambios climáticos). [8.3.4, 8.4.2]

Se espera que los efectos del cambio climático sean mayores en los países en desarrollo (especialmente los que dependen de la producción primaria como principal fuente de ingresos) en términos de pérdidas de vidas, efectos en la inversión y efectos en la economía. En un caso, los daños causados por desastres naturales han sido equivalentes a la mitad del producto interno bruto (PIB). Los desastres meteorológicos atrasan el desarrollo, particularmente cuando los fondos se resignan de los proyectos de desarrollo a las actividades de recuperación después de los desastres. [8.5]

Se podrían plantear cuestiones de equidad y limitaciones al desarrollo si los riesgos relacionados con el tiempo pasaran a ser no asegurables, si aumentaran los precios de los seguros y si la disponibilidad de seguros o financiación pasara a ser limitada. Es decir, que una mayor incertidumbre podría limitar el desarrollo. Por otro lado, una mayor penetración o un acceso a seguros y a recursos para preparación y recuperación en casos de desastre aumentaría la capacidad de los países en desarrollo para adaptarse al cambio climático. Una mayor difusión de planes de microfinanciación y servicios bancarios para el desarrollo también sería un mecanismo efectivo para ayudar a adaptarse a las comunidades y los países en desarrollo. [8.3]

Esta evaluación de los servicios financieros ha permitido identificar algunas esferas en que han mejorado los conocimientos, y ha corroborado y enriquecido las conclusiones a que se llegó en el SIE. También ha destacado muchas esferas en que se necesita una mayor comprensión, en particular, mejores análisis de las pérdidas económicas para determinar su causa, evaluación de los recursos financieros necesarios para hacer frente a los daños del cambio climático y a la adaptación, evaluación de métodos alternativos para generar esos recursos, investigaciones más a fondo de la vulnerabilidad y fortaleza del sector en diversos escenarios de sucesos climáticos extremos, y mayores investigaciones sobre la forma en que el sector (tanto sus elementos públicos como privados) podría innovar para hacer frente al posible aumento en la demanda de financiación para la

2 En los sectores de los servicios financieros y de los seguros, el término “mitigación” se usa en el mismo sentido en que se usa el término “adaptación” en las comunidades de investigación y políticas climáticas.

adaptación en países desarrollados y en desarrollo, a fin de repartir y reducir los riesgos del cambio climático. [8.7]

#### 4.7. Salud humana

El cambio climático mundial tendrá diversos impactos sobre la salud humana; algunos serán positivos, la mayoría negativos. Los cambios en las frecuencias de calor y frío extremos, las frecuencias de las inundaciones y las sequías, y el perfil de los aeroalérgenos y la contaminación en el aire local afectarían directamente a la salud de la población. Otros impactos para la salud provendrían de los efectos del cambio climático en los sistemas ecológico y social. Estos efectos incluirían cambios en los brotes de enfermedades infecciosas, la producción local de alimentos y la desnutrición, y diversas consecuencias para la salud provenientes de los desplazamientos de la población y la desorganización económica.

*Se han publicado pocas pruebas de que se hayan producido efectivamente cambios en el estado de salud de la población a consecuencia de las tendencias observadas en el clima durante los últimos decenios. Una permanente dificultad para identificar esos impactos es que la causa de la mayoría de los problemas de salud de los seres humanos está en varios factores, y en que el entorno socioeconómico, demográfico y ambiental “de fondo” cambia significativamente a lo largo del tiempo.*

*Los estudios sobre los impactos para la salud asociados a la variabilidad interanual del clima (en particular los relacionados con el ciclo de El Niño) han proporcionado nuevas pruebas de la sensibilidad de la salud humana al clima, sobre todo para las enfermedades de las que son portadores los mosquitos. La combinación de los conocimientos existentes basados en la investigación, la comprensión teórica resultante, y los resultados de los modelos de pronóstico permite sacar varias conclusiones sobre los impactos futuros del cambio climático en la salud de la población humana.*

*Si las olas de calor aumentan en frecuencia e intensidad, el riesgo de muerte y enfermedades graves aumentaría, principalmente para los grupos de personas de edad y los pobres del sector urbano (confianza alta). Los efectos de un aumento en las olas de calor suelen verse exacerbados por una mayor humedad y contaminación del aire urbano. Los mayores aumentos en el estrés térmico se pronostican para las ciudades de latitudes medias a altas (templadas), especialmente en poblaciones con arquitectura no adaptada y acondicionamiento del aire limitado. Los modelos de los impactos de las olas de calor en las poblaciones urbanas, que prevén la aclimatación, parecen indicar que varias ciudades de Estados Unidos sufrirían, en promedio, varios cientos de fallecimientos adicionales cada verano. Aunque el impacto del cambio climático sobre la mortalidad relacionada con el estrés térmico en ciudades de países en desarrollo puede ser importante, se han realizado pocas investigaciones en esas poblaciones. Los inviernos más cálidos y menos períodos de frío reducirán la mortalidad relacionada con el frío en muchos países de zonas templadas (confianza alta). Hay pocas pruebas de que, al menos en algunos países de zonas templadas, el menor número de muertes durante el invierno sería superior al mayor número de muertes en el verano (confianza media). [9.4]*

*Todo aumento en la frecuencia e intensidad de sucesos extremos como tormentas, inundaciones, sequías y ciclones tendría efectos adversos*

*sobre la salud humana a través de vías diferentes. Estos peligros naturales pueden ser causa directa de pérdidas de vida y lesiones y pueden afectar a la salud indirectamente a través de la pérdida de abrigo, el desplazamiento de la población, la contaminación de las fuentes de agua, pérdidas en la producción de alimentos (con la hambruna y la desnutrición consiguientes), mayores riesgos de epidemias de enfermedades infecciosas (incluidas las diarreicas y las del aparato respiratorio) y daños a la infraestructura de prestación de servicios de salud (confianza muy alta). Si los ciclones aumentaran en el plano regional, se producirían con frecuencia impactos devastadores, particularmente en asentamientos humanos densamente poblados sin recursos adecuados. Durante los últimos años, grandes desastres relacionados con el clima han tenido importantes efectos adversos para la salud humana, incluidas las inundaciones en China, Bangladesh, Europa, Venezuela y Mozambique; así como también el Huracán Mitch, que tuvo efectos devastadores en América Central. [9.5]*

*El cambio climático empeorará la calidad del aire en zonas urbanas con problemas de contaminación del aire (confianza media). Un aumento de la temperatura (y en algunos modelos, de la radiación ultravioleta) aumenta la formación de ozono a nivel del suelo, un contaminante con efectos adversos bien determinados sobre el aparato respiratorio. Los efectos del cambio climático sobre otros contaminantes del aire no están tan bien determinados. [9.6]*

*Las temperaturas más altas, los cambios en las precipitaciones y los cambios en la variabilidad del clima modificarían el ámbito geográfico y las estaciones de la transmisión de enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, extendiendo el ámbito y la estación de algunas y reduciéndolo para otras. Las enfermedades infecciosas son transmitidas por organismos vectores que se alimentan con sangre, como mosquitos y garrapatas. La supervivencia de esos organismos depende de la compleja interacción del clima y otros factores ecológicos. Actualmente, el 40% de la población mundial vive en zonas de paludismo. En zonas con infraestructura de salud pública limitada o deteriorada, las temperaturas más altas podrían ampliar el ámbito geográfico de la transmisión del paludismo a mayores altitudes (confianza alta a media) y a latitudes más altas (confianza media a baja). Las temperaturas más altas, en combinación con pautas favorables de lluvias y aguas superficiales, ampliarán la estación de transmisión en algunos lugares (confianza alta). Los cambios en el clima, incluso en su variabilidad, tendrían efectos sobre muchas otras infecciones transmitidas por vectores (como el dengue, la leishmaniasis, diversos tipos de encefalitis transmitidos por mosquitos, la enfermedad de Lyme y la encefalitis transmitida por la garrapata) en los márgenes de sus distribuciones actuales (confianza media a alta). Respecto de algunas enfermedades transmitidas por vectores en algunos lugares, el cambio climático disminuirá la transmisión a raíz de la reducción de las lluvias o a causa de temperaturas que son demasiado altas para la transmisión (confianza media). Diversos modelos matemáticos indican, con un alto grado de coherencia, que los escenarios de cambio climático durante el próximo siglo causarían un pequeño aumento neto en la proporción de la población del mundo que vive en regiones de transmisión potencial del paludismo y el dengue (confianza media a alta). Un cambio en las condiciones climáticas aumentaría la incidencia de diversos tipos de enfermedades infecciosas transmitidas a través del agua o los alimentos. [9.7]*

**Tabla RT-5:** Opciones de adaptación para reducir los impactos del cambio climático sobre la salud.

Impacto para la salud	Legislativas	Técnicas	Educativas de asesoramiento	Culturales y de comportamiento
Estrés térmico	– Directrices sobre construcción	– Vivienda, edificios públicos, planificación urbana para reducir los efectos de las islas térmicas, acondicionamiento del aire	– Sistemas de alerta temprana	– Vestimenta, siesta
Episodios climáticos extremos	– Leyes sobre planificación – Directrices sobre construcción – Migración forzada – Incentivos económicos a la construcción	– Planificación urbana – Refugios contra tempestades	– Sistemas de alerta temprana	– Utilización de los refugios contra tempestades
Calidad del aire	– Control de emisiones – Restricciones al tráfico	– Mejor sistema de transporte público, convertidores catalíticos, chimeneas de humo	– Alertas de contaminación	– Transporte compartido en vehículos privados
Enfermedades transportadas por vectores		– Control de vectores – Vacunación, impregnación de redes contra insectos – Programas sostenibles de vigilancia, prevención y control	– Educación sanitaria	– Prácticas de almacenamiento de agua
Enfermedades transportadas por el agua	– Leyes de protección de acuíferos – Reglamentación de la calidad del agua	– Examen genético/molecular de patógenos – Mejor tratamiento del agua (por ejemplo, utilización de filtros) – Saneamiento mejorado (por ejemplo, uso de letrinas)	– Alertas de agua hervida	– Lavado de manos y otros comportamientos higiénicos – Utilización de letrinas de pozo

El cambio climático podría causar cambios en el medio ambiente marino que podrían alterar los riesgos de envenenamiento por biotoxinas a través del consumo humano de pescado y mariscos. Las biotoxinas asociadas con aguas más cálidas, como la ciguatera en aguas tropicales, extendería su ámbito a latitudes más altas (confianza baja). Mayores TSM también aumentarían el florecimiento de algas tóxicas (confianza media), que tienen complejas relaciones con el envenenamiento humano y son ecológica y económicamente dañinas. Los cambios en la cantidad y calidad de las aguas superficiales tendrían efectos sobre la incidencia de enfermedades diarreicas (confianza media). [9.8]

La modificación del suministro de alimentos resultante del cambio climático podría tener efectos sobre la nutrición y la salud de los pobres de algunas regiones del mundo. Los estudios de los impactos del cambio climático en la producción de alimentos indican que, en el plano mundial, estos podrían ser positivos o negativos, pero el riesgo de una reducción en la producción alimentaria es mayor en los países en desarrollo, donde se estima que actualmente hay 790 millones de personas desnutridas. Las poblaciones de zonas aisladas con acceso deficiente a los mercados serán particularmente vulnerables a las reducciones o perturbaciones locales del abastecimiento de alimentos. La desnutrición es una de las causas fundamentales del raquitismo físico e intelectual de

los niños, la baja productividad de los adultos y la susceptibilidad a las enfermedades infecciosas. El cambio climático incrementaría el número de personas desnutridas en el mundo en desarrollo (confianza media), particularmente en los trópicos. [9.9, 5.3]

En algunos entornos, los impactos del cambio climático puede causar disturbios sociales, decadencia económica y desplazamientos de población que podrían afectar a la salud humana. Los impactos sobre la salud relacionados con los desplazamientos de población resultantes de desastres naturales o de la degradación del medio ambiente son sustanciales (confianza alta). [9.10]

Para cada impacto adverso sobre la salud previsto hay diversas opciones de adaptación social, institucional, tecnológica y del comportamiento para mitigar ese impacto (véase la Tabla RT-5). En general, los impactos del cambio climático adversos para salud serán mayores en las poblaciones vulnerables de ingresos más bajos, sobre todo en países tropicales o subtropicales. Hay una necesidad básica y general de infraestructura de salud pública (programas, servicios, sistemas de seguimiento), que debe ser fortalecida y mantenida. La capacidad de las comunidades afectadas para adaptarse a los riesgos para la salud depende también de las circunstancias sociales, ambientales, políticas y económicas. [9.11]

## 5. Análisis regionales

La vulnerabilidad de las poblaciones humanas y los sistemas naturales al cambio climático es muy diferente entre las regiones y entre poblaciones de una misma región. Las diferencias regionales en el clima de referencia y en el cambio climático previsto pueden dar lugar a diferentes exposiciones a los estímulos climáticos entre las regiones. Los sistemas naturales y sociales de las diferentes regiones tienen características, recursos e instituciones variados y están sujetos a diversas presiones que dan lugar a diferencias en la sensibilidad y la capacidad de adaptación. De estas diferencias surgen problemas fundamentales diferentes para cada una de las principales regiones del mundo. Aun dentro de una misma región, sin embargo, los impactos, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad varían. Las evaluaciones de las vulnerabilidades regionales son necesariamente cualitativas, ya que en los estudios disponibles no se ha empleado un conjunto común de escenarios climáticos y métodos y en razón de las incertidumbres en

cuanto a las sensibilidades y la adaptabilidad de los sistemas naturales y sociales.

### 5.1. África

África es sumamente vulnerable al cambio climático. Los impactos de particular interés para África tienen que ver con los recursos de agua, la producción de alimentos, la salud humana, la desertificación y las zonas costeras, especialmente en relación con los sucesos extremos. La sinergia entre el uso de la tierra y el cambio climático exacerbará la desertificación. En la Figura RT-6 se destacan algunos de los impactos principales en África.

#### 5.1.1. Recursos hídricos

Los recursos hídricos son una esfera de especial vulnerabilidad en África, que afecta al abastecimiento de agua para uso en los hogares,

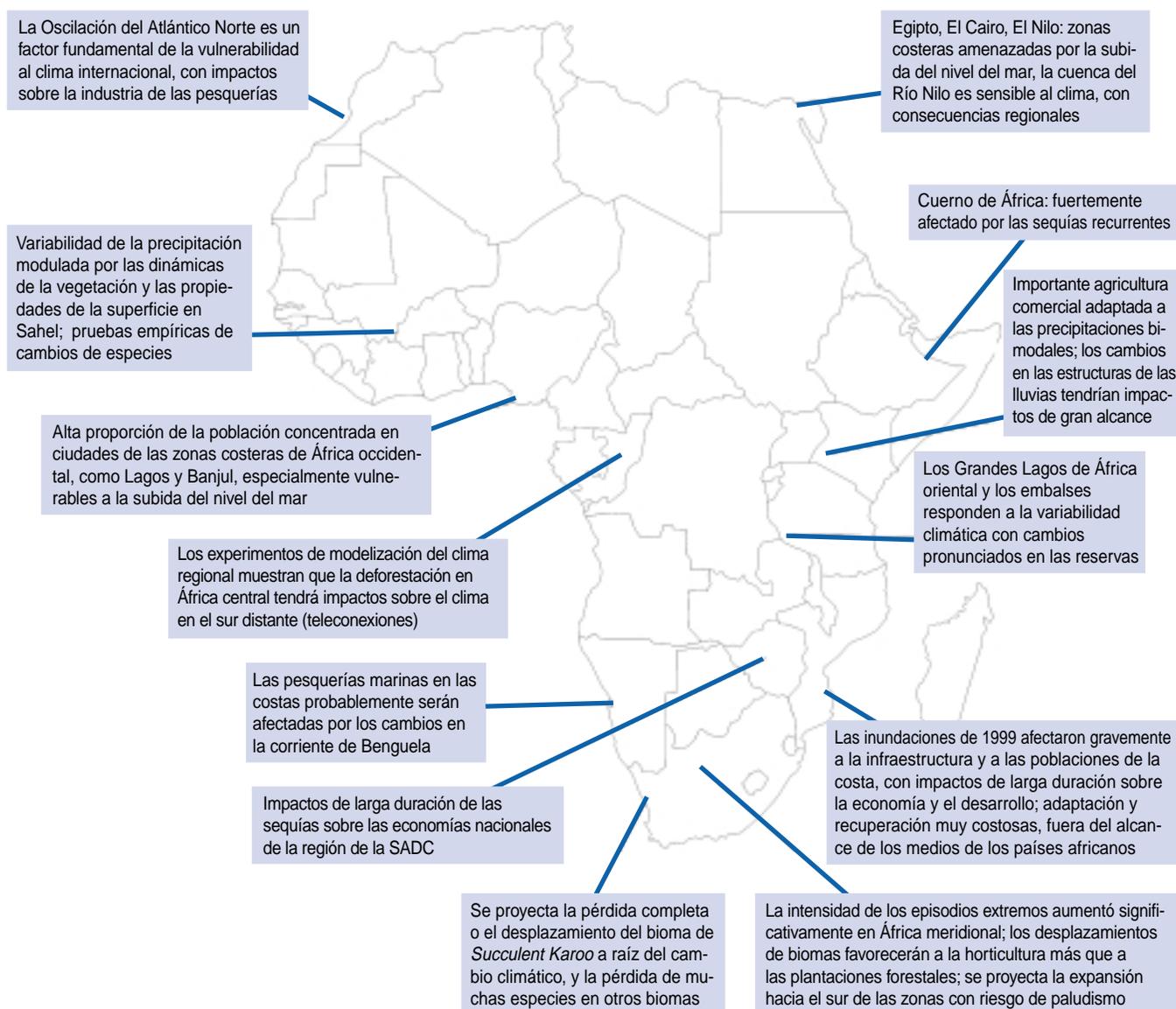


Figura RT-6: Impactos principales seleccionados en África.

la agricultura y la industria. En las cuencas ribereñas compartidas, los protocolos de cooperación regional reducen al mínimo los impactos adversos y el potencial de conflictos. Las tendencias en la disponibilidad regional per cápita de agua en África en el último medio siglo muestran que la disponibilidad de agua ha disminuido en un 75%. Aunque en los dos últimos decenios se han producido reducciones en los caudales de los ríos, especialmente en el África occidental subsahariana, la tendencia refleja sobre todo el impacto del crecimiento de la población que, en la mayoría de los países, se cuadruplicó en el mismo período. El crecimiento de la población y el empeoramiento de la calidad del agua son amenazas importantes a la seguridad del abastecimiento de agua en muchas partes de África, y la combinación de aumentos continuados de la población e impactos del calentamiento mundial probablemente acentuará la escasez de agua en las regiones subhúmedas de África.

África es el continente con el factor de conversión de precipitación a escorrentía más bajo, con un promedio del 15%. Aunque la región ecuatorial y las zonas costeras del África oriental y meridional son húmedas, el resto del continente es de seco subhúmedo a árido. El impacto dominante del calentamiento mundial será una reducción de la humedad del suelo en zonas subhúmedas y una reducción de la escorrentía. Las tendencias actuales de las principales cuencas ribereñas indican una escorrentía decreciente de un 17% en el último decenio.

La mayoría de los países de África ha hecho inversiones importantes en instalaciones de energía hidroeléctrica para sostener el desarrollo económico. Los embalses de almacenamiento muestran una marcada sensibilidad a las variaciones en la escorrentía y los períodos de sequía. Los lagos de almacenamiento y los embalses principales han alcanzado niveles críticos, que amenazan a la actividad industrial. Los resultados obtenidos con modelos y algunos embalses y lagos indican que el calentamiento mundial aumentará la frecuencia de esos niveles bajos en los depósitos como resultado de condiciones de crecidas o sequía que tienen que ver con la Oscilación del Sur (ENOA). [10.2.1]

### 5.1.2. Seguridad alimentaria

Hay un amplio consenso en que el cambio climático empeorará la seguridad alimentaria, sobre todo a través de mayores extremos y desplazamientos temporales y espaciales. En muchas zonas del continente ya hay un importante déficit de producción de alimentos, y la posible disminución de la humedad del suelo constituirá una carga adicional. Los países con inseguridad alimentaria están expuestos a un mayor riesgo de impactos adversos del cambio climático. Las pesquerías interiores y marinas proporcionan una parte considerable de las proteínas que se ingieren en muchos países de África. Como resultado del estrés hídrico y la degradación de la tierra, las pesquerías interiores serán más vulnerables a episodios de sequías y destrucción de hábitat. El calentamiento de los océanos probablemente tendrá impactos en las pesquerías marinas costeras. [10.2.2]

### 5.1.3. La gestión de los recursos naturales y la diversidad biológica

Las pérdidas irreversibles de biodiversidad podrían acelerarse con el cambio climático. Se prevé que el cambio climático producirá desplazamientos drásticos de biomas ricos en biodiversidad, como el *Succulent Karoo*, en Sudáfrica y muchas pérdidas de especies en otros

biomas. Los cambios en la frecuencia, intensidad y extensión de los incendios de vegetación y la modificación de hábitat a consecuencia de cambios en el uso de la tierra pueden impedir los procesos de adaptación naturales y dar lugar a extinciones. Los cambios en los ecosistemas afectarán al abastecimiento de agua y leña, y a otros servicios. [10.2.3.2]

### 5.1.4. Salud humana

Los cambios en la temperatura y la precipitación tendrán muchos impactos negativos sobre la salud humana. Los aumentos de la temperatura extenderán los hábitat de los vectores de enfermedades. En lugares en que la infraestructura sanitaria es inadecuada, las sequías y las inundaciones resultarán en mayores frecuencias de enfermedades transmitidas por el agua. Las mayores lluvias podrían dar lugar a brotes más frecuentes de la fiebre del Valle del Rift. El saneamiento deficiente en zonas urbanas y las mayores temperaturas de las aguas costeras agravarían las epidemias de cólera. [10.2.4.1.1, 10.2.4.4]

### 5.1.5. Asentamientos e infraestructura

Aunque la infraestructura básica para el desarrollo —transporte, vivienda y servicios— es inadecuada en muchos casos, representa no obstante una inversión sustancial de los gobiernos. Un aumento en la frecuencia de las crecidas, olas de calor, tempestades de polvo, huracanes y otros sucesos extremos dañinos podría degradar la integridad de esas estructuras críticas a un ritmo que las economías quizá no puedan tolerar, con el consiguiente empeoramiento grave de los sistemas de prestación de servicios sociales, económicos y de salud. Esta condición perjudicaría mucho al bienestar humano general. [10.2.5.3]

La subida del nivel del mar, la erosión de las costas, la intrusión del agua salada y las inundaciones tendrán impactos significativos para las comunidades y economías africanas. La mayoría de las grandes ciudades de África están situadas en las costas y son sumamente vulnerables a los sucesos extremos, la subida del nivel del mar y la erosión de las costas en razón de una planificación física inadecuada y la intensificación del desplazamiento hacia las zonas urbanas. Es probable que la expansión rápida no planificada predisponga a grandes poblaciones a contraer enfermedades infecciosas a raíz de factores relacionados con el clima, como las inundaciones. [10.2.5.2]

### 5.1.6. Desertificación

La alteración de las pautas espaciales y temporales de la temperatura, las lluvias, la radiación solar y los vientos provenientes de un clima cambiante exacerbarán la desertificación. La desertificación constituye una grave amenaza a la gestión sostenible de los recursos en las regiones áridas, semiáridas y secas subhúmedas de África, debilitando la seguridad alimentaria y de abastecimiento de agua. [10.2.6]

### 5.1.7. Capacidad de adaptación

Dada la diversidad de las limitaciones que enfrentan muchas naciones, la capacidad general de África para adaptarse al cambio climático es actualmente muy baja. Los planes de acción nacionales que incorporan cambios a largo plazo y aplican estrategias “sin pesar”

podrían aumentar la capacidad de adaptación de la región. Las predicciones estacionales –por ejemplo las que vinculan las TSM a los brotes de enfermedades importantes– constituyen una estrategia de adaptación prometedora que ayudará a salvar vidas. Las tecnologías y los enfoques actuales, especialmente en la agricultura y los recursos hídricos, probablemente no serán adecuados para satisfacer las demandas proyectadas, y la mayor variabilidad climática será un factor adicional de estrés. Es poco probable que los países africanos tengan recursos propios suficientes para responder con eficacia.

El cambio climático también ofrece algunas oportunidades. Los procesos de adaptación al cambio climático mundial, incluida la transferencia de tecnología y la absorción de carbono, ofrecen nuevas vías de desarrollo que podrían aprovechar los recursos y el potencial humano de África. Ya está aumentando la cooperación regional en ciencias, gestión de recursos y desarrollo, y el acceso a mercados internacionales diversificará las economías y aumentará la seguridad alimentaria.

Esta evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático se caracteriza por la incertidumbre. La diversidad de climas de África, la gran variabilidad de las precipitaciones y una red de observación muy escasa dificultan las predicciones del cambio climático futuro en los niveles subregional y local. La exposiciones y la vulnerabilidad subyacentes a los cambios climáticos están bien comprobadas. La sensibilidad a las variaciones climáticas está comprobada pero en forma incompleta.

Ahora bien, la incertidumbre sobre las condiciones futuras significa que la confianza es baja en cuanto a los costos proyectados del cambio climático. Esta evaluación puede constituir un marco en el que cada Estado comience a crear metodologías para estimar esos costos, en base a sus propias circunstancias.

## 5.2. Asia

El cambio climático supondrá un importante estrés para los recursos de toda la región de Asia. Más del 60% de la población del mundo vive en Asia; los recursos naturales ya están sometidos a estrés, y la resistencia de la mayoría de los sectores de Asia al cambio climático es débil. Los sectores socioeconómicos de muchos países dependen de recursos naturales como el agua, los bosques, los pastizales y tierras de pastoreo, y las pesquerías. La magnitud de los cambios en las variables climáticas sería muy diferente entre las subregiones y los países de Asia. La sensibilidad al cambio climático de unos pocos sectores vulnerables de Asia y los impactos de esas limitaciones se presentan en la Tabla RT-6. La vulnerabilidad de la región al cambio climático se muestra en la Tabla RT-7 para categorías seleccionadas de cuestiones y regiones.

### 5.2.1. Agricultura y seguridad alimentaria

*La inseguridad alimentaria parece ser el problema principal de Asia. La producción de cultivos y la acuicultura quedarían amenazadas por*

**Tabla RT-6:** Sensibilidad al cambio climático en regiones seleccionadas de Asia.

Cambios en los elementos climáticos y subida del nivel del mar	Región vulnerable	Cambio primario	Impactos	
			Primarios	Secundarios
0,5–2°C (10 a 45 cm de subida del nivel del mar)	Sundarbans de Bangladesh	– Inundación de un 15% (~750 km <sup>2</sup> ) – Aumento de la salinidad	– Pérdida de especies de plantas – Pérdida de vida silvestre	– Pérdidas económicas – Inseguridad exacerbada y pérdida de empleo
4°C (+10% en precipitaciones)	Permafrost de Siberia	– Reducción continuada del permafrost – Desplazamiento del límite meridional del permafrost siberiano en ~100-200 km hacia el norte	– Cambio en la resistencia de las rocas – Cambio en la capacidad de soporte – Cambio en la compresibilidad de las rocas congeladas – Erosión térmica	– Efectos sobre las industrias de la construcción – Efectos sobre la industria de la minería – Efectos sobre el desarrollo agrícola
>3°C (>+20% en precipitaciones)	Recursos de agua en Kazajstán	– Cambio en las escorrentías	– Aumento de las crecidas invernales – Disminución de los flujos estivales	– Riesgos para la vida y la propiedad – Estrés hídrico estival
~2°C (-5 a 10% en precipitaciones; 45 cm de subida del nivel del mar)	Zonas bajas de Bangladesh	– Aumento del 23% al 29% en la extensión de las inundaciones	– Cambio en la categoría de la profundidad de las inundaciones – Cambio en la pauta del cultivo del arroz en zonas monzónicas	– Riesgos para la vida y la propiedad – Mayores problemas de salud – Reducción del rendimiento del arroz

**Tabla RT-7:** Vulnerabilidad de sectores clave a los impactos del cambio climático para subregiones seleccionadas de Asia. La clave de la clasificación del nivel de confianza figura en la sección 1.4 del Resumen Técnico.

Regiones	Alimentos y fibras	Biodiversidad	Recursos hídricos	Ecosistemas costeros	Salud humana	Asentamientos
Asia boreal	Ligeramente resistente ****	Sumamente vulnerable ***	Ligeramente resistente ***	Ligeramente resistente **	Moderadamente vulnerable **	Ligeramente o no vulnerable ***
Asia árida y semiárida						
– Asia central	Sumamente vulnerable ****	Moderadamente vulnerable **	Sumamente vulnerable ****	Moderadamente vulnerable **	Moderadamente vulnerable ***	Moderadamente vulnerable ***
– Planicie tibetana	Ligeramente o no vulnerable **	Sumamente vulnerable ***	Moderadamente vulnerable **	No se aplica	No hay información	No hay información
Asia templada	Sumamente vulnerable ****	Moderadamente vulnerable ***	Sumamente vulnerable ****	Sumamente vulnerable ****	Sumamente vulnerable ***	Sumamente vulnerable ****
Asia tropical						
– Asia meridional	Sumamente vulnerable ****	Sumamente vulnerable ***	Sumamente vulnerable ****	Sumamente vulnerable ****	Moderadamente vulnerable ***	Sumamente vulnerable ***
– Asia sudoriental	Sumamente vulnerable ****	Sumamente vulnerable ***	Sumamente vulnerable ****	Sumamente vulnerable ****	Moderadamente vulnerable ***	Sumamente vulnerable ***

el estrés térmico e hídrico, la subida del nivel del mar, el aumento de las inundaciones, y fuertes vientos relacionados con intensos ciclones tropicales (confianza alta). Se prevé en general que en las zonas situadas en latitudes medias y altas se producirán aumentos en el rendimiento de los cultivos; en latitudes más bajas, el rendimiento se reducirá en general. Una temporada de verano de duración más larga produciría un desplazamiento hacia el norte de la frontera del sistema agroeconómico en el Asia boreal y favorecería un aumento general de la productividad de la agricultura (confianza media). El cambio y la variabilidad del clima también afectarían al calendario de la estación de cultivo, así como a la duración del período de crecimiento del cultivo. En China, el rendimiento de varios cultivos importantes declinará como resultado del cambio climático. La aguda escasez de agua combinada con el estrés térmico afectaría adversamente al trigo, y más severamente a la productividad del arroz en la India, aun con los efectos positivos de un CO<sub>2</sub> elevado en el futuro. Las enfermedades de los cultivos como la sarna del trigo, el tizón del arroz y la pudrición y el desperdicio bacteriano (casarilla) del arroz podrían extenderse más en las regiones templadas y tropicales de Asia si el clima fuera más cálido y húmedo. Entre las medidas de adaptación para reducir los efectos negativos de la variabilidad climática podrían figurar la modificación del calendario de cultivo para aprovechar el período húmedo y evitar los sucesos climáticos extremos (por ejemplo, tifones y vientos fuertes) durante la temporada de crecimiento. [11.2.2.1]

Asia está a la cabeza de la acuicultura mundial; produce el 80% de los peces, camarones y mariscos de granja. Muchas poblaciones

de peces están en estrés como resultado de la sobreexplotación, la pesca a la rastra en hábitat del fondo del mar, el desarrollo de las costas y la contaminación proveniente de actividades realizadas en tierra. Además, en la productividad marina influyen mucho los desplazamientos del plancton, como en el caso de los desplazamientos estacionales de la sardina en el Mar del Japón, a raíz de cambios en la temperatura inducidos durante la ENOA. Las mareas de tempestad y las condiciones ciclónicas también azotan las costas, añadiendo sedimentos a las aguas costeras. Se necesita una conservación efectiva y la gestión sostenible de las pesquerías interiores y marinas a nivel regional para que los recursos acuáticos vivos puedan seguir cubriendo las necesidades nutricionales, regionales y nacionales. [11.2.4.4]

### 5.2.2. Los ecosistemas y la diversidad biológica

El cambio mundial acentuaría las actuales amenazas a la diversidad biológica resultantes de los cambios en la cobertura vegetal y el uso de la tierra y de la presión demográfica en Asia (confianza media). Los riesgos para la gran diversidad de especies vivas de Asia están aumentando. En la India ya están amenazadas 1.250 de 15.000 especies de plantas superiores. Se observan tendencias similares en China, Malasia, Myanmar y Tailandia. Especies enteras, y grandes poblaciones de muchas otras especies de Asia probablemente serán exterminadas como resultado de los efectos sinérgicos del cambio climático y la fragmentación de los hábitat. En los ecosistemas desérticos, la mayor frecuencia de las sequías pueden resultar en una disminución de los alimentos locales alrededor de los oasis, causando una mortalidad

masiva entre la fauna local y amenazando su existencia. Con una subida de 1 metro en el nivel del mar, los *Sundarbans* (los ecosistemas de manglares más grandes) de Bangladesh desaparecerán completamente. [11.2.1, 11.2.1.6]

*La degradación del permafrost como resultado del calentamiento mundial podría incrementar la vulnerabilidad de muchos sectores que dependen del clima, afectando a la economía en el Asia boreal (confianza media).* Un calentamiento pronunciado en las latitudes altas del hemisferio septentrional podría dar lugar a la reducción o desaparición del permafrost en los lugares en que ahora existe. Es probable que se produzca una reducción en gran escala de la región de permafrost del Asia boreal. El movimiento hacia el polo de la frontera meridional de la zona con permafrost esporádico también es probable en Mongolia y China nororiental. La frontera entre las zonas continuas y discontinuas (intermitentes y estacionales) del permafrost del altiplano tibetano probablemente se desplazará hacia el centro del altiplano en los márgenes oriental y occidental. [11.2.1.5]

*En el Asia boreal aumentará la frecuencia de los incendios forestales (confianza media).* Las temperaturas más cálidas de la superficie y el aire, particularmente durante el verano, pueden crear condiciones favorables para las tormentas eléctricas y los relámpagos consiguientes, que podrían desencadenar incendios forestales en los bosques boreales con más frecuencia. Habrá una mayor frecuencia de incendios forestales en las partes septentrionales del Asia boreal como resultado del calentamiento mundial. [11.2.1.3]

### 5.2.3. Recursos hídricos

*La disponibilidad de agua dulce será sumamente vulnerable al cambio climático previsto (confianza alta).* Los aumentos en las escorrentías superficiales durante el invierno y el verano serían pronunciados en el Asia boreal (confianza media). Los países en que el uso de agua supera el 20% del total potencial de recursos hídricos disponibles sufrirán un intenso estrés hídrico durante los períodos de sequía. Las escorrentías de superficie disminuirán drásticamente en el Asia árida y semiárida según los escenarios de cambio climático proyectados. Es probable que el cambio climático modifique el volumen de los flujos de las corrientes de agua, así como la distribución temporal de estos flujos durante todo el año. Con un aumento de 2°C en la temperatura del aire, acompañado de una declinación del 5% al 10% en las precipitaciones durante el verano, las escorrentías de superficie en Kazajstán se reducirían sustancialmente, con graves consecuencias para la agricultura y la ganadería. El agua podría convertirse un producto escaso en muchos países del Asia meridional y sudoriental, particularmente en los que las instalaciones de embalses para almacenar agua de riego son mínimas. Las poblaciones crecientes y su concentración en zonas urbanas ejercerán crecientes presiones sobre la disponibilidad y la calidad del agua. [11.2.3.1]

### 5.2.4. Episodios meteorológicos extremos

*Los países en desarrollo de climas templados y tropicales de Asia ya son bastante vulnerables a los episodios climáticos extremos como tifones y ciclones, sequías e inundaciones.* El cambio climático y su variabilidad acentuarían estas vulnerabilidades (confianza alta). Se sabe que los sucesos climáticos extremos tienen efectos adversos en zonas de

Asia muy alejadas entre sí. Hay algunas pruebas de aumentos en la intensidad o frecuencia de algunos de estos sucesos extremos a escala regional durante todo el Siglo XX. [11.1.2.2, 11.1.2.3, 11.4.1]

*La mayor intensidad de las precipitaciones, particularmente durante los monzones estivales, podría hacer que aumenten las zonas susceptibles a las inundaciones del Asia templada y tropical.* Es posible que se den condiciones más secas en el Asia árida y semiárida durante el verano, lo que podría dar lugar a sequías más severas (confianza media). Muchos países de zonas templadas y tropicales de Asia han sufrido graves sequías y crecidas frecuentemente durante el Siglo XX. Es probable que en el futuro las inundaciones repentinas sean más frecuentes en muchas regiones del Asia templada y tropical. Se prevé una reducción del período entre sucesos de precipitaciones extremas y la posibilidad de crecidas más frecuentes en partes de la India, Nepal y Bangladesh. [11.1.3.3, 11.2.2.2, 11.1.2.3, 11.4.1]

La conversión de tierras forestales en tierras de cultivo y pastoreo ya es una de las causas principales de la pérdida de bosques en el Asia templada y tropical. Con el aumento de la frecuencia de las inundaciones y las sequías, estas acciones tendrán consecuencias de gran alcance para el medio ambiente (por ejemplo, erosión de los suelos, pérdida de fertilidad de los suelos, pérdida de la variabilidad genética de los cultivos y agotamiento de los recursos hídricos). [11.1.4.1]

Los ciclones tropicales y las mareas de tempestad siguen cobrando vidas y destruyendo bienes en la India y Bangladesh. Un aumento en la intensidad de los ciclones, combinado con una subida del nivel del mar resultaría en más pérdidas de vidas y de propiedad en zonas costeras bajas de los países de Asia expuestos a ciclones (confianza media). El aumento que se espera en la frecuencia e intensidad de los extremos climáticos podría tener importantes efectos sobre el crecimiento de los cultivos y la producción agrícola, así como repercusiones económicas y medioambientales significativas (por ejemplo, en el turismo y el transporte). [11.2.4.5, 11.2.6.3, 11.3]

Se necesita una amplia serie de medidas de precaución a nivel regional y nacional, incluido el conocimiento y la aceptación de los factores de riesgo en las comunidades regionales, a fin de evitar o reducir los impactos de los desastres relacionados con los sucesos climáticos más extremos sobre las estructuras económicas y sociales de los países de clima templado y tropical de Asia. [11.3.2]

### 5.2.5. Deltas y zonas costeras

*Las zonas costeras bajas y de grandes deltas de Asia quedarían inundadas debido a la subida del nivel del mar (confianza alta).* El estrés relacionado con el clima en las zonas costeras incluye pérdida y salinización de tierras agrícolas como resultado del cambio en el nivel del mar y la cambiante frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales. Las estimaciones de las posibles pérdidas de tierras resultantes de la subida del nivel del mar y el riesgo de desplazamiento de población incluidas en la Tabla RT-8, demuestran la magnitud de la cuestión para importantes regiones bajas de la costa de Asia. Actualmente, la erosión de las costas pantanosas de Asia no proviene de la subida del nivel del mar; se debe en gran parte a los sedimentos en suspensión que transportan los ríos anualmente hacia el océano, provenientes de las actividades humanas y la evolución de los deltas. Estas acciones podrían

**Tabla RT-8:** Pérdida potencial de tierras y población expuesta en países de Asia a magnitudes seleccionadas de subida del nivel del mar, en el supuesto de no adaptación.

País	Subida del nivel del mar(cm)	Pérdida potencial de tierras		Población expuesta	
		(km <sup>2</sup> )	(porcentaje)	(millones)	(porcentaje)
Bangladesh	45	15.668	10,9	5,5	5,0
	100	29.846	20,7	14,8	13,5
India	100	5.763	0,4	7,1	0,8
Indonesia	60	34.000	1,9	2,0	1,1
Japón	50	1.412	0,4	2,9	2,3
Malasia	100	7.000	2,1	>0,05	>0,3
Pakistán	20	1.700	0,2	n.d.	n.d.
Vietnam	100	40.000	12,1	17,1	23,1

acentuar los impactos del cambio climático en las regiones costeras de Asia. [11.2.4.2]

### 5.2.6. Salud humana

Las condiciones más cálidas y húmedas incrementarían las posibilidades de una mayor incidencia de enfermedades infecciosas y relacionadas con el calor en el Asia tropical y templada (confianza media). La subida de la temperatura del aire en la superficie y los cambios en las precipitaciones en Asia tendrán efectos adversos sobre la salud humana. Aunque el calentamiento podría resultar en una reducción de las muertes durante el invierno en los países de clima templado, el estrés térmico sería más frecuente y duraría más, especialmente en las grandes metrópolis, durante el verano. El calentamiento mundial también aumentaría la incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares en partes del Asia árida y semiárida y en el Asia templada y tropical. Los cambios en la temperatura y la precipitación ambientales podrían extender las enfermedades transmitidas por vectores hacia el Asia templada y árida. La diseminación de enfermedades transmitidas por vectores hacia latitudes más septentrionales plantea una grave amenaza a la salud humana. Las TSM más cálidas a lo largo de las costas de Asia sustentarían un mayor florecimiento del fitoplancton. Estos florecimientos son hábitat de enfermedades infecciosas de origen bacteriano. Las enfermedades transmitidas por el agua, incluidos el cólera y el conjunto de enfermedades diarreicas causadas por organismos como giardia, salmonella y criptosporidium— pasarían a ser más comunes en muchos países del Asia meridional en un clima más cálido. [11.2.5.1, 11.2.5.2, 11.2.5.4]

### 5.2.7. Capacidad de adaptación

La adaptación al cambio climático en países de Asia depende de que se puedan sufragar las medidas de adaptación, del acceso a tecnología y de las limitaciones biofísicas como la disponibilidad de recursos de tierra y agua, las características del suelo, la diversidad genética para la cría de cultivos (por ejemplo, el fundamental desarrollo de cultivos de arroz resistentes al calor), y la topografía. La mayoría de los países en desarrollo de Asia hacen frente a una población creciente, al aumento de la urbanización, a la falta de recursos de agua adecuados y a la contaminación medioambiental, todo lo cual perjudica a las actividades socioeconómicas. Estos países tendrán que evaluar, individual y colectivamente, la necesidad de otorgar prioridad a las medidas

relacionadas con el cambio climático o la satisfacción de necesidades a más corto plazo (como la hambruna, la contaminación del aire y el agua, la demanda de energía). Habrá que desarrollar estrategias para hacer frente a la situación en tres sectores fundamentales: recursos de tierras, recursos hídricos y productividad del sector alimentario. Las medidas de adaptación diseñadas para adelantarse a los posibles efectos del cambio climático pueden ayudar a compensar muchos de los efectos negativos. [11.3.1]

### 5.3. Australia y Nueva Zelanda

La región de Australia y Nueva Zelanda va desde latitudes tropicales hasta latitudes medias y tiene climas y ecosistemas variados, incluidos desiertos, bosques tropicales, arrecifes de coral y zonas alpinas. El clima está expuesto a una fuerte influencia de los océanos circundantes. Australia tiene una importante vulnerabilidad a la tendencia a la sequía proyectada para una gran parte del país durante los siguientes 50 a 100 años (Figura RT-3), en razón de que grandes zonas agrícolas ya sufren los efectos adversos de sequías periódicas, y de que hay ya grandes zonas áridas y semiáridas. Nueva Zelanda—un país más pequeño y más montañoso, con un clima marítimo en general más templado— puede tener más resistencia que Australia al cambio climático, aunque tiene también vulnerabilidades considerables (confianza media). En la Tabla RT-9 se muestran las principales vulnerabilidades y adaptabilidad a los impactos del cambio climático para Australia y Nueva Zelanda [12.9.5]

Todavía no se dispone de estimaciones intersectoriales amplias del costo neto de los impactos del cambio climático para diversos escenarios de emisión de GEI y diferentes escenarios sociales. Sigue siendo muy baja la confianza en la estimación del *Informe especial del IPCC sobre los impactos regionales del cambio climático* para Australia y Nueva Zelanda, del 1,2% al 3,8% del PIB para una duplicación equivalente de las concentraciones de CO<sub>2</sub>. Esta estimación no tuvo en cuenta muchos de los efectos y adaptaciones que ya se han determinado. [12.9]

Los sucesos extremos son una importante fuente de los actuales impactos climáticos, y los cambios en esos sucesos dominarán los impactos del cambio climático. Los intervalos entre las fuertes lluvias, las crecidas y las mareas a nivel del mar de una magnitud determinada en lugares determinados serían modificados por los posibles aumentos en

**Tabla RT-9:** Principales zonas de vulnerabilidad y adaptabilidad a los impactos del cambio climático en Australia y Nueva Zelandia. El grado de confianza en que se producirán los impactos seleccionados se indica mediante asteriscos en la segunda columna (véase la clave de la clasificación de los niveles de confianza en la sección 1.4 del Resumen técnico). Los niveles de confianza, y las evaluaciones de la vulnerabilidad y la adaptabilidad, se basan en información examinada en el capítulo 12, y en el supuesto de la continuación de las actuales pautas de crecimiento de la población y las inversiones.

Sector	Impacto	Vulnerabilidad	Adaptación	Adaptabilidad	Sección
Hidrología y abastecimiento de agua	– Riego y limitaciones del abastecimiento metropolitano, y mayor salinización—*****	Alta en algunas zonas	– Planificación, asignación del agua y fijación de precios	Mediana	12.3.1, 12.3.2
	– Intrusión de agua salada en algunos acuíferos insulares y costeros—*****	Alta en zonas limitadas	– Suministros de agua alternativos, retirada	Baja	12.3.3
Ecosistemas terrestres	– Mayor salinización de las tierras agrícolas de secano y algunas corrientes de agua (Australia)—***	Alta	– Cambios en las prácticas del uso de la tierras	Baja	12.3.3
	– Pérdida de la biodiversidad especialmente en regiones fragmentadas, zonas alpinas australianas y el sudeste de Australia Occidental—*****	Mediana a alta en algunas zonas	– Gestión del territorio; posiblemente escasa en zonas alpinas	Mediana a baja	12.4.2, 12.4.4, 12.4.8
	– Mayor riesgo de incendios—***	Mediana	– Gestión de tierras, protección contra incendios	Mediana	12.1.5.3, 12.5.4, 12.5.10
	– Invasión de malezas—***	Mediana	– Gestión del territorio	Mediana	12.4.3
Ecosistemas acuáticos	– Salinización de algunos humedales costeros de agua dulce—***	Alta	– Intervención física	Baja	12.4.7
	– Cambios en los ecosistemas de humedales ribereños e interiores—***	Mediana	– Cambios en la asignación del agua	Baja	12.4.5, 12.4.6
	– Eutrofización—***	Mediana en aguas interiores de Australia	– Cambios en la asignación del agua, reducción de las entradas de nutrientes	Mediana a baja	12.3.4
Ecosistemas costeros	– Descoloramiento de corales, especialmente en la Gran Barrera de Arrecifes—*****	Alta	– Inseminación de corales	Baja	12.4.7
	– ¿Mayor crecimiento súbito de algas tóxicas?—*	Desconocida	—	—	12.4.7
Agricultura, pastoreo y silvicultura	– Productividad reducida, mayor estrés sobre las comunidades rurales si aumenta la sequía, mayor riesgo de incendios forestales—***	Dependiente del lugar, empeora con el tiempo	– Cambios en las políticas y la gestión, prevención de incendios, pronósticos estacionales	Mediana	12.5.2, 12.5.3, 12.5.4
	– Cambios en los mercados mundiales debidos a cambios climáticos en otras partes—***, pero de signo incierto	Alta, pero los signos son inciertos	– Comercialización, planificación, cultivos pequeños y dedicados a combustibles, negociaciones sobre el carbono	Mediana	12.5.9
	– Mayor propagación de plagas y enfermedades—*****	Mediana	– Exclusión, fumigación	Mediana	12.5.7
	– El aumento del CO <sub>2</sub> inicialmente aumenta la productividad pero esta disminuye más tarde a raíz de los cambios climáticos—**	Cambios con el transcurso del tiempo	– Cambios en las prácticas agrícolas, cambios en la industria		12.5.3, 12.5.4

Tabla RT-9: (cont.)

Sector	Impacto	Vulnerabilidad	Adaptación	Adaptabilidad	Sección
Horticultura	– Impactos (+ y -), según las especies y la ubicación—****	Baja en general	– Reasentamiento	Alta	12.5.3
Pesca	– Cambios en la captura (algunas especies)—**	Efectos netos desconocidos	– Vigilancia, gestión	—	12.5.5
Asentamientos e industria	– Mayores impactos de crecidas, tempestades, mareas de tempestad, subida del nivel del mar—***	Alta en algunos lugares	– Zonación, planificación para casos de desastre	Mediana	12.6.1, 12.6.4
Salud humana	– Expansión y propagación de enfermedades transmitidas por vectores—****	Alta	– Cuarentena, erradicación o control	Mediana a alta	12.7.1, 12.7.4
	– Mayor contaminación fotoquímica del aire—****	Mediana (algunas ciudades)	– Control de emisiones	Alta	12.7.1

la intensidad de los ciclones tropicales y los sucesos de lluvias fuertes, y por los cambios en la frecuencia de los ciclones tropicales en lugares específicos. Los escenarios del cambio climático que se basan en los recientes modelos acoplados atmósfera-oceano (A-O) parecen indicar que en grandes áreas de Australia continental habrá importantes disminuciones de las lluvias durante el Siglo XXI. El fenómeno ENOA produce inundaciones y sequías prolongadas, especialmente en el interior de Australia y en partes de Nueva Zelanda. La región sería sensible a un cambio hacia un estado medio más cercano al de El Niño. [12.1.5]

Antes de la estabilización de las concentraciones de GEI, la gradiente de temperatura norte-sur en las latitudes medias meridionales aumentará (confianza media a alta), fortaleciendo los vientos del oeste y la gradiente oeste-este conexas de las lluvias en Tasmania y Nueva Zelanda. Tras la estabilización de las concentraciones de GEI, estas tendencias se invertirían (confianza media). [12.1.5.1]

*El cambio climático se añadirá a los factores de presión existentes sobre el logro de la utilización sostenible de la tierra y la conservación de la biodiversidad terrestre y acuática.* Estos factores incluyen la invasión de especies exóticas de animales y plantas, la degradación y fragmentación de ecosistemas naturales debidas al desarrollo agrícola y urbano, la salinización de las tierras de secano (Australia), la eliminación de la cobertura forestal (Australia y Nueva Zelanda), y la competencia por los escasos recursos hídricos. En ambos países, los grupos de personas económica y socialmente desaventajadas, especialmente las poblaciones indígenas, son particularmente vulnerables a los factores de presión sobre las condiciones de vida y de salud inducidas por el cambio climático. Entre los principales problemas que acentúan la situación figuran el rápido crecimiento de la población y la infraestructura en zonas costeras vulnerables, el uso inadecuado de los recursos hídricos, y

complejos arreglos institucionales. [12.3.2, 12.3.3, 12.4.1, 12.4.2, 12.6.4, 12.8.5]

### 5.3.1. Recursos hídricos

*En algunas zonas, los recursos hídricos ya están sometidos a estrés y, por lo tanto, son sumamente vulnerables,* especialmente con respecto a la salinización (partes de Australia) y la competencia por el abastecimiento de agua entre la agricultura, la generación de electricidad, las zonas urbanas y los flujos medioambientales (confianza alta). La mayor evaporación y la posible disminución de las lluvias en muchas zonas tendrían efectos adversos sobre el abastecimiento de agua, la agricultura y la supervivencia y reproducción de especies fundamentales en partes de Australia y Nueva Zelanda (confianza media). [12.3.1, 12.3.2, 12.4.6, 12.5.2, 12.5.3, 12.5.6]

### 5.3.2. Ecosistemas

*Un calentamiento de 1°C amenazaría la supervivencia de especies que actualmente existen cerca del límite superior de su intervalo de temperatura,* principalmente en regiones alpinas marginales y en el sudoeste de Australia occidental. Las especies que no puedan migrar o reasentarse en razón del desmonte de tierras, de las diferencias del suelo o de la topografía quedarán en peligro o se extinguirán. Entre otros ecosistemas de Australia que son particularmente vulnerables figuran los arrecifes de coral y los hábitat áridos y semiáridos. Los humedales de agua dulce de las zonas costeras de Australia y Nueva Zelanda son vulnerables, y algunos ecosistemas de Nueva Zelanda son vulnerables a una difusión acelerada de las malezas. [12.4.2, 12.4.3, 12.4.4, 12.4.5, 12.4.7]

### 5.3.3. Producción de alimentos

*Las actividades agrícolas son particularmente vulnerables a las reducciones regionales de la precipitación en el sudoeste y el interior*

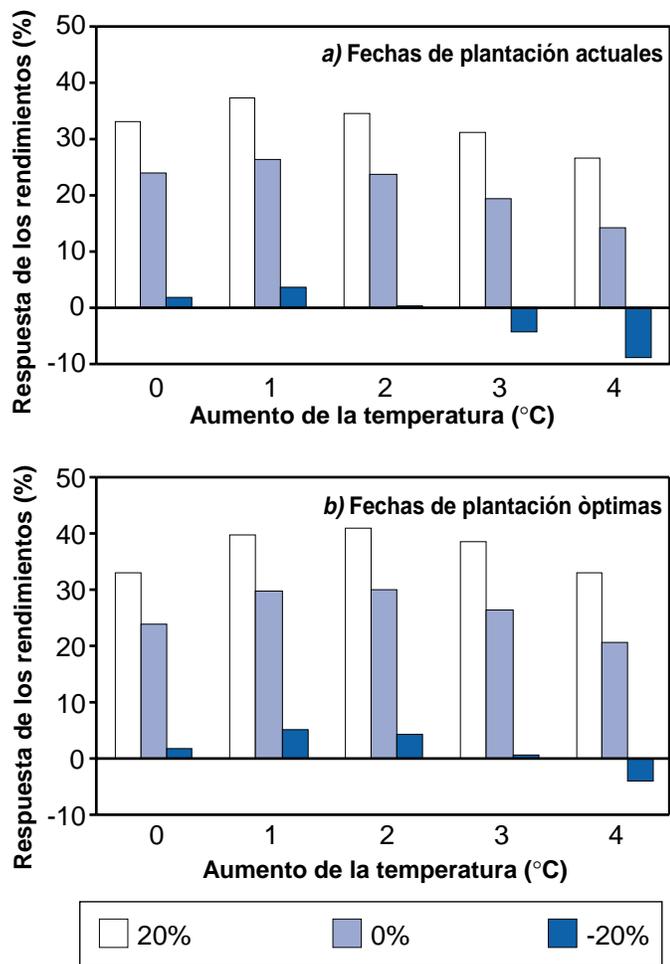


Figura RT-7: Cambio porcentual en el promedio de rendimiento anual medio total del trigo australiano en relación con el CO<sub>2</sub> (niveles de 700 ppm) y un intervalo de cambios en la temperatura y la precipitación: a) fechas de plantación actuales, y b) fechas de plantación óptimas. Se muestra la respuesta del rendimiento para cambios en la precipitación de +20% (barra blanca), 0 (barra azul claro), y -20% (barra azul oscuro), para calentamientos de 0° a 4°C.

de Australia (confianza media). La frecuencia de las sequías y el estrés consiguiente sobre la agricultura probablemente aumentarán en partes de Australia y Nueva Zelandia como resultado de las temperaturas más altas y de los cambios producidos por El Niño (confianza media). El mejoramiento del crecimiento de las plantas y la mejor gestión del uso del agua resultante de los aumentos del CO<sub>2</sub> proporcionarían beneficios iniciales que compensarían los impactos negativos del cambio climático (confianza media), aunque el equilibrio pasaría a ser negativo cuando el calentamiento excediese de 2°C a 4°C y se produjera el consiguiente cambio en las lluvias (confianza media). Este efecto se muestra en la Figura RT-7 para la producción de trigo en Australia, en un intervalo de escenarios de cambio climático. La dependencia de las exportaciones de productos agrícolas y forestales hace que la región sea muy sensible a los cambios en la producción y los precios de los productos básicos inducidos por los cambios en el clima en otras partes. [12.5.2, 12.5.3, 12.5.6, 12.5.9, 12.8.7]

La extensión y localización de los afloramientos de nutrientes que se rigen por los vientos y los límites de las corrientes influyen en las

pesquerías de Australia y Nueva Zelandia. Además, la ENOA influye en la captura de algunas especies de peces y en la incidencia del crecimiento súbito de algas tóxicas. [12.5.5]

### 5.3.4. Asentamientos, industria y salud humana

La marcada tendencia hacia poblaciones e inversiones más grandes en regiones expuestas está aumentando la vulnerabilidad a los ciclones tropicales y las mareas de tempestad. Por consiguiente, los aumentos proyectados en la intensidad de los ciclones tropicales y los posibles cambios en su frecuencia en lugares concretos, junto con la subida del nivel del mar, tendrían importantes impactos, sobre todo mareas de tempestad más altas para un período de frecuencia determinado (confianza media a alta). Una mayor frecuencia en las lluvias de gran intensidad incrementaría los daños a los asentamientos y la infraestructura causados por las crecidas (confianza media). [12.1.5.1, 12.1.5.3, 12.6.1, 12.6.4]

Es alta la confianza en que los cambios climáticos proyectados aumentarán la propagación de algunos vectores de enfermedades, incrementando de esta forma la posibilidad de brotes de enfermedades como el virus del Río Ross y la encefalitis del Valle Murray transmitidos por mosquitos, pese a la existencia de servicios de seguridad biológica y de salud. [12.7.1]

### 5.3.5. Principales opciones de adaptación

Las principales opciones de adaptación incluyen una mejor gestión y mecanismos de comercio efectivos para los recursos hídricos; políticas de uso de la tierra más apropiadas; suministro de información y pronósticos estacionales del clima a los usuarios de la tierra para ayudarles a adaptar la gestión a los cambios y la variabilidad del clima; mejores cultivos; normas técnicas revisadas y zonación para el desarrollo de la infraestructura; y mejores servicios de seguridad biológica y de salud. Ahora bien, muchos de los ecosistemas naturales de Australia y Nueva Zelandia tienen sólo capacidad de adaptación limitada, y muchos sistemas sometidos a gestión tropezarán con límites a la adaptación impuestos por el costo, la aceptabilidad y otros factores. [12.3.2, 12.3.3, 12.5.6, 12.7.4, 12.8.4, 12.8.5]

## 5.4. Europa

Las condiciones climáticas actuales afectan a los sistemas naturales, sociales y económicos de Europa en formas que revelan las sensibilidades y vulnerabilidades de esos sistemas al cambio climático. Este último puede agravar esos efectos (confianza muy alta). La vulnerabilidad al cambio climático en Europa difiere sustancialmente entre las subregiones. Europa meridional y el Ártico europeo son más vulnerables que otras partes de Europa. Las zonas más marginales y menos ricas tendrán más dificultades para adaptarse, lo que dará lugar a importantes consecuencias para la equidad (confianza muy alta). Las conclusiones del TIE relativas a las vulnerabilidades fundamentales de Europa están en general en consonancia con las expresadas en el Informe especial del IPCC sobre los impactos regionales del cambio climático y en el SIE, pero son más específicas en cuanto a los efectos regionales e incluyen nueva información acerca de la capacidad de adaptación. [13.1.1, 13.1.4, 13.4]

#### 5.4.1. Recursos hídricos

*Los recursos hídricos y su ordenación en Europa están sometidos a presiones, y es probable que estas presiones se vean exacerbadas por el cambio climático (confianza alta).* El peligro de las inundaciones probablemente aumentará en gran parte de Europa —salvo en donde se haya reducido el máximo de fusión de las nieves— y se proyecta que el riesgo de falta de agua aumentará, en particular en Europa meridional (confianza media a alta). Los cambios climáticos probablemente ampliarán las diferencias en los recursos hídricos entre Europa septentrional y meridional (confianza alta). La mitad de los glaciares alpinos de Europa podrían desaparecer al final del Siglo XXI. [13.2.1]

#### 5.4.2. Ecosistemas

*Los ecosistemas naturales cambiarán como resultado de crecientes temperaturas y concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub>.* La cobertura de permafrost declinará; los árboles y arbustos invadirán la tundra septentrional; y los árboles latifolios podrían invadir los actuales bosques de coníferas. La productividad primaria neta en los ecosistemas probablemente aumentará (también como resultado del depósito de nitrógeno), pero los aumentos en la descomposición resultantes del aumento de la temperatura pueden impedir cualquier almacenamiento adicional de carbono. La diversidad de las reservas naturales está amenazada por los cambios rápidos. Las pérdidas de hábitat importantes (humedales, tundra y hábitat aislados) amenazarían a algunas especies (incluidas las especies raras y endémicas y las aves migratorias). La fauna se desplazará como resultado de cambios en los ecosistemas marino, acuático y terrestre (confianza alta; comprobado pero de forma incompleta). [13.2.1.4, 13.2.2.1, 13.2.2.3-5]

En los escenarios de clima más caliente y más seco, las propiedades del suelo se deteriorarán en Europa meridional. La magnitud de este efecto habrá de variar marcadamente entre los lugares geográficos y puede ser modificada por los cambios en las precipitaciones (confianza media; pruebas establecidas pero incompletas). [13.2.1.2]

En las regiones montañosas, las temperaturas más altas darán lugar a un desplazamiento hacia arriba de las zonas bióticas. Habrá una redistribución de las especies y, en algunos casos, una amenaza de extinción (confianza alta). [13.2.1.4]

En Europa septentrional aumentará la obtención de madera en los bosques comerciales (confianza media; comprobado pero de forma incompleta), aunque podrían aumentar las plagas y las enfermedades forestales. Las reducciones son probables en el Mediterráneo, con un mayor riesgo de sequías e incendios (confianza alta; comprobado). [13.2.2.1]

#### 5.4.3. Agricultura y seguridad alimentaria

*Los rendimientos agrícolas aumentarán en la mayoría de los cultivos como resultado de una creciente concentración del CO<sub>2</sub> atmosférico.* Este aumento en los rendimientos podría quedar contrarrestado por el riesgo de escasez de agua en Europa meridional y oriental y por el acortamiento del período de crecimiento de muchos cultivos de cereales en razón de las crecientes temperaturas. En Europa septentrional

probablemente se producirán efectos en general positivos, pero algunos sistemas de producción agrícola de Europa meridional podrían verse amenazados (confianza media; comprobado pero de forma incompleta).

Los cambios en la producción de las pesquerías y la acuicultura resultantes del cambio climático comprenden desplazamientos de la fauna que afectan a la biodiversidad de los peces y los mariscos marinos y de agua dulce. Estos cambios se agravarán a raíz de los niveles no sostenibles de explotación y del cambio en el medio ambiente (confianza alta).

#### 5.4.4. Asentamientos humanos y servicios financieros

*La industria de los seguros hace frente a impactos del cambio climático potencialmente costosos como consecuencia de los daños a la propiedad, pero hay un gran margen para las medidas de adaptación si éstas se toman sin demora (confianza alta).* Las industrias del transporte, la energía y otras se verán enfrentadas a una cambiante demanda y a oportunidades de mercado. La concentración de la industria en la costa expone a ésta la subida del nivel del mar y a sucesos extremos, por lo se requieren medidas de protección o reubicación (confianza alta). [13.2.4]

Las temperaturas más altas probablemente modificarán las preferencias en cuanto a las actividades de recreo. Las olas de calor probablemente reducirán la demanda pico de verano tradicional en los destinos de vacaciones del Mediterráneo. La incertidumbre en cuanto a las condiciones de la nieve tendrá efectos adversos sobre el turismo de invierno (confianza media). [13.2.4.4]

Aumentará sustancialmente el riesgo de inundaciones, erosión y pérdida de humedales en zonas costeras, lo que tendrá repercusiones para los asentamientos humanos, la industria, el turismo, la agricultura y los hábitat naturales de las costas. Europa meridional parece ser más vulnerable a estos cambios, aunque la costa del Mar del Norte ya está muy expuesta a las inundaciones (confianza alta). En la Tabla RT-10 figuran estimaciones de la exposición a las inundaciones y a los riesgos para las costas de Europa. [13.2.1.3]

#### 5.4.5. Salud humana

Hay diversos riesgos para la salud humana planteados por la creciente exposición a episodios de calor (exacerbados por la contaminación del aire en zonas urbanas), la extensión de algunas enfermedades transmitidas por vectores, y las inundaciones en las costas y en las riberas de los ríos. Los riesgos relacionados con el frío se reducirán (confianza media; explicaciones contradictorias). [13.2.5]

#### 5.4.6. Capacidad de adaptación

El potencial de adaptación de los sistemas socioeconómicos de Europa es relativamente alto en razón de las condiciones económicas [alto producto nacional bruto (PNB) y crecimiento estable], una población estable (con capacidad de desplazamiento dentro de la región), y sistemas de apoyo políticos, institucionales y tecnológicos bien desarrollados. No obstante, el potencial de adaptación de los sistemas naturales es en general bajo (confianza muy alta). [13.3]

**Tabla RT-10:** Estimaciones de la exposición a inundaciones e incidencia para las costas de Europa en 1990 y el decenio de 2080. Las estimaciones de la incidencia de las inundaciones son sumamente sensibles a la protección estándar supuesta y deben interpretarse como términos indicativos únicamente (se excluye a la ex Unión Soviética).

Región	1990 Población expuesta (millones)	Incidencia de las crecidas	
		1990 Número medio de personas afectadas por inundaciones (miles año <sup>-1</sup> )	Decenio de 2080 Aumento debido a la subida del nivel del mar, en el supuesto de no adaptación (%)
Costa del Atlántico	19,0	19	50 a 9.000
Costa del Báltico	1,4	1	0 a 3.000
Costa del Mediterráneo	4,1	3	260 a 120.000

## 5.5. América Latina

Hay suficientes pruebas de la variabilidad climática en una amplia gama de escalas temporales en toda América Latina, desde períodos entre estaciones hasta el largo plazo. En muchas subregiones de América Latina, esta variabilidad en el clima normalmente tiene que ver con fenómenos que ya han producido impactos con importantes consecuencias socioeconómicas y medioambientales, que se verían acentuadas por el calentamiento mundial y sus cambios meteorológicos y climáticos conexos.

Las variaciones en las precipitaciones tienen importantes efectos en las escorrentías y los flujos de las corrientes de agua, que se ven afectados simultáneamente por la fusión de los glaciares y la nieve. Las variaciones de las precipitaciones y sus signos dependen de la subregión geográfica de que se trate. La temperatura también en América Latina varía entre las subregiones. Aunque estas variaciones podrían depender del origen y la calidad de la fuente de los datos y de los períodos registrados que se han utilizado en los estudios y análisis, algunas de estas variaciones podrían atribuirse a una condición del cambio climático (confianza baja). [14.1.2.1]

*El Niño-Oscilación Austral (ENOA) es la causa de una gran parte de la variabilidad climática a escala interanual en América Latina (confianza alta).* La región es vulnerable a El Niño, con impactos que varían en todo el continente. Por ejemplo, El Niño influye en las condiciones de sequedad del nordeste del Brasil, la región Amazónica septentrional, el altiplano peruano-boliviano, y la costa del Pacífico de América Central. Las sequías más intensas que se han producido en México en los últimos decenios han tenido lugar durante los años de El Niño, y el Brasil meridional y en noroeste del Perú han mostrado condiciones de humedad anómalas. La Niña es la causa de fuertes precipitaciones y crecidas en Colombia y de sequía en el Brasil meridional. Si aumentaran El Niño o La Niña, América Latina estaría expuesta a estas condiciones con más frecuencia. [14.1.2]

En algunas subregiones de América Latina se producen con frecuencia episodios extremos, y estas combinaciones extraordinarias de condiciones hidrológicas y climáticas históricamente han producido desastres en América Latina. Los ciclones tropicales junto con fuertes lluvias, inundaciones y movimiento de ladera son muy comunes en América Central y México meridional. En el Noroeste de América del Sur y el nordeste del Brasil, muchos de los episodios extremos guardan una estrecha relación con El Niño. [14.1.2]

### 5.5.1. Recursos hídricos

*Está comprobado el hecho de que en los últimos decenios los glaciares de América Latina han perdido volumen. El calentamiento de las regiones de alta montaña podría dar lugar a la desaparición de una importante superficie de nieve y hielo (confianza media), que podría tener efectos sobre las actividades turísticas y deportivas de montaña. Dado que estas zonas contribuyen a los flujos de los caudales de los ríos, esta tendencia también reduciría la disponibilidad de agua para riego, generación de energía hidroeléctrica y navegación. [14.2.4]*

### 5.5.2. Ecosistemas

*Está comprobado que América Latina tiene una de las concentraciones de diversidad biológica más grandes de la Tierra, y cabe esperar que los impactos del cambio climático aumenten el riesgo de pérdida de biodiversidad (confianza alta).* La reducción de las poblaciones de ranas y pequeños mamíferos observada en América Central puede tener que ver con el cambio climático regional. Los bosques amazónicos que quedan están amenazados por la combinación de perturbaciones humanas, aumentos en la frecuencia y escala de los incendios, y disminución de las precipitaciones debidas a la pérdida de evapotranspiración, al calentamiento mundial y a El Niño. Los bosques neotropicales estacionalmente secos deben considerarse gravemente amenazados en Centroamérica.

La mortalidad de árboles aumenta en las condiciones secas que prevalecen cerca de los límites recién formados de los bosques amazónicos. Los límites, que afectan a una proporción cada vez más grande de los bosques en razón de una mayor deforestación, serían especialmente susceptibles a los efectos de la disminución de las lluvias. En México, resultaría afectado casi el 50% de los bosques tropicales de caducifolias. Las fuertes lluvias durante el episodio ENOA de 1997-1998 generaron cambios drásticos en los ecosistemas de secano de la zona costera septentrional del Perú. El calentamiento mundial ampliaría la zona favorable para los bosques tropicales como tipos vegetación de equilibrio. Ahora bien, las fuerzas que fomentan la deforestación hacen que sea poco probable que los bosques tropicales puedan ocupar esas mayores zonas. Los cambios en el uso de la tierra tienen una interacción con el clima mediante procesos de retroalimentación positiva que aceleran la pérdida de bosques tropicales húmedos. [14.2.1]

### 5.5.3. Subida del nivel del mar

La subida del nivel del mar afectará a los ecosistemas de manglares al eliminar sus actuales hábitat y crear nuevas zonas inundadas por las mareas a las que podrían desplazarse algunas especies de manglares. Esto podría tener efectos sobre las pesquerías de la región, ya que la mayoría de los mariscos y peces utilizan los manglares como lugares de alevinaje y refugio. La inundación de las costas proveniente de la subida del nivel del mar y las crecidas en las riberas de los ríos y las praderas afectaría a la disponibilidad de agua y tierras agrícolas, exacerbando los problemas socioeconómicos y para la salud en esas zonas. [14.2.3]

### 5.5.4. Agricultura

Los estudios realizados en Argentina, Brasil, Chile, México y Uruguay –basados en modelos de cultivos y en MCG– proyectan menores rendimientos para numerosos cultivos (por ejemplo, maíz, trigo, cebada y uvas), aun cuando se consideran los efectos directos de la

fertilización por el CO<sub>2</sub> y la aplicación de medidas de adaptación moderadas a nivel de establecimientos agrícolas (confianza alta). Los aumentos de temperatura pronosticados reducirán los rendimientos de los cultivos de la región al acortar el ciclo de cultivo. Durante los últimos 40 años, la contribución de la agricultura al PIB de los países de América Latina ha sido del orden del 10%. La agricultura sigue siendo un sector muy importante de la economía regional, ya que emplea al 30%-40% de la población económicamente activa. Es también muy importante para la seguridad alimentaria de los sectores más pobres de la población. La agricultura de subsistencia podría verse seriamente amenazada en algunas partes de América Latina, incluido el Brasil nororiental.

Se ha comprobado, aunque en forma incompleta, que el cambio climático reduciría los rendimientos de la silvicultura debido a que la falta de agua suele limitar el crecimiento durante la estación seca, que se prevé será más larga y más intensa en muchas partes de América Latina. En la Tabla RT-11 se resumen estudios realizados en la región

**Tabla RT-11:** Evaluaciones de los impactos del cambio climático en los cultivos anuales de América Latina.

Estudio <sup>a</sup>	Escenario climático	Alcance	Cultivo	Impacto sobre el rendimiento(%)
Downing, 1992	+3°C -25% de precipitación	Norte Chico, Chile	Trigo Maíz, Papas Uvas	disminución aumento disminución
Baethgen, 1994	GISS, GFDL, UKMO	Uruguay	Trigo Cebada	-30 -40 a -30
de Siqueira <i>et al.</i> , 1994	GISS, GFDL, UKMO	Brasil	Trigo Maíz Soja	-50 a -15 -25 a -2 -10 a +40
Liverman y O' Brien, 1991	GFDL, GISS	Tlaltizapan, México	Maíz	-20 -24 -61
Liverman <i>et al.</i> , 1994	GISS, GFDL, UKMO	México	Maíz	-61 a -6
Sala y Paruelo, 1994	GISS, GFDL, UKMO	Argentina	Maíz	-36 a -17
Baethgen y Magrin, 1995	UKMO	Argentina Uruguay (9 sitios)	Trigo	-5 a -10
Conde <i>et al.</i> , 1997a	CCCM, GFDL	México (7 sitios)	Maíz	aumento-disminución
Magrin <i>et al.</i> , 1997a	GISS, UKMO, GFDL, MPI	Argentina (43 sitios)	Maíz Trigo Girasol Soja	-16 a +2 -8 a +7 -8 a +13 -22 a +21
Hofstadter <i>et al.</i> , 1997	Incremental	Uruguay	Cebada  Maíz	-10 <sup>b</sup> -8 a +5 <sup>c</sup> -15 <sup>d</sup> -13 a +10 <sup>e</sup>

a Véase información completa sobre las fuentes en la lista de referencia del capítulo 14.

b Para un aumento de 1°C.

c Cambio de -20% a +20% en las precipitaciones.

d Para un aumento de 2°C.

**Tabla RT-12:** Cuestiones de adaptación al cambio climático en subregiones de América del Norte. Se indican también algunas cuestiones propias de ciertos lugares.

Subregiones de América del Norte	Contexto de desarrollo	Retos y opciones de la adaptación al cambio climático
La mayoría o todas las subregiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mercados de productos básicos cambiantes</li> <li>– Aprovechamiento intensivo de los recursos hídricos en grandes zonas —nacionales y transfronterizas</li> <li>– Amplios acuerdos sobre derechos, reivindicación de tierras y tratados —nacionales y transfronterizos</li> <li>– Expansión urbana</li> <li>– Expansión del transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Función de los mercados de agua y medioambientales</li> <li>– Modificación del diseño y el funcionamiento de los sistemas hídricos y energéticos</li> <li>– Nuevas tecnologías y prácticas en agricultura y silvicultura</li> <li>– Protección de ecosistemas amenazados o adaptación a nuevos paisajes</li> <li>– Creciente función del turismo estival (clima cálido)</li> <li>– Riesgos de los sucesos extremos para la calidad del agua</li> <li>– Gestión de la salud comunitaria para modificar los factores de riesgo</li> <li>– Modificación de las funciones de la asistencia pública de emergencia y de los seguros privados</li> </ul>
Frontera del Ártico	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sistema de transportes invernales</li> <li>– Estilos de vida indígenas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Diseño para cambiar el permafrost y las condiciones del hielo</li> <li>– Función de dos órganos económicos y de co-gestión</li> </ul>
Regiones costeras	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Disminución de algunos recursos marítimos comerciales (bacalao, salmón)</li> <li>– Desarrollo intensivo de zonas costeras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Acuicultura, protección de hábitat, reducciones de las flotillas</li> <li>– Planificación de zonas costeras en zonas de gran demanda</li> </ul>
Grandes lagos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sensibilidad a las fluctuaciones del nivel de los lagos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ordenación para reducir los niveles medios sin aumento de la intrusión en el litoral</li> </ul>

para diferentes cultivos y condiciones de gestión, todos en condiciones de secano; la mayoría de estos resultados pronostican impactos negativos, en particular para el maíz. [14.2.2]

#### 5.5.5. Salud humana

*La escala de los impactos del cambio climático sobre la salud en América Latina dependerá principalmente del tamaño, la densidad, la ubicación y la riqueza de las poblaciones. La exposición a olas de calor o de frío tiene efectos sobre las tasas de mortalidad de los grupos en riesgo de la región (confianza media).*

Los aumentos en la temperatura afectarían a la salud humana en ciudades con gran contaminación, como Ciudad de México y Santiago de Chile. Está comprobado que el ENOA produce cambios en las poblaciones de portadores de enfermedades y en la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua en Brasil, Perú, Bolivia, Argentina y Venezuela. Los estudios realizados en Perú y Cuba indican que los aumentos en la temperatura y la precipitación cambiarían la distribución geográfica de enfermedades infecciosas como el cólera y la meningitis (confianza alta), aunque son especulativas las opiniones sobre cuales serían los cambios en las pautas de las enfermedades en lugares diferentes. Está bien establecido que los episodios extremos tienden a incrementar las tasas de

mortalidad y morbilidad (lesiones, enfermedades infecciosas, problemas sociales, y daños a la infraestructura sanitaria), como lo demostraron el huracán *Mitch* en América Central en 1998, y las fuertes lluvias en México y Venezuela en 1999, y en Chile y la Argentina en 2000. [14.2.5]

#### 5.6. América del Norte

*En América del Norte se producirán impactos del cambio climático tanto positivos como negativos (confianza alta).* Los diversos impactos sobre los ecosistemas y los asentamientos humanos exacerbarán las diferencias subregionales en la producción de recursos sensibles al clima y la vulnerabilidad a los sucesos extremos. Se plantearán oportunidades y retos a la adaptación, que con frecuencia comprenderán factores múltiples de estrés (Tabla RT-12). Se están ensayando algunas estrategias de adaptación innovadoras en respuesta a los retos actuales relacionados con el clima (por ejemplo, los bancos de agua), pero se han examinado pocos casos de la forma en que se podrían aplicar esas estrategias ya que el clima regional sigue cambiando. Las cambiantes pautas de la temperatura, la precipitación, los portadores de enfermedades y la disponibilidad de agua requerirán respuestas de adaptación, incluidas, por ejemplo, las inversiones en protección contra las tempestades y en infraestructura de abastecimiento de agua, así como en servicios de salud comunitarios. [15.3.2, 15.4]

### 5.6.1. Las comunidades y la infraestructura urbana

Los posibles cambios en la frecuencia, intensidad y duración de episodios extremos son algunos de los riesgos más importantes relacionados con el cambio climático en América del Norte. Los posibles impactos del cambio climático en las ciudades comprenden menos períodos de extremo frío invernal; mayor frecuencia de calor extremo; subida de los niveles del mar y riesgo de mareas de tempestad; y cambios en la oportunidad, frecuencia y severidad de las crecidas imputables a las tempestades y las precipitaciones extremas. Estos sucesos, y en particular las olas de calor más altas y los cambios en los episodios extremos, irán acompañados de efectos sobre la salud.

Las comunidades pueden reducir su vulnerabilidad a los impactos adversos mediante inversiones en infraestructura de adaptación, que pueden ser costosas. Las comunidades rurales, y las poblaciones pobres e indígenas quizá no estén en condiciones de hacer esas inversiones. Además, las decisiones de invertir en infraestructura se basan en una diversidad de necesidades que van más allá del cambio climático, incluidos el crecimiento de la población y la obsolescencia de los sistemas existentes. [15.2.5]

### 5.6.2. Los recursos hídricos y los ecosistemas acuáticos

Los cambios inciertos de la precipitación son la causa del escaso acuerdo sobre los cambios en las escorrentías anuales totales en toda América del Norte. Los impactos modelizados de las temperaturas más altas sobre la evaporación de los lagos producen proyecciones coherentes de niveles y flujos de salida de los lagos para el sistema Grandes Lagos- San Lorenzo en la mayoría de los escenarios (confianza media). Una mayor incidencia de sucesos de fuerte precipitación resultarán en mayores sedimentos y cargas de contaminantes de fuentes no puntuales en los cursos de agua (confianza media). Además, *en las regiones en que el derretimiento estacional de la nieve es un aspecto importante del régimen hídrico anual (por ejemplo, California, Cuenca del Río Columbia), las temperaturas más cálidas probablemente resultarán en un desplazamiento estacional de las escorrentías, correspondiendo una proporción más grande de la escorrentía total al invierno, junto con posibles reducciones en los flujos de verano (confianza alta)*. Esto podría tener efectos adversos sobre la disponibilidad y calidad del agua para usos en el caudal y fuera del caudal durante el verano (confianza media). En la Figura RT-8 se muestran los posibles impactos. [15.2.1]

Las respuestas de adaptación a esos cambios estacionales en las escorrentías incluyen la gestión de la capacidad de almacenamiento artificial, una mayor aplicación de la gestión coordinada de los suministros de aguas superficiales y subterráneas, y las transferencias voluntarias de agua entre sus diversos usuarios. Esas medidas podrían reducir los impactos de los menores flujos estivales sobre los usuarios de agua, pero quizá sea difícil o imposible contrarrestar los impactos adversos sobre muchos ecosistemas acuáticos, y quizá no sea posible continuar proporcionando los niveles de fiabilidad y calidad actuales a todos los usuarios de agua. En algunas regiones (por ejemplo, la parte occidental de los Estados Unidos) probablemente se producirán transferencias de mercado de los suministros de agua disponibles, de la agricultura de riego a usos urbanos y otros usos de valor relativamente alto. Esas reasignaciones plantean cuestiones de prioridades sociales y comprenden ajustes de costos que dependerán de las instituciones con que se cuente.

### 5.6.3. Pesquerías marinas

Actualmente se reconoce que las variaciones relacionadas con el clima en los entornos marino y costero cumplen una función importante en la determinación de la productividad de varias pesquerías norteamericanas en las regiones del Pacífico, el Atlántico Norte, el Mar de Bering y el Golfo de México. Hay nexos complejos entre las variaciones climáticas y los cambios en los procesos que influyen en la productividad y la distribución espacial de las poblaciones de peces marinos (confianza alta), así como incertidumbres vinculadas a las futuras pautas de la pesca comercial. La experiencia reciente con el salmón del Pacífico y el bacalao del Atlántico parece indicar que la gestión sostenible de las pesquerías requerirá información científica actualizada y precisa sobre las condiciones medioambientales que afectan a las poblaciones de peces, y también flexibilidad institucional y operativa para responder con rapidez ante esa información. [15.2.3.3]

### 5.6.4. Agricultura

*Los cambios climáticos de pequeños a moderados no pondrán en peligro la producción de alimentos y fibras (confianza alta)*. Se producirán fuertes efectos sobre la producción regional; algunas zonas sufrirán importantes pérdidas de ventajas comparativas a favor de otras regiones (confianza media). En general, esto dará lugar a un efecto neto pequeño. Con un calentamiento moderado, el bienestar agrícola de consumidores y productores aumentaría. Ahora bien, con un calentamiento mayor, los beneficios declinarían a una tasa creciente, posiblemente pasando a ser una pérdida neta. Es posible que se produzcan mayores sequías en las grandes llanuras de los Estados Unidos y en las praderas canadienses, así como oportunidades para un limitado desplazamiento hacia el norte en las zonas de producción del Canadá.

Se prevé un aumento de la producción por los efectos fisiológicos directos del CO<sub>2</sub>, y ajustes de la agricultura y la producción de mercado (por ejemplo, de comportamiento, económicos e institucionales) para contrarrestar las pérdidas. Los estudios económicos que incluyen ajustes de la agricultura y los productores a nivel del mercado indican que los efectos negativos del clima sobre la agricultura probablemente se hayan sobreestimado en los estudios que no tienen en cuenta estos ajustes (confianza media). Ahora bien, la capacidad de los agricultores para adaptar sus opciones de insumos y productos es difícil de pronosticar y dependerá de las señales de los mercados y las instituciones. [15.2.3.1]

### 5.6.5. Zonas forestales y protegidas

*Se prevé que a raíz del cambio climático aumentará la superficie y la productividad de los bosques en los próximos 50 a 100 años (confianza media)*. No obstante, el cambio climático probablemente causará cambios en la naturaleza y extensión de varios “factores de perturbación” (por ejemplo, incendios, brotes de infestaciones) (confianza media). Los escenarios de cambios climáticos extremos o a largo plazo indican la posibilidad de una declinación general de los bosques (confianza baja).

*Hay pruebas claras de que el cambio climático puede dar lugar a la pérdida de tipos de ecosistemas específicos, como las zonas alpinas*

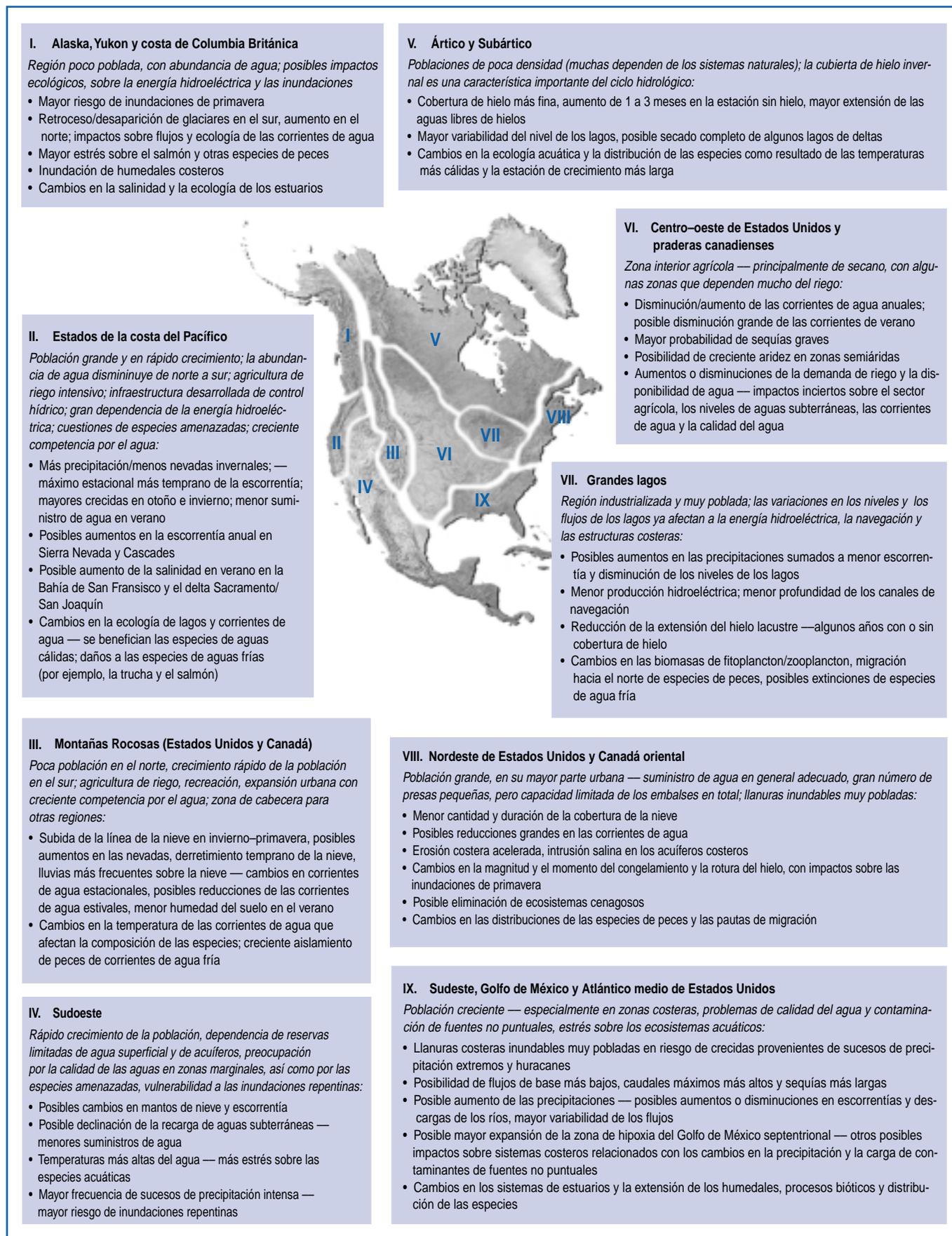


Figura RT-8. Posibles impactos en los recursos hídricos de América del Norte.

altas y tipos específicos de costas (por ejemplo, marismas de agua salada) y humedales interiores (por ejemplo, “cimas” de llanuras) (confianza alta). Hay un potencial moderado de adaptación para prevenir estas pérdidas mediante la planificación de programas de conservación para identificar y proteger ecosistemas particularmente amenazados. Las tierras que destinan a la producción de madera probablemente serán menos susceptibles al cambio climático que los bosques no gestionados, debido a las posibilidades que ofrece la gestión para la adaptación. [15.2.2]

#### 5.6.6. Salud humana

Puede que se amplíen en los Estados Unidos, y se establezcan en el Canadá, las zonas de las enfermedades transmitidas por vectores, incluida fiebre del paludismo y del dengue. La zona de la enfermedad de Lyme transmitida por la garrapata puede también extenderse al Canadá. Ahora bien, los factores socioeconómicos, como las medidas de salud pública, pueden cumplir una importante función en la determinación de la existencia o extensión de esas infestaciones. Las enfermedades vinculadas al agua pueden aumentar con el calentamiento de las temperaturas del aire y el agua, combinado con fuertes efectos de escorrentía de las superficies agrícolas y urbanas. La mayor frecuencia de tempestades convectivas puede producir más casos de asma vinculados a las tormentas eléctricas. [15.2.4]

#### 5.6.7. Sistemas de seguros públicos y privados

Las pérdidas ocasionadas por catástrofes, corregidas en función de la inflación, han aumentado ocho veces en América del Norte durante los últimos tres decenios (confianza alta). Las exposiciones y los excedentes de los aseguradores (especialmente los aseguradores de bienes) y los reaseguradores privados han crecido, y se han observado pérdidas de beneficios e insolvencias relacionadas con el clima. Las pérdidas aseguradas están aumentando en América del Norte (59% del total mundial) a raíz de la abundancia y a medida que las poblaciones continúan desplazándose a zonas vulnerables. La vulnerabilidad de los aseguradores a estos cambios varían considerablemente entre las regiones.

Los sucesos extremos que se han producido recientemente han suscitado varias respuestas de los aseguradores, incluida una mayor atención prestada a las normas de construcción y a la preparación para casos de desastre. Las prácticas tradicionales de los aseguradores se habían basado sobre todo en el historial de la experiencia con el clima; sólo recientemente se han comenzado a utilizar modelos para predecir las pérdidas futuras relacionadas con el cambio climático, de modo que las posibilidades de sorpresa son reales. Los gobiernos cumplen una función fundamental como aseguradores o suministradores de ayuda en casos de desastre, especialmente en casos en que el sector privado considera que los riesgos no son asegurables. [15.2.7]

### 5.7. Regiones polares

Se espera que el cambio climático en la regiones polares sea de los más grandes de cualquier región de la Tierra. Los datos sobre el Ártico para el Siglo XX muestran una tendencia al calentamiento de hasta 5°C en extensas zonas terrestres (confianza muy alta), y un aumento de la precipitación (confianza baja). Hay algunas zonas de enfriamiento en el Canadá oriental. La superficie del hielo marino ha disminuido en un

2,9% por decenio, y la capa se ha afinado durante el período 1978-1996 (confianza alta). Se ha producido una disminución estadísticamente significativa en la extensión de las nieves de primavera sobre Eurasia desde 1915 (confianza alta). La parte subyacente del permafrost se ha reducido y se ha calentado (confianza muy alta). La capa de suelo de deshielo estacional sobre el permafrost se ha hecho más gruesa en algunas zonas, y han aparecido nuevas zonas de extenso deshielo del permafrost. *En la Antártida, se observa una marcada tendencia al calentamiento en la Península Antártica, con una espectacular pérdida de mesetas de hielo (confianza alta).* La extensión de vegetación terrestre más alta en la Península Antártica está aumentando (confianza muy alta). En otras partes, el calentamiento es menos definitivo. No se han producido cambios significativos en el hielo marino antártico desde 1973, aunque aparentemente se contrajo en más de 3° de latitud entre mediados del decenio de 1950 y principios del decenio de 1970 (confianza media). [16.1.3.2.]

*El Ártico es extremadamente vulnerable al cambio climático, y se prevé que rápidamente se producirán importantes impactos físicos, ecológicos y económicos.* Diversos mecanismos de retroalimentación provocarán una respuesta amplificada, con los consiguientes impactos sobre otros sistemas y personas. Habrá una composición diferente de las especies en la tierra y en el mar, desplazamientos de conjuntos de especies hacia los polos y graves perturbaciones para las comunidades de personas con estilos de vida tradicionales. *En las zonas desarrolladas del Ártico y donde el permafrost es rico en hielo, se requerirán medidas especiales para mitigar los impactos perjudiciales del deshielo, como graves daños a edificios y a la infraestructura de transporte (confianza muy alta).* El cambio climático producirá también consecuencias beneficiosas, como una menor demanda de energía para calefacción. La sustancial pérdida de hielo marino en el Océano Ártico favorecerá la apertura de rutas marítimas árticas y el ecoturismo, lo cual puede tener grandes repercusiones para el comercio y las comunidades locales. [16.2.5.3, 16.2.7.1, 16.2.8.1, 16.2.8.2]

*En la Antártida, los cambios climáticos proyectados generarán impactos que se producirán lentamente (confianza alta).* Dado que los impactos se producirán a lo largo de un período prolongado, continuarán mucho después que se hayan estabilizado las emisiones de GEI. Por ejemplo, habrá impactos lentos pero continuados sobre las capas de hielo y las pautas de circulación oceánica mundial, que serán irreversibles durante muchos siglos futuros y que provocarán cambios en otras partes del mundo, incluida una subida del nivel del mar. Se prevén nuevas pérdidas sustanciales de la banquisa alrededor de la Península Antártica. Las temperaturas más cálidas y las menores extensiones de hielo marino probablemente producirán cambios a largo plazo en la oceanografía física y la ecología del Océano Austral, con una actividad biológica intensificada y mayores tasas de crecimiento de los peces. [16.2.3.4, 16.2.4.2]

*Las regiones polares contienen importantes factores determinantes del cambio climático.* Se proyecta que la absorción de carbono del Océano Austral se reducirá sustancialmente como resultado de complejos procesos físicos y biológicos. Las emisiones de GEI de la tundra causadas por cambios en el contenido de agua, la descomposición de la turba expuesta, y el deshielo del permafrost aumentarán. Las reducciones en la extensión del hielo y la nieve, que son altamente reflectivos, aumentarán la magnitud del calentamiento (confianza muy alta). La refrigeración de las aguas

proveniente de mayores escorrentías del Ártico y mayores lluvias, la fusión de la banquisa de la Antártida, y la menor formación de hielos marinos hará más lenta las circulaciones termohalinas en el Atlántico Norte y en los Océanos meridionales y reducirá la ventilación de las aguas profundas de los océanos. [16.3.1]

*En los ecosistemas polares naturales se producirá una adaptación al cambio climático, principalmente por migración y cambios en las mezclas de especies.* Algunas especies quedarán amenazadas (por ejemplo, las morsas, las focas y los osos polares), mientras que otras prosperarán (por ejemplo los caribúes y los peces). Aunque esos cambios pueden perturbar muchos sistemas ecológicos locales y especies particulares, existe la posibilidad de que el cambio climático pronosticado pueda llegar a incrementar la productividad general de los sistemas naturales de las regiones polares. [16.3.2]

*Para las comunidades indígenas con estilos de vida tradicionales, las oportunidades de adaptación al cambio climático son limitadas (confianza muy alta).* Los cambios en el hielo marino, el carácter estacional de la nieve, los hábitat y la diversidad de las especies alimentarias afectarán las prácticas de caza y recolección y podrían amenazar tradiciones y formas de vida muy antiguas. Las comunidades tecnológicamente avanzadas probablemente se adaptarán con bastante facilidad al cambio climático, adoptando modalidades nuevas de transporte y aumentando las inversiones para aprovechar las ventajas de las nuevas oportunidades comerciales y de intercambio. [16.3.2]

## 5.8. Pequeños Estados Insulares

El cambio climático y la subida del nivel del mar plantean una grave amenaza a los Pequeños Estados Insulares (PEI) que existen en las regiones oceánicas de los océanos Pacífico, Índico y Atlántico, así como los mares Caribe y Mediterráneo. Entre las características de los PEI que aumentan su vulnerabilidad se incluyen su tamaño físico pequeño en relación con las grandes extensiones del océano; recursos naturales limitados; aislamiento relativo; extrema apertura de economías pequeñas que son sumamente sensibles a los choques externos y muy propensas a los desastres naturales y otros sucesos extremos; poblaciones con grandes densidades y en rápido crecimiento; infraestructura insuficientemente desarrolladas; y fondos, recursos humanos y aptitudes técnicas limitadas. Estas características limitan la capacidad de los PEI para mitigar los futuros cambios climáticos y la subida del nivel del mar, y para adaptarse a ellos. [17.1.2]

Muchos de los PEI ya están sufriendo los efectos de las actuales variaciones interanuales grandes en las condiciones oceánicas y atmosféricas. Como resultado de ello, las consecuencias más importantes e inmediatas para estos Estados probablemente guardarán relación con los cambios en los regímenes de lluvias, los balances de humedad del suelo, los vientos dominantes (velocidad y dirección), las variaciones a corto plazo en los niveles regionales y locales del mar, y las pautas de la acción de las olas. Estos cambios son manifiestos en las tendencias pasadas y presentes del clima y de la variabilidad del clima, con una tendencia ascendente en la temperatura media de hasta 0,1°C por decenio y una subida del nivel del mar de 2mm por año en las regiones de los océanos tropicales, que es donde están situados la mayoría de los PEI. El análisis de los datos de observación de diversas regiones indica un aumento en la temperatura del aire en la

superficie que ha sido mayor que el ritmo mundial de calentamiento, en particular en el Océano Pacífico y el Mar Caribe. Gran parte de la variabilidad de las precipitaciones registrada en las islas del Pacífico y del Caribe parece estar estrechamente relacionada con el comienzo del ENOA. No obstante, parte de esa variabilidad también puede atribuirse a los desplazamientos de la zona de convergencia intertropical y del Pacífico Sur, cuya influencia sobre las formas de variabilidad de las precipitaciones todavía no se conocen lo suficiente. La interpretación de las tendencias actuales del nivel del mar también está limitada por la insuficiencia de los registros de las observaciones, en particular de los mareómetros de control geodésico. [17.1.3]

### 5.8.1. La equidad y el desarrollo sostenible

*Aunque la contribución de los Pequeños Estados Insulares a las emisiones mundiales de GEI es insignificante, los impactos proyectados del cambio climático y la subida del nivel del mar en esos Estados probablemente serán graves.* Los impactos serán sentidos por muchas generaciones en razón de la baja capacidad de adaptación de los Pequeños Estados Insulares (PEI), la alta sensibilidad a los choques externos, y la alta vulnerabilidad a los desastres naturales. Los PEI tendrán grandes dificultades para adaptarse a estas cambiantes condiciones en forma sostenible. [17.2.1]

### 5.8.2. Zonas costeras

*Gran parte de los cambios en las costas que actualmente se producen en los Pequeños Estados Insulares se atribuye a las actividades humanas en la costa. La subida proyectada del nivel del mar de 5 mm por año durante los próximos 100 años, sobrepuesta a un mayor desarrollo de las costas, tendrá impactos negativos sobre las costas (confianza alta).* Esto, a su vez, incrementará la vulnerabilidad del medio ambiente costero al reducir la resistencia natural y aumentar el costo de la adaptación. Dado que la gravedad habrá de variar a nivel regional, el problema más grave para algunos de estos Estados será determinar si tendrán, dentro de sus propias fronteras nacionales, capacidad para adaptarse a la subida del nivel del mar. [17.2.2.1, 17.2.3]

### 5.8.3. Los ecosistemas y la diversidad biológica

*El cambio climático y la subida del nivel del mar que se proyectan para el futuro afectarán a los cambios en la composición de las especies y la competencia entre éstas.* Se estima que una de cada tres plantas amenazadas conocidas son endémicas de las islas, y que el 23% de las especies de aves que se encuentran en las islas están amenazadas. [17.2.5]

*La temperatura del aire y del mar y los niveles del mar en aumento tendrán efectos adversos sobre los arrecifes de coral, los manglares y los lechos de zosteras (confianza media).* Los episodios de calentamiento de la superficie del mar han provocado un gran estrés en las poblaciones de corales que están expuestas a un descoloramiento difundido. Los manglares, que son comunes en las costas y bahías cerradas ricas en sedimentos y nutrientes de baja energía de los trópicos, han sido alterados por las actividades humanas. Los cambios en el nivel del mar probablemente afectarán la migración hacia la tierra y a lo largo de las costas de los restos de bosques de manglares que protegen las costas y otros recursos. Un aumento en la TSM afectaría negativamente a las comunidades de zosteras, que están sometidas a estrés por la

contaminación y las escorrentías provenientes de tierra. Los cambios en estos sistemas probablemente tendrán efectos negativos sobre las poblaciones de peces que dependen de ellos para sus hábitat y lugares de cría [17.2.4]

#### 5.8.4. Recursos hídricos, agricultura y pesquerías

Los recursos hídricos y la agricultura son de importancia fundamental para la mayoría de los PEI, ya que los recursos de agua y tierras cultivables de estos Estados son limitados. Las comunidades dependen del agua de lluvia de las cuencas de captación y de un número limitado de depósitos de agua dulce. Además, las tierras cultivables, especialmente en las islas y atolones bajos, están concentradas en la costa o cerca de ella. Los cambios en la altura del nivel freático y la salinización del suelo como consecuencia de la subida del nivel del mar producirían estrés en muchos cultivos de alimentos básicos, como el taro.

Aunque la pesca es en su mayor parte artesanal o comercial en pequeña escala, es una actividad importante en la mayoría de las islas pequeñas y aporta una contribución significativa al consumo de proteínas de los habitantes de las islas. Muchos lugares de cría y hábitat de peces y mariscos, como los manglares, los arrecifes de coral, los lechos de zosteras y las lagunas saladas, estarán cada vez más amenazados por los

probables impactos del cambio climático proyectado. En muchos de estos Estados, los recursos hídricos, la agricultura y las pesquerías ya son sensibles a la variabilidad actualmente observada en las condiciones oceánicas y atmosféricas, y los impactos probablemente serán acentuados por los futuros cambios en el clima y el nivel del mar (confianza alta). [17.2.6, 17.2.8.1]

#### 5.8.5. Salud humana, asentamientos, infraestructura y turismo

Varios sistemas humanos de muchos Pequeños Estados Insulares probablemente sentirán los efectos de los cambios proyectados en el clima y los niveles del mar. La salud humana es un problema importante, teniendo en cuenta que muchas islas tropicales sufren una incidencia más alta de enfermedades transmitidas por el agua y por vectores atribuible a los cambios en la temperatura y la precipitación, que pueden estar vinculados al fenómeno ENOA, a las sequías, y a las crecidas. Los extremos climáticos también crean una enorme presión en algunas esferas del bienestar humano, y estas presiones probablemente aumentarán en el futuro. En los PEI, casi todos los asentamientos, la infraestructura socioeconómica y las actividades como el turismo están situados en las zonas costeras o cerca de ellas. El turismo es una importante fuente de ingresos y empleo en muchos de estos Estados (Tabla RT-13). Los cambios en los regímenes de temperatura

**Tabla RT-13:** Importancia del turismo en pequeños Estados y territorios insulares seleccionados.

País	Número de turistas (miles) <sup>a</sup>	Turistas como porcentaje de la población <sup>a</sup>	Ingresos del turismo <sup>b</sup>	
			como % del PIB	como % de las exportaciones
Antigua y Barbuda	232	364	63	74
Bahamas	1618	586	42	76
Barbados	472	182	39	56
Cabo Verde	45	11	12	37
Comores	26	5	11	48
Cuba	1153	11	9	n/a
Chipre	2088	281	24	49
Dominica	65	98	16	33
Fiji	359	45	19	29
Granada	111	116	27	61
Haití	149	2	4	51
Islas Salomón	16	4	3	4
Jamaica	1192	46	32	40
Maldivas	366	131	95	68
Malta	1111	295	23	29
Mauricio	536	46	16	27
Papua Nueva Guinea	66	2	2	3
República Dominicana	2211	28	14	30
Saint Kitts y Nevis	88	211	31	64
Samoa	68	31	20	49
San Vicente	65	55	24	46
Santa Lucía	248	165	41	67
Seychelles	130	167	35	52
Singapur	7198	209	6	4
Trinidad y Tabago	324	29	4	8
Vanuatu	49	27	19	41

a Los datos sobre entrada de turistas y relación con la población corresponden a 1997.

b Los datos sobre ingresos del turismo corresponden a 1997 para Bahamas, Cabo Verde, Islas Salomón, Jamaica, Maldivas, Malta, Mauricio, Samoa, Seychelles y Singapur; a 1996 para Antigua y Barbuda, Cuba, Dominica, Fiji, Granada, Haití, Papua Nueva Guinea, República Dominicana, Santa Lucía y San Vicente; a 1995 para Barbados, Comores, Chipre, Trinidad y Tabago y Vanuatu; y a 1994 para Saint Kitts y Nevis.

**Figura RT-9.** Tipos de adaptación al cambio climático, con ejemplos.

		Anticipativa	Reactiva
Sistemas naturales		X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en la duración de la estación de crecimiento</li> <li>• Cambios en la composición de los ecosistemas</li> <li>• Migración de los humedales</li> </ul>
	Privada		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra de las pólizas de seguros</li> <li>• Construcción de casas sobre pilotes</li> <li>• Nuevo diseño de plataformas petrolíferas</li> </ul>
Sistemas humanos	Pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de alerta temprana</li> <li>• Nuevas normas de edificación y normas de diseño</li> <li>• Incentivos para la reubicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pagos de indemnizaciones, subvenciones</li> <li>• Observancia de las normas de edificación</li> <li>• Mantenimiento de las playas</li> </ul>

y precipitación, así como la pérdida de playas, podrían tener efectos devastadores sobre las economías de muchos PEI (confianza alta). Dado que éstas zonas son muy vulnerables a los cambios climáticos y la subida del nivel del mar futuros, es importante proteger y cuidar las playas y los sitios aplicando programas que representen una utilización prudente de los recursos. Se ha determinado que la gestión integrada de las costas es un enfoque que podría ser conveniente para sostener la industria del turismo en muchos PEI. [17.2.7, 17.2.9]

**5.8.6. Patrimonio sociocultural y tradicional**

Ciertos patrimonios tradicionales de las islas (bienes y servicios) también estarán expuestos a riesgos provenientes del cambio climático y la subida del nivel del mar. Estos patrimonios incluyen las tecnologías tradicionales y de subsistencia (aptitudes y conocimientos) y la cohesión de las estructuras comunitarias, que en el pasado contribuyeron a fortalecer la resistencia de estas islas a diversos tipos de choques. Los cambios climáticos y la subida del nivel del mar, combinados con otras tensiones medioambientales, han destruido sitios culturales y espirituales singulares, acervos patrimoniales tradicionales e importantes zonas costeras protegidas de muchos Estados insulares del Pacífico. [17.2.10]

**6. Adaptación, desarrollo sostenible y equidad**

*La adaptación al cambio climático brinda la posibilidad de reducir en forma sostenible muchos de los impactos adversos de ese cambio y aumentar los impactos beneficiosos, aunque ambos tienen su costo y dejan daños residuales.* En los sistemas naturales, la adaptación se produce por reacción, mientras que en los sistemas humanos puede también ser previsor. En la Figura RT-9 se presentan tipos y ejemplos de adaptación al cambio climático. La experiencia en materia de adaptación a la variabilidad y los extremos climáticos muestra que en los sectores privado y público hay limitaciones a la realización del potencial de adaptación. La adopción y la eficacia de la adaptación privada, o impulsada por el mercado, en sectores y regiones está limitada por otras fuerzas, condiciones institucionales y diversas fuentes de fallos del mercado. Hay pocas pruebas de que las adaptaciones privadas se utilizarán para compensar los daños del cambio climático a

los ambientes naturales. En algunos casos, las medidas de adaptación podrían tener consecuencias imprevistas, incluido el daño al medio ambiente. Los costos ecológicos, sociales y económicos de depender de una adaptación autónoma de reacción a los efectos acumulativos del cambio climático son sustanciales. Muchos de estos costos pueden evitarse mediante una adaptación previsor y planeada. Con un diseño apropiado, muchas estrategias de adaptación pueden proporcionar beneficios múltiples a medio plazo y a más largo plazo. No obstante, hay límites a su aplicación y eficacia. El mejoramiento de la capacidad de adaptación reduce la vulnerabilidad de sectores y regiones al cambio climático, incluidos los extremos y la variabilidad, y de esa forma promueve el desarrollo sostenible y la equidad. [18.2.4, 18.3.4]

Con una planificación de previsión es posible reducir la vulnerabilidad y realizar las oportunidades relacionadas con el cambio climático, independientemente de la adaptación autónoma. La adaptación facilitada por los organismos públicos es una parte importante de la respuesta de la sociedad al cambio climático. La aplicación de políticas, programas y medidas de adaptación en general producirá beneficios inmediatos y futuros. Las adaptaciones al clima actual y a los riesgos relacionados con el clima (por ejemplo, sequías periódicas, tempestades, inundaciones y otros extremos) generalmente están en consonancia con la adaptación a las nuevas y cambiantes condiciones climáticas. Es probable que las medidas de adaptación se apliquen sólo si están en consonancia con las decisiones o programas que tratan del estrés no climático, o integradas en ellos. Las vulnerabilidades relacionadas con el cambio climático raramente se dan independientemente de las condiciones no climáticas. Los impactos de los estímulos climáticos se sienten a través de presiones económicas o sociales, y las adaptaciones al clima (por individuos, comunidades y gobiernos) se evalúan y realizan en el marco de estas condiciones. Los costos de la adaptación suelen ser marginales de otros costos de gestión o desarrollo. Para que sea efectiva, la adaptación al cambio climático debe tener en cuenta las presiones no climáticas y ajustarse a los criterios de las políticas, los objetivos de desarrollo y las estructuras de gestión existentes. [18.3.5, 18.4]

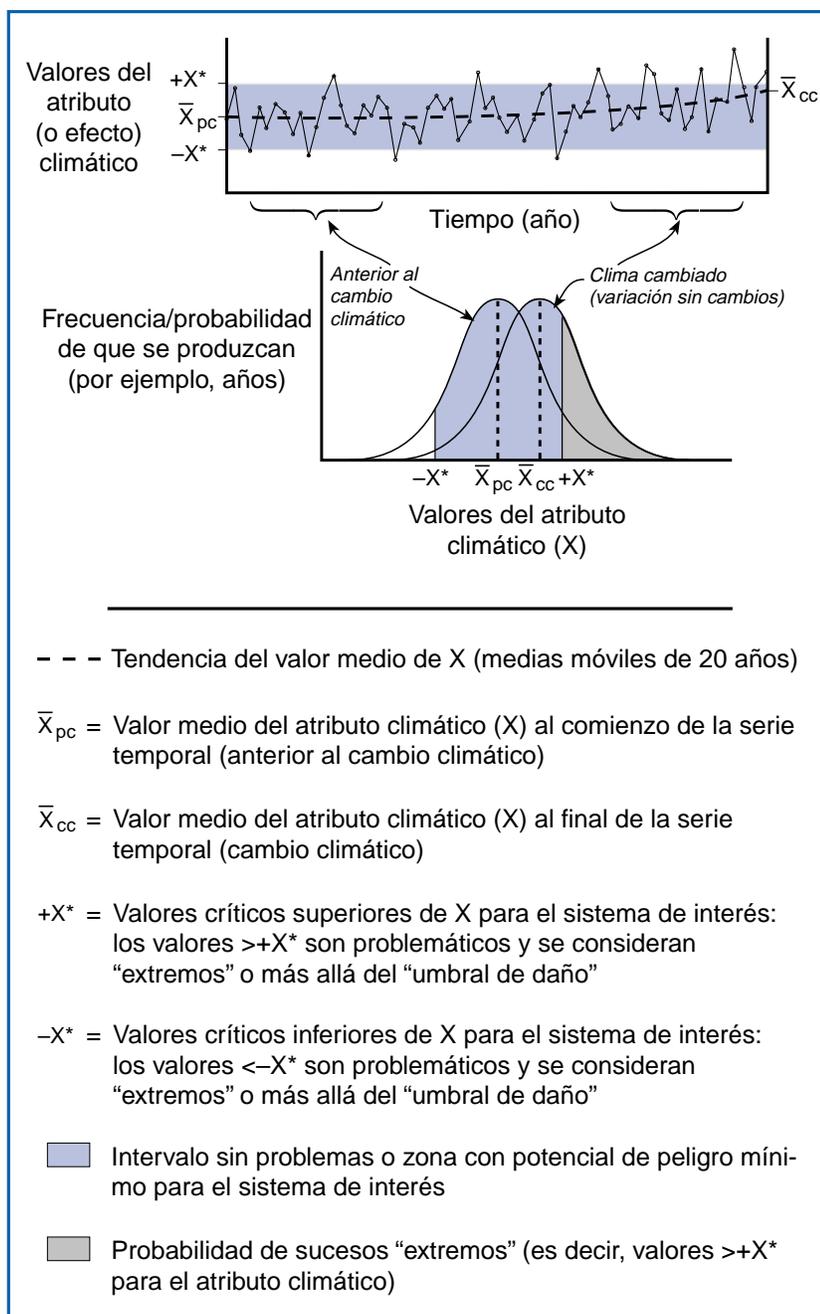
Las características del cambio climático más importantes para la vulnerabilidad y la adaptación tienen que ver con la variabilidad y los

extremos, y no simplemente con las nuevas condiciones medias (Figura RT-10). Las sociedades y las economías se han venido adaptando al clima desde hace siglos. La mayoría de los sectores, regiones y comunidades tienen una capacidad de adaptación razonable a los cambios en las condiciones medias, particularmente si los cambios son graduales. No obstante, las pérdidas provocadas por las variaciones y los extremos climáticos son sustanciales, y en algunos sectores están aumentando. Estas pérdidas indican que la adaptación autónoma no ha sido suficiente para contrarrestar los daños relacionados con las variaciones temporales en las condiciones climáticas. Las comunidades, por lo tanto, son más vulnerables y menos adaptables a los cambios en frecuencia y magnitud de las condiciones distintas de las medias, especialmente los extremos, que son inherentes al cambio climático. El grado en que las futuras adaptaciones logren

contrarrestar los impactos adversos del cambio climático dependerá del éxito de la adaptación a ese cambio, su variabilidad y sus extremos. [18.2.2]

### 6.1. Capacidad de adaptación

La capacidad de adaptación difiere considerablemente entre las regiones, los países y los grupos socioeconómicos, y cambiará a lo largo del tiempo. En la Tabla RT-14 se resumen las capacidades y medidas de adaptación por sector, y en la Tabla RT-15 se proporciona esta información para cada región abarcada por el TIE. Las regiones y comunidades más vulnerables están sumamente expuestas a efectos peligrosos del cambio climático y su capacidad de adaptación es limitada. La capacidad para adaptarse y hacer frente a los



**Figura RT-10.** Cambio climático, variabilidad, extremos e intervalo sin problemas.

Tabla RT-14: La adaptación y la capacidad, por sectores (conclusiones principales de los capítulos 4 a 9)

Sector	Conclusiones principales
<i>Recursos Hídricos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Los administradores de los recursos hídricos tienen experiencia en la adaptación al cambio. No obstante, la influencia general del cambio climático puede impedir la aplicación de algunas estrategias de adaptación tradicionales, y las adaptaciones disponibles con frecuencia no se utilizan.</li> <li>– La adaptación puede implicar la gestión del lado de la oferta (por ejemplo, modificación de la infraestructura o proyectos institucionales) y del lado de la demanda (cambio de la demanda o reducción del riesgo). Hay numerosas políticas “sin pesar”, que generan beneficios sociales netos independientemente del cambio climático.</li> <li>– El cambio climático es sólo una de las numerosas presiones que enfrenta la gestión de los recursos hídricos. En ninguna parte las decisiones sobre gestión de estos recursos se toman solamente para hacer frente al cambio climático, aunque éste se toma cada vez más en cuenta en los planes para la gestión futura. Algunas vulnerabilidades están fuera de la responsabilidad convencional de los administradores de recursos hídricos.</li> <li>– Las estimaciones de los costos económicos de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos dependen mucho de los supuestos que se utilicen en la adaptación. Quizá no se pueda aplicar una adaptación económicamente óptima debido a limitaciones relacionadas con la incertidumbre, las instituciones y la equidad.</li> <li>– Los sucesos extremos suelen ser catalizadores del cambio en la gestión de los recursos hídricos, al exponer las vulnerabilidades y aumentar la conciencia sobre los riesgos climáticos. El cambio climático modifica los indicadores de sucesos extremos y variabilidad, lo que complica la adopción de decisiones sobre adaptación.</li> <li>– La capacidad de adaptación también depende de la capacidad institucional, la filosofía de gestión de la riqueza, la escala temporal de la planificación, el marco jurídico y de organización, la tecnología y la movilidad de la población.</li> <li>– Los administradores de recursos hídricos necesitan actividades de investigación e instrumentos de gestión que permitan la adaptación a las incertidumbres y al cambio, más que la mejora de los escenarios climáticos.</li> </ul>
<i>Ecosistemas y sus servicios</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La adaptación a la pérdida de los servicios de algunos ecosistemas puede ser posible, especialmente en ecosistemas gestionados. No obstante, la adaptación a la pérdida de ecosistemas silvestres y biodiversidad puede ser difícil o imposible.</li> <li>– Hay una considerable capacidad de adaptación en la agricultura, incluidos los cambios en los cultivos y la sustitución de recursos, pero la adaptación al cambio climático en evolución y a una variabilidad interanual es incierta.</li> <li>– Las adaptaciones en la agricultura son posibles pero no se producirán sin considerables costos de transición y costos de equilibrio (o residuales).</li> <li>– Se prevén más impactos adversos en zonas en que el acervo de recursos es más pobre y la capacidad de los agricultores para adaptarse es más limitada.</li> <li>– En muchos países en que las tierras de pastoreo son importantes, la falta de infraestructura e inversión en gestión de recursos limita las opciones de adaptación.</li> <li>– La silvicultura comercial es adaptable; refleja un historial de decisiones de gestión a largo plazo en situaciones de incertidumbre. Se prevén adaptaciones en la gestión del uso de la tierra (silvicultura de especies seleccionadas) y en la gestión de los productos (elaboración-comercialización).</li> <li>– La adaptación en los países desarrollados será más fácil, mientras que en los países en desarrollo y los países en transición, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales, será más difícil.</li> </ul>
<i>Zonas costeras</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sin adaptaciones, las consecuencias del calentamiento mundial y la subida del nivel del mar serán desastrosas.</li> <li>– La adaptación de las costas no consiste únicamente en la selección de una de las opciones técnicas para responder a la subida del nivel del mar (las estrategias pueden ser de protección, acomodación o retirada). Es un proceso complejo e iterativo, más que una simple elección.</li> <li>– Las opciones de adaptación son más aceptables y efectivas cuando están incorporadas en la gestión de las zonas costeras, los programas de mitigación de los efectos de los desastres, la planificación del uso de la tierra, y las estrategias de desarrollo sostenible.</li> <li>– La elección del tipo de adaptación estará condicionada por las políticas y los objetivos de desarrollo existentes, por lo que los investigadores y los órganos normativos deberán buscar un marco comúnmente aceptable para la adaptación.</li> <li>– La capacidad de adaptación de los sistemas costeros a las perturbaciones tiene que ver con la resistencia de las costas, que tiene componentes morfológicos, ecológicos y socioeconómicos. El aumento de la resistencia, incluida la capacidad técnica, institucional, económica y cultural para hacer frente a los impactos, es una estrategia de adaptación particularmente conveniente dadas las incertidumbres relativas al futuro y el deseo de mantener las oportunidades de desarrollo.</li> <li>– Las comunidades costeras y los sectores económicos basados en los recursos marinos con exposición baja o capacidad de adaptación alta serán los menos afectados. Las comunidades con menos recursos económicos, infraestructura insuficiente, sistemas de transporte y comunicaciones menos desarrollados y sistemas de apoyo social más débiles tienen menos acceso a las opciones de adaptación y son más vulnerables.</li> </ul>

Tabla RT-14: (cont.)

Sector	Conclusiones principales
<i>Asentamientos humanos, energía e industria</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Los impactos más grandes y costosos del cambio climático se producen debido a los cambios en la probabilidad de que se produzcan sucesos extremos que superen la resistencia de diseño de los sistemas humanos.</li> <li>– Hay muchas opciones de adaptación para reducir la vulnerabilidad de los asentamientos. Ahora bien, los administradores urbanos, especialmente en los países en desarrollo, tienen tan poca capacidad para resolver problemas de actualidad (vivienda, saneamiento, agua y energía) que la gestión de los riesgos del cambio climático superan los medios de que disponen.</li> <li>– La falta de recursos financieros, las instituciones débiles, y la planificación inadecuada o errónea son importantes obstáculos a la adaptación en los asentamientos humanos.</li> <li>– La adaptación ambiental satisfactoria no se puede lograr sin una dirección de base local, técnicamente competente y que cuente con apoyo político.</li> <li>– La incertidumbre con respecto a la capacidad y la voluntad de responder impiden la evaluación de la adaptación y la vulnerabilidad.</li> </ul>
<i>Seguros y otros servicios financieros</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La adaptación de los servicios financieros y de seguros a corto plazo probablemente tendrá que ver con la cambiante frecuencia e intensidad de los sucesos meteorológicos extremos.</li> <li>– El aumento de los riesgos puede dar lugar a un mayor volumen de negocios tradicionales y el desarrollo de nuevos productos de gestión del riesgo financiero, pero la mayor variabilidad de los casos de pérdidas aumentaría la incertidumbre actuarial.</li> <li>– Las empresas de servicios financieros pueden adaptarse a las situaciones de choques externos, pero hay pocas pruebas de que el cambio climático se haya tenido en cuenta en las decisiones de inversión.</li> <li>– La capacidad de adaptación del sector financiero está influenciada por la intervención reguladora, la capacidad de las empresas para retirarse de mercados en riesgo y la política fiscal relativa a las reservas para casos de catástrofes.</li> <li>– La adaptación requerirá cambios en las funciones de la aseguración pública y privada. Los cambios en el momento, la intensidad, la frecuencia y la distribución espacial de las pérdidas relacionadas con el clima generarán una mayor demanda de los programas gubernamentales de seguros y de asistencia en casos de desastre que ya están sobrecargados.</li> <li>– Los países en desarrollo que tratan de adaptarse a tiempo enfrentan dificultades particulares, como una limitada disponibilidad de capital, escaso acceso a tecnología, y falta de programas gubernamentales.</li> <li>– Las adaptaciones de los aseguradores comprenden aumento de los precios, no renovación de las pólizas, cesación de las nuevas pólizas, limitación de las reclamaciones máximas, y aumento de las sumas deducibles, medidas que pueden tener graves efectos sobre la inversión en los países en desarrollo.</li> <li>– Los países desarrollados por lo general tienen una mayor capacidad de adaptación, incluidos los medios económicos para sufragar los costos y la tecnología.</li> </ul>
<i>Salud humana</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La adaptación comprende cambios en la sociedad, las instituciones, la tecnología o el comportamiento para reducir los posibles impactos negativos o aumentar los positivos. Hay numerosas opciones de adaptación, que se pueden aplicar a nivel de población, de comunidad o de personas.</li> <li>– La medida de adaptación más importante y eficaz en función del costo es la renovación de la infraestructura de salud pública, que en los últimos años se ha deteriorado en gran parte del mundo. Muchos problemas de salud y enfermedades que podrían acentuarse con el cambio climático pueden prevenirse efectivamente si se cuenta con recursos financieros y humanos adecuados para salud pública, incluidas la capacitación, la vigilancia y la respuesta en casos de emergencia, y los programas de prevención y control.</li> <li>– La eficacia de la adaptación dependerá de la oportunidad de su aplicación. La prevención “primaria” tiene por objeto reducir los riesgos antes de que se produzcan, mientras que las intervenciones secundarias apuntan a prevenir nuevos casos.</li> <li>– Entre los factores determinantes de la capacidad de adaptación a las amenazas del cambio climático figuran el nivel de los recursos materiales, la eficacia del gobierno y las instituciones civiles, la calidad de la infraestructura de salud pública, y la carga de enfermedades preexistente.</li> <li>– La capacidad de adaptación dependerá también de las investigaciones para comprender las vinculaciones entre el clima, las condiciones meteorológicas, los sucesos extremos y las enfermedades transmitidas por vectores.</li> </ul>

impactos del cambio climático es una función de la riqueza, los conocimientos técnicos y científicos, la información, las aptitudes técnicas, la infraestructura, las instituciones y la equidad. Los países con recursos económicos limitados, bajo nivel tecnológico, información y aptitudes técnicas insuficientes, infraestructura deficiente, instituciones inestables o débiles y habilitación y acceso a los recursos no equitativos tienen poca capacidad para adaptarse y son sumamente vulnerables. Los grupos y regiones con capacidad de adaptación limita-

da en cualquiera de estas dimensiones son más vulnerables a los daños del cambio climático, así como son más vulnerables a otros tipos de factores de tensión. [18.5, 18.7]

## 6.2. Desarrollo, sostenibilidad y equidad

Las actividades requeridas para aumentar la capacidad de adaptación son básicamente equivalentes a las necesarias para fomentar el de-

Tabla RT-15: Adaptación y capacidad, por regiones (conclusiones principales de los capítulos 10 a 17)

Región	Conclusiones principales
ÁFRICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Las medidas de adaptación podrían aumentar la flexibilidad y redundarían en beneficios netos en recursos hídricos (riego y reutilización del agua, gestión de acuíferos y aguas subterráneas, desalación), agricultura (cambios en los cultivos, tecnología, riego, cría de ganado), y silvicultura (regeneración de especies locales, cocinas eficientes en función de la energía, gestión comunitaria sostenible).</li> <li>– Sin adaptación, el cambio climático reducirá significativamente la red de reservas de vida silvestre al alterar los ecosistemas y provocar la emigración o la extinción de especies. Esta es una importante vulnerabilidad ecológica y económica de África.</li> <li>– Un criterio de riesgos compartidos entre los países fortalecerá las estrategias de adaptación, incluida la gestión de los desastres, la comunicación del riesgo, la evacuación de emergencia y la gestión cooperativa de los recursos hídricos.</li> <li>– La mayoría de los países de África son particularmente vulnerables al cambio climático debido a su limitada capacidad de adaptación resultante de la pobreza ampliamente extendida, las sequías periódicas, la distribución no equitativa de la tierra y la dependencia de la agricultura de secano.</li> <li>– El mejoramiento de la capacidad de adaptación requiere la participación local en la adopción de decisiones y la incorporación de la adaptación al clima en las estrategias más amplias de desarrollo sostenible.</li> </ul>
ASIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Las esferas prioritarias de la adaptación son la tierra y los recursos hídricos, la productividad alimentaria y la preparación y planificación para casos de desastre, particularmente para los países más pobres que dependen de los recursos.</li> <li>– Ya se requieren medidas de adaptación respecto de las vulnerabilidades relacionadas con la variabilidad del clima, la salud humana, los asentamientos costeros, la infraestructura y la seguridad alimentaria. La resistencia de la mayoría de los sectores de Asia al cambio climático es muy deficiente. La expansión del riego sería difícil y costosa en muchos países.</li> <li>– Para muchos países en desarrollo de Asia, el cambio climático es sólo uno de varios problemas que hay que resolver, incluidas las necesidades a muy corto plazo como la hambruna, el abastecimiento y la contaminación del agua, y la energía. Los recursos disponibles para la adaptación al clima son limitados. Las respuestas de adaptación están estrechamente vinculadas a las actividades de desarrollo, que deben tenerse en cuenta al evaluar opciones de adaptación.</li> <li>– Ya se han observado las primeras señales del cambio climático, que pueden ser más evidentes en uno o dos decenios. Si este plazo no se utiliza para diseñar y poner en práctica adaptaciones, puede que después sea demasiado tarde para evitar grandes trastornos. La adaptación a largo plazo requiere medidas de previsión.</li> <li>– Se dispone de una amplia gama de medidas prudentes en los planos regional y nacional para reducir los impactos económicos y sociales de los desastres. Estas estrategias incluyen el aumento del conocimiento de la situación y la expansión de la industria de los seguros.</li> <li>– El desarrollo de estrategias de adaptación eficaces requiere la participación local, la inclusión de las percepciones de la comunidad, y el reconocimiento de las múltiples presiones que afectan a la gestión sostenible de los recursos.</li> <li>– Las capacidades de adaptación varían entre los países, en función de su estructura social, su cultura, la capacidad económica y el grado de perturbación del medio ambiente. Los factores de limitación comprenden bases magras de recursos e infraestructura, pobreza y disparidades de ingresos, instituciones débiles y tecnología limitada.</li> <li>– El reto que se plantea en Asia consiste en identificar oportunidades para facilitar el desarrollo sostenible con estrategias que den a los sectores sensibles resistencia a la variabilidad del clima.</li> <li>– Las estrategias de adaptación serían mejores si se adoptara un criterio más orientado a los sistemas, haciendo hincapié en las múltiples presiones interactivas y dependiendo menos de los escenarios climáticos.</li> </ul>
AUSTRALIA Y NUEVA ZELANDIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Se necesitan adaptaciones para la gestión de los riesgos de la variabilidad y los extremos climáticos. Las comunidades pastorales y su economía tienen considerable adaptabilidad, pero son vulnerables a todo aumento en la frecuencia y la duración de las sequías.</li> <li>– Las opciones de adaptación comprenden la gestión de los recursos hídricos, las políticas y prácticas de uso de la tierra, las normas técnicas para la infraestructura, y los servicios de salud.</li> <li>– Las adaptaciones serán viables sólo si son compatibles con el entorno ecológico y socioeconómico más amplio, tienen efectos sociales y económicos netos, y son realizadas por los interesados.</li> <li>– Las respuestas de adaptación pueden estar limitadas por horizontes, conflictivos entre ellos, de planificación a corto y largo plazo.</li> <li>– Las comunidades más pobres, incluidos muchos asentamiento indígenas, son particularmente vulnerables a los peligros relacionados con el clima y las tensiones sobre la salud porque suelen estar en zonas expuestas y tener menos recursos adecuados de vivienda y atención de la salud, y otros recursos necesarios para la adaptación.</li> </ul>

Tabla RT-15: (cont.)

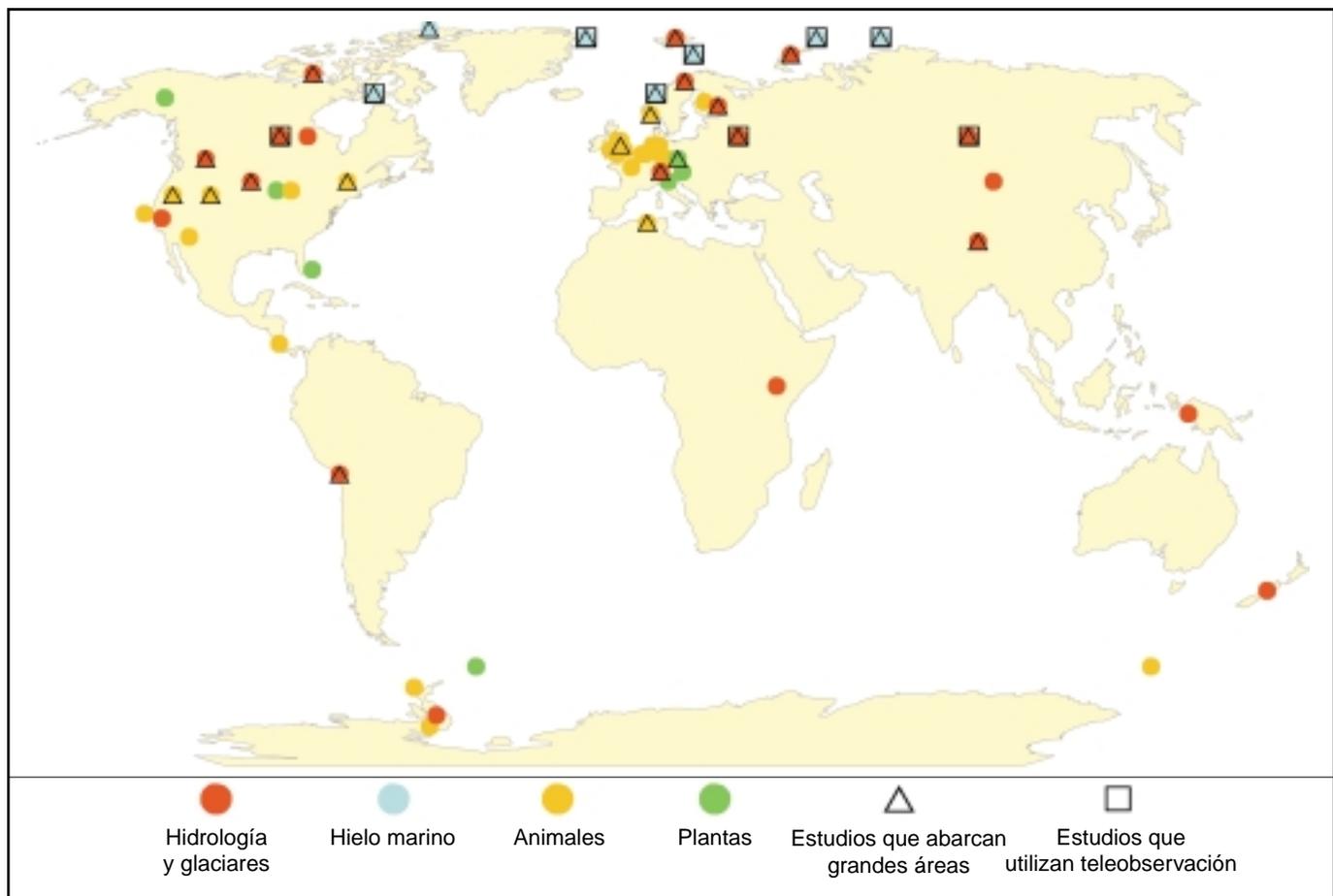
Región	Conclusiones principales
EUROPA	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Las posibilidades de adaptación de los sistemas socioeconómicos son relativamente altas debido a las firmes condiciones económicas, la población estable (con capacidad para migrar), y sistemas de apoyo políticos, institucionales y tecnológicos bien desarrollados.</li> <li>– La respuesta de las actividades humanas y el medio ambiente natural a las actuales perturbaciones meteorológicas proporciona una guía de las sensibilidades críticas en las condiciones del cambio climático futuro.</li> <li>– La adaptación en los bosques requiere planificación a largo plazo; es poco probable que las medidas de adaptación se pongan en práctica en el momento oportuno.</li> <li>– Los análisis a nivel de las explotaciones agrícolas muestran que si la adaptación se aplica plenamente es posible que los efectos adversos se reduzcan mucho.</li> <li>– La adaptación de los sistemas naturales es en general baja.</li> <li>– Las zonas más marginales y menos ricas tendrán menos posibilidades de adaptarse; por lo tanto, sin políticas de respuesta adecuadas, el cambio climático puede dar lugar a grandes desigualdades.</li> </ul>
AMÉRICA LATINA	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Las medidas de adaptación pueden reducir las pérdidas relacionadas con el clima en la agricultura y la silvicultura.</li> <li>– Hay oportunidades para adaptarse a la escasez de agua y las inundaciones mediante la gestión de los recursos hídricos.</li> <li>– Las medidas de adaptación en el sector de las pesquerías incluyen el cambio de las especies capturadas y el aumento de los precios para reducir las pérdidas.</li> </ul>
AMÉRICA DEL NORTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Las tensiones sobre los sistemas sociales y económicos provenientes de los rápidos cambios en el clima y el nivel del mar harán más apremiante la necesidad de adoptar estrategias de adaptación explícitas. En algunos casos, la adaptación puede redundar en beneficios netos, especialmente si el cambio climático se produce lentamente.</li> <li>– Los interesados de la mayoría de los sectores creen que se dispone de la tecnología para la adaptación, aunque con cierto costo social y económico.</li> <li>– Se prevé que la adaptación tendrá más éxito en la agricultura y la silvicultura. No obstante, las adaptaciones para los recursos hídricos, la salud, los alimentos, la energía y las ciudades probablemente requerirán importantes cambios institucionales y en la infraestructura.</li> <li>– En el sector de los recursos hídricos, las adaptaciones a los cambios estacionales en las escorrentías incluyen el almacenamiento, la gestión conjunta del abastecimiento, y los transvases. Quizá no sea posible continuar los altos niveles actuales de fiabilidad del abastecimiento de agua, especialmente con las transferencias a usos de alto valor. Las medidas de adaptación, como los “mercados de agua”, pueden crear problemas de accesibilidad y conflictos en cuanto a las prioridades en la asignación de los recursos.</li> <li>– Las adaptaciones como los diques y los embalses suelen ser satisfactorias para la gestión de la mayoría de las variaciones meteorológicas, pero pueden aumentar la vulnerabilidad a los sucesos más extremos.</li> <li>– Hay un potencial moderado de adaptación mediante programas de conservación que protegen ecosistemas particularmente amenazados, como las zonas alpinas y los humedales altos. Puede que sea difícil o imposible contrarrestar los impactos adversos sobre los sistemas acuáticos.</li> </ul>
PEQUEÑOS ESTADOS INSULARES	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La necesidad de adaptación es cada vez más apremiante, aun en el caso de que se apliquen rápidamente acuerdos mundiales para reducir las emisiones futuras.</li> <li>– La mayoría de las adaptaciones estará a cargo de las poblaciones y comunidades que habitan esos países insulares; el apoyo de los gobiernos es esencial para aplicar medidas de adaptación.</li> <li>– Para progresar habrá que integrar estrategias adecuadas de reducción del riesgo con otras iniciativas de política sectorial en esferas como la planificación del desarrollo sostenible, la prevención y gestión de los desastres, la gestión integrada de las zonas costeras, y la planificación de la asistencia sanitaria.</li> <li>– Las estrategias para la adaptación a la subida del nivel del mar son retirada, acomodación, y protección. Las medidas como la retirada a tierras más altas, la elevación de la tierra y el uso de barreras para los edificios parecen tener poca utilidad práctica, especialmente cuando el tamaño físico impone limitaciones.</li> <li>– Las medidas para reducir la gravedad de las amenazas para la salud comprenden programas de educación sanitaria, instalaciones para la asistencia sanitaria, alcantarillado y gestión de desechos sólidos, y planes de preparación para casos de desastre.</li> <li>– Los isleños han desarrollado cierta capacidad de adaptación aplicando conocimientos tradicionales, tecnologías apropiadas para la localidad, y prácticas habituales. No obstante, la capacidad general de adaptación es baja debido al tamaño físico de las naciones, que limita el acceso a capital y tecnología, la escasez de aptitudes de los recursos humanos, la falta de seguridad jurídica en la tenencia, el hacinamiento y el limitado acceso a recursos de construcción.</li> <li>– Muchas islas pequeñas requieren asistencia externa financiera, técnica y de otro tipo para adaptarse. La capacidad de adaptación podrían realizarse mediante la cooperación regional y la mancomunación de los recursos limitados.</li> </ul>

Tabla RT-15: (cont.)

Región	Conclusiones principales
REGIONES POLARES	<ul style="list-style-type: none"> <li>– En los ecosistemas polares naturales, la adaptación se producirá por migración y cambios en las mezclas de especies. Algunas, como las morsas, las focas y los osos polares quedarán amenazadas; otras, como los peces, podrían prosperar.</li> <li>– El potencial de adaptación es limitado en las comunidades indígenas con estilos de vida tradicionales.</li> <li>– Las comunidades tecnológicamente desarrolladas probablemente se adaptarán bastante rápidamente, aunque las grandes inversiones de capital necesarias pueden resultar en un aumento de los costos para mantener los estilos de vida.</li> <li>– La adaptación depende de los avances tecnológicos, la planificación institucional, la disponibilidad de financiación y el intercambio de información.</li> </ul>

sarrollo sostenible. El mejoramiento de la capacidad de adaptación es una condición necesaria para reducir la vulnerabilidad, en particular para las regiones, naciones y grupos socioeconómicos más vulnerables. Muchos sectores y regiones que son vulnerables al cambio climático también están sujetos a la presión de fuerzas como el crecimiento de

la población y el agotamiento de los recursos. La adaptación al clima y los objetivos de sostenibilidad se pueden fomentar a la vez mediante cambios en las políticas que alivien la presión sobre los recursos, mejoren la gestión de los riesgos medioambientales y aumenten la capacidad de adaptación. La adaptación al clima y los objetivos de



**Figura RT-11.** Lugares en donde los estudios sistemáticos a largo plazo cumplen los criterios estrictos, y en los que se documentan los impactos recientes del cambio climático regional relacionados con la temperatura sobre los sistemas físico y biológico. Los datos sobre hidrología, pérdida de volumen de los glaciares y hielo marino representan tendencias de decenios a siglos. Los datos sobre los ecosistemas terrestre y marino representan tendencias de al menos dos decenios. Los estudios de teleobservación abarcan grandes áreas. Los datos se refieren a un solo impacto o a impactos múltiples que corresponden a los mecanismos conocidos de respuesta, de los sistemas físico y biológico, a los cambios regionales observados de la temperatura. Se escogió en el mapa un lugar representativo para los impactos que en los informes disponibles abarcan grandes áreas.

equidad se pueden fomentar juntos mediante iniciativas para promover el bienestar de los miembros más pobres de la sociedad, por ejemplo, mejorando la seguridad alimentaria, facilitando el acceso a agua de uso seguro y a la asistencia sanitaria, y proporcionando amparo y acceso a otros recursos. Las decisiones, actividades y programas de desarrollo juegan un papel importante en la modificación de la capacidad de adaptación de comunidades y regiones, y sin embargo por lo general no tienen en cuenta los riesgos de la variabilidad y el cambio climático. La inclusión de los riesgos climáticos en el diseño y la ejecución de iniciativas de desarrollo es necesaria para reducir la vulnerabilidad y aumentar la sostenibilidad. [18.6.1]

## 7. Cuestiones de ámbito mundial y síntesis

### 7.1. Detección de los impactos del cambio climático

Las pruebas obtenidas mediante observación indican que los cambios climáticos del siglo XX ya han afectado a diversos conjuntos de sistemas físicos y biológicos. Entre los ejemplos de cambios observados que tienen que ver con el clima figuran el retroceso de los glaciares; el deshielo del permafrost; los cambios en las fechas de formación y rotura de los hielos de ríos y lagos; los aumentos en las precipitaciones y la intensidad de las lluvias en la mayoría de las latitudes medias y altas del hemisferio septentrional; el alargamiento de las temporadas de crecimiento; y el adelanto de las fechas de florecimiento de los árboles, la aparición de insectos y la puesta de huevos por las aves. Las vinculaciones estadísticamente significativas entre estos cambios en el clima regional y los cambios observados en los sistemas

físicos y biológicos se han documentado para los ambientes de agua dulce, marinos y terrestres en todos los continentes. [19.2]

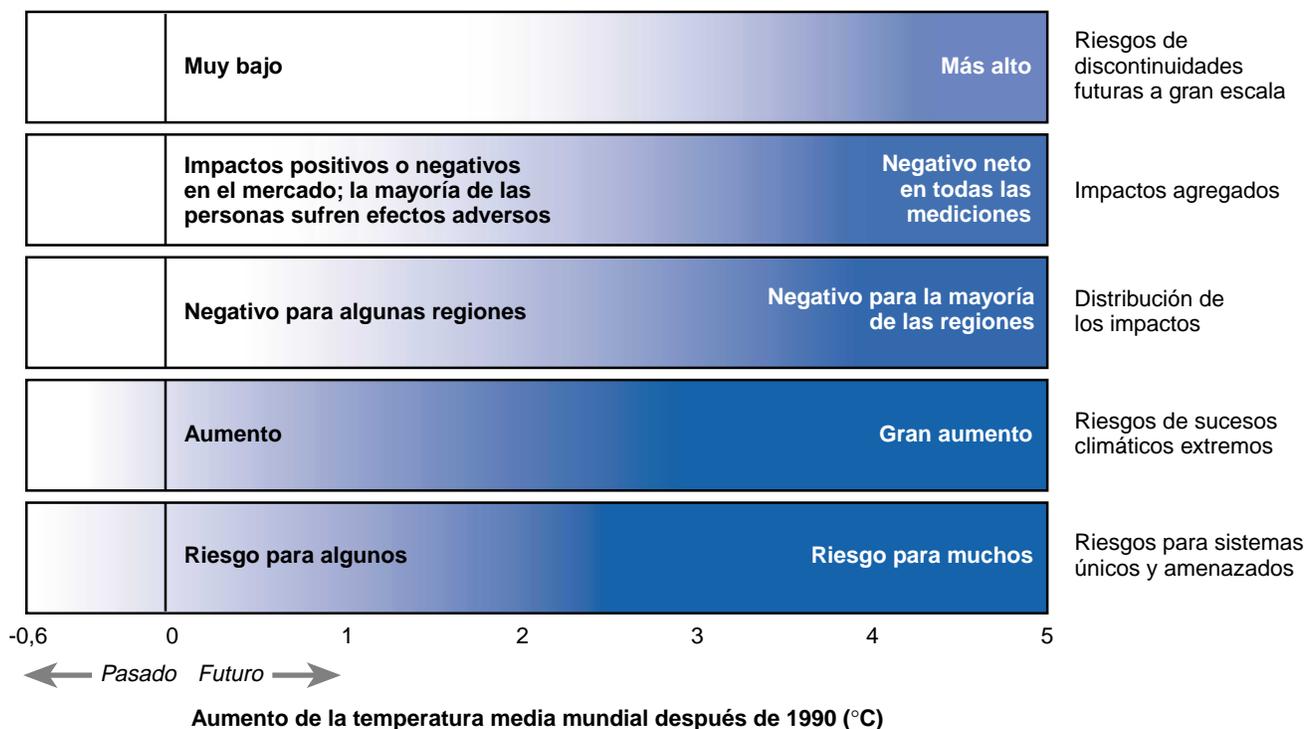
La existencia de causas múltiples (por ejemplo, cambios en uso de la tierra, contaminación) hace que la atribución de muchos impactos observados al cambio climático regional constituya una tarea compleja. No obstante, los estudios de sistemas sujetos a importantes cambios climáticos regionales, y con sensibilidades conocidas a esos cambios, han determinado cambios que se ajustan a relaciones bien establecidas entre el clima y los procesos físicos o biológicos (por ejemplo, cambios en el balance energético de los glaciares, desplazamientos de los límites de las áreas que ocupan los animales y las plantas cuando las temperaturas exceden los umbrales fisiológicos) en aproximadamente el 80% de los casos biológicos y un 99% en los casos físicos. En la Tabla RT-16 se muestran ~450 cambios en procesos o especies que se han relacionado con cambios en las temperaturas regionales. En la Tabla RT-11 se indican los lugares en donde los estudios han documentado los impactos de los cambios en las temperaturas regionales. Estas coincidencias aumentan la confianza en las relaciones entre los cambios en el clima regional y los cambios observados en los sistemas físicos y biológicos. Sobre la base de los cambios observados, hay una confianza alta en que los cambios climáticos del Siglo XX han tenido impactos discernibles en muchos sistemas físicos y biológicos. Los cambios en la biota y los sistemas físicos observados en el siglo XX indican que estos sistemas son sensibles a cambios climáticos que son pequeños en relación con los cambios que se han proyectado para el siglo XXI. Esta alta sensibilidad de los sistemas biológicos a los cambios climáticos a largo plazo también está demostrada en el historial paleontológico. [19.2.2.]

**Tabla RT-16:** Número de especies y procesos en estudios asociados con los cambios de temperatura regional.<sup>a</sup>

Región	Glaciares, Cobertura de nieve/fusión de nieve, Lagos/hielo de corrientes de agua <sup>b</sup>				Vegetación	Invertebrados	Anfibios y reptiles		Aves	Mamíferos		
	1	0	—	—			—	—		—	—	—
África	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Antártida	3	2	2	0	—	—	—	—	3	0	—	—
Asia	14	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Australia	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Europa	29	4	41	3	47	1	7	0	368	92	7	0
América del Norte	36	4	12	0	—	—	—	—	17	0	3	0
América Latina	3	0	—	—	—	—	22	0	15	0	—	—
Total	87	10	55	3	47	1	29	0	400	92	10	0

a Las columnas representan el número de especies y procesos, en cada región, que fueron encontrados en cada estudio particular asociado con los cambios de temperatura regional. Para ser incluido en la tabla, cada estudio necesita mostrar que las especies o procesos han ido cambiando a lo largo del tiempo y que también la temperatura regional ha cambiado paulatinamente. La mayoría de los estudios también indican que hay una relación entre los cambios en las especies o procesos y la temperatura. El primer número indica la cantidad de especies o procesos que han cambiado de la manera prevista en función del calentamiento mundial. El segundo número es la cantidad de especies o procesos que han cambiado de una manera opuesta a lo que se previó en función del calentamiento del planeta. Las celdas sin cifras indican que no se han encontrado estudios para esa región o categoría.

b El hielo marino no ha sido incluido.



**Figura RT-12.** Impactos o riesgos del cambio climático, según motivo de preocupación. Cada hilera corresponde a un motivo de preocupación, y el sombreado corresponde a la gravedad del impacto o riesgo. El color blanco significa ningún riesgo ni impacto o virtualmente neutro, el color azul claro significa impactos algo negativos o riesgos bajos, y el color azul oscuro significa impactos más negativos o riesgos más altos. Las temperaturas mundiales medias en el siglo XX aumentaron en 0,6°C y dieron lugar a algunos efectos. Los impactos se trazan en relación con los aumentos en la temperatura media mundial después de 1990. Esta figura trata sólo de la forma en que cambian los impactos o los riesgos cuando se cruzan los umbrales de aumento en la temperatura media mundial, y no de la forma en que los impactos o los riesgos cambian con diferentes ritmos de cambio climático. Estas temperaturas deben considerarse como indicaciones aproximadas de impactos, y no como umbrales absolutos.

Las indicaciones de los impactos del cambio climático regional serán más claras en los sistemas físico y biótico que en los sistemas sociales y económicos, que simultáneamente están sometidos a muchas presiones complejas no relacionadas con el clima, como el crecimiento de la población y la urbanización. Las indicaciones preliminares parecen indicar que algunos sistemas sociales y económicos han sido afectados en parte por los cambios climáticos regionales del siglo XX (por ejemplo, mayores daños de inundaciones y sequías en algunos lugares, con aparentes aumentos en los efectos sobre los seguros). Las explicaciones coincidentes o diferentes para muchos de los impactos regionales observados resultan en un grado de confianza sólo bajo a medio cuando se trata de determinar si el cambio climático está afectando a estos sistemas. [19.2.2.4]

## 7.2. Cinco motivos de preocupación

Algunos de los conocimientos actuales sobre los impactos del cambio climático, la vulnerabilidad y la adaptación se sintetizan en esta sección

en función de cinco motivos de preocupación: sistemas únicos y amenazados, impactos mundiales agregados, distribución de los impactos, sucesos meteorológicos extremos, y sucesos singulares a gran escala. El examen de estos motivos de preocupación contribuye a comprender las vulnerabilidades y los beneficios potenciales relacionados con el cambio climático inducido por la actividad humana, lo cual puede facilitar las deliberaciones de los entes normativos sobre lo que puede constituir una interferencia peligrosa en el sistema climático en el contexto del artículo 2 de la CMCC. Ninguna dimensión tiene más importancia que otra.

En la Figura RT-12 se presentan conclusiones cualitativas sobre los impactos del cambio climático relacionados con los motivos de preocupación. Con un aumento pequeño en las temperaturas medias mundiales<sup>3</sup>, algunas de las causas de preocupación muestran un potencial de efectos negativos, mientras que otras muestran pocos impactos adversos o riesgos. Con mayores aumentos de la temperatura, todos los tipos de pruebas muestran un potencial de impactos adversos, que

<sup>3</sup> Los intervalos de aumento de la temperatura mundial media de 0° a 2°, 2° a 3°, y >3°C relativos a 1990 se denominan pequeños, moderados y grandes, respectivamente. El intervalo relativamente grande de los resultados denominados "pequeños" se debe a que en las publicaciones no se trata adecuadamente un calentamiento de 1° a 2°C. Estas magnitudes de cambio en la temperatura media mundial deben considerarse indicadores aproximados del momento en que se puede producir un impacto; no tienen por objeto definir umbrales absolutos o describir todos los aspectos pertinentes de los impactos del cambio climático, como el ritmo del cambio en el clima y los cambios en las precipitaciones, los sucesos climáticos extremos, o los efectos retrasados (latentes) como la subida del nivel del mar.

pasan a ser más negativos para todas las motivaciones de preocupación a medida que aumentan las temperaturas. El grado de confianza es alto en esta relación general entre los impactos y los cambios en la temperatura, pero es generalmente bajo en las estimaciones de los umbrales de cambio en la temperatura en que se producirían las diferentes categorías de impactos. [19.8]

### 7.2.1. Sistemas únicos y amenazados

Los aumentos pequeños en la temperatura media mundial pueden causar daños significativos e irreversibles a algunos sistemas y especies, inclusive posibles pérdidas en los planos local, regional o mundial. Algunas especies de plantas y animales, sistemas naturales y asentamientos humanos son muy sensibles al clima y probablemente sufrirán efectos adversos de los cambios climáticos relacionados con escenarios de calentamiento medio mundial de <math>1^{\circ}\text{C}</math>. Los impactos negativos para las especies y los sistemas serían más numerosos y más graves en el caso de cambios climáticos que se producirían con un calentamiento medio mundial de  $1^{\circ}\text{C}$  a  $2^{\circ}\text{C}$  y es muy probable que fueran aún más numerosos y graves a temperaturas más altas. Cuanto mayores sean el ritmo y la magnitud de los cambios de temperatura y otros cambios climáticos, mayor será la probabilidad de que se excedan los umbrales críticos de los sistemas. Muchos de estos sistemas amenazados están expuestos a los riesgos del cambio climático porque hacen frente a presiones no relacionadas con el clima, como las provenientes del uso humano de la tierra, los cambios en uso de la tierra y la contaminación. [19.3]

*Las especies que pueden estar amenazadas de extinción en el plano local o mundial por los cambios en el clima que pueden acompañar a un aumento pequeño de la temperatura media mundial incluyen a las especies en peligro crítico de extinción en general, las especies que ocupan espacios pequeños y con bajas densidades de población, las especies con requisitos de hábitat especiales, y las especies cuyos hábitat están fragmentados en su distribución, en particular si están expuestas a las presiones del uso humano de la tierra y los cambios en la cobertura vegetal.* Ejemplos de especies que pueden estar amenazadas por los cambios pequeños son las aves de los bosques de Tanzania, el quetzal resplandeciente de América Central, el gorila de montaña de África, los anfibios que son endémicos en los bosques nubosos de los neotrópicos, el oso de anteojos de los Andes, el tigre de Bengala y otras especies que son endémicas en los humedales de Sundarban, y las especies de plantas sensibles a las precipitaciones que son endémicas en el *Cabo Floral Kingdom* de Sudáfrica. Los ecosistemas naturales que pueden estar amenazados incluyen los arrecifes de coral, los manglares y otros humedales costeros; los ecosistemas de montaña que están confinados a las zonas de los 220 a los 300 metros superiores de las zonas montañosas; los humedales de llanura, las tierras de pastoreo nativas que aún quedan; los hábitat de peces de agua fría y algunos de agua fresca; los ecosistemas situados sobre el permafrost; y los ecosistemas de los bordes del hielo que constituyen los hábitat de los osos polares y los pingüinos. Los asentamientos humanos que pueden estar expuestos a serios riesgos por los cambios en el clima y el nivel del mar que podrían ser imputables a un promedio de calentamiento de mediano a grande son los de zonas costeras bajas y las islas, las llanuras inundables y las laderas de montañas, en particular aquellos que tienen una situación social baja, como los asentamientos precarios y otros asentamientos informales. Otros

asentamientos que podrían estar amenazados son los de pueblos tradicionales que dependen mucho de recursos naturales sensibles al cambio climático. [19.3]

### 7.2.2 Impactos agregados

*Con un aumento pequeño de la temperatura, los impactos agregados del sector del mercado podrían ascender a más o menos unos pocos puntos porcentuales del PIB mundial (confianza media); los impactos agregados fuera del mercado podrían ser negativos (confianza baja).* Los impactos netos pequeños se deben principalmente a que las economías desarrolladas, muchas de las cuales podrían tener impactos positivos, contribuyen con la mayor parte de la producción mundial. Al aplicar una ponderación mayor a los impactos en los países más pobres a fin de reflejar las preocupaciones por la equidad, sin embargo, el resultado sería impactos agregados netos negativos, aun con un calentamiento mediano. También es posible que una mayoría de la población resulte negativamente afectada en los escenarios de cambio climático de este intervalo, aun si el impacto monetario agregado neto es positivo. Con aumentos de la temperatura medianos a más altos, los beneficios tienden a decrecer y los daños a aumentar, de modo que el cambio neto en el bienestar económico mundial pasa a ser negativo, y cada vez más negativo con un calentamiento mayor (confianza media). Algunos sectores, como los recursos hídricos y costeros, podrían tener impactos negativos en los países desarrollados y en desarrollo. Otros sectores, como la agricultura y la salud humana, podrían tener impactos netos positivos en algunos países y negativos en otros. [19.5]

Los resultados son sensibles a los supuestos sobre cambios en el clima regional, los niveles de desarrollo, la capacidad de adaptación, los ritmos del cambio, la valoración de los impactos, y los métodos utilizados para agregar las pérdidas y ganancias, incluida la elección de la tasa de actualización. Además, estos estudios no tienen en cuenta factores que podrían ser importantes, como los cambios en los sucesos extremos, las respuestas ventajosas y complementarias a la amenaza de sucesos extremos no desencadenados por factores relacionados con el clima, los efectos acumulativos de tensiones múltiples, o la reacción contradictoria o complementaria a esas tensiones. Dado que estos factores todavía no se han tenido en cuenta en las estimaciones de los impactos agregados, y que las estimaciones no incluyen todas las categorías posibles de impactos, en particular los impactos no relacionados con el mercado, las estimaciones de los impactos agregados del cambio climático sobre el bienestar económico se consideran incompletas. Dadas las incertidumbres de las estimaciones agregadas, no se puede excluir la posibilidad de efectos negativos con aumentos pequeños de la temperatura. [19.5]

### 7.2.3. Distribución de los impactos

*Los países en desarrollo tienden a ser más vulnerables al cambio climático que los países desarrollados (confianza alta). Los países en desarrollo sufrirán más impactos adversos que los países desarrollados (confianza media). Un aumento pequeño de la temperatura podría tener impactos negativos sobre algunos sectores de los mercados de muchos países en desarrollo (confianza media) e impactos netos positivos sobre algunos sectores de los mercados de muchos países desarrollados (confianza media).* Los resultados diferentes se atribuyen en

parte a las diferencias en las exposiciones y las sensibilidades (por ejemplo, las temperaturas actuales están por debajo de las óptimas a latitudes medias y altas para muchos cultivos, pero en el nivel óptimo o por encima de él a latitudes bajas) y en parte a la menor capacidad de adaptación de los países en desarrollo en relación con los países desarrollados. Con un aumento mediano de la temperatura, los impactos netos positivos comenzarían a ser negativos y los impactos negativos se acentuarían (confianza alta). Los resultados de estos estudios no tienen plenamente en cuenta los impactos del cambio climático no relacionados con el mercado, como los impactos sobre los sistemas naturales, que pueden ser sensibles a un calentamiento de pequeña magnitud. Las regiones particularmente vulnerables son, entre otras, las regiones de deltas, los pequeños Estados insulares bajos, y muchas regiones áridas en que las sequías y la disponibilidad de agua son problemáticas aun sin un cambio en el clima. Dentro de las regiones o los países, los impactos afectarán más fuertemente, en términos relativos, a las personas empobrecidas. Los miembros más pobres de la sociedad pueden ser considerados los más vulnerables al cambio climático en razón de su falta de recursos para hacer frente a los impactos y adaptarse a ellos, pero son pocos los estudios que han examinado explícitamente la distribución de los impactos sobre los pobres en relación con otros sectores de la sociedad. [19.4]

*Los impactos sobre los sistemas no sometidos a gestión probablemente serán más graves con el transcurso del tiempo, pero los impactos sobre los sistemas sometidos a gestión podrían aumentar o disminuir durante el siglo XXI. La distribución de los impactos en el Siglo XXI está influenciada por varios factores.* A medida que aumenten las concentraciones de GEI, la magnitud de la exposición al cambio en los estímulos del clima también sería mayor. Las presiones no climáticas sobre los sistemas naturales y sociales, que aumentarían la vulnerabilidad de los sistemas, también podrían aumentar con el transcurso del tiempo como resultado del crecimiento de la población y las mayores demandas de tierra, agua, infraestructura pública y otros recursos. El aumento de la población, los ingresos y la riqueza también significa que más personas y recursos artificiales podrían quedar expuestos al cambio climático, lo que tendería a incrementar los daños en el mercado en términos de dólares absolutos; éste ha sido el caso en el pasado. En contraposición a estas tendencias, hay factores como la mayor riqueza y la tecnología y las mejores instituciones, que pueden aumentar la capacidad de adaptación y reducir la vulnerabilidad. [8, 19.4]

El aumento o la disminución de los impactos y la vulnerabilidad con el paso del tiempo probablemente dependerán en parte de los ritmos del cambio climático y el desarrollo y pueden diferir entre los sistemas sometidos y no sometidos a gestión. Cuanto más rápida sea el ritmo del cambio climático, mayores serían la exposición futura a cambios potencialmente adversos y la posibilidad de que se excedan los umbrales de los sistemas. Cuanto más rápida sea la tasa de desarrollo, más serán los recursos que estarían expuestos a los cambios climáticos en el futuro, pero también sería mayor la capacidad de adaptación de las futuras sociedades. Los beneficios de la mayor capacidad de adaptación probablemente serán mayores para los sistemas sometidos a gestión que para los sometidos a poca o ninguna gestión. Por esta razón, y debido a la posibilidad de que las presiones no climáticas sobre los sistemas naturales puedan aumentar en el futuro, la vulnerabilidad de los sistemas naturales aumentará con el transcurso del tiempo (confianza media). [19.4.2, 19.4.3]

*Las futuras modalidades de desarrollo, sostenible o de otro tipo, conformarán la vulnerabilidad futura al cambio climático, y los impactos de este cambio podrían afectar a las perspectivas del desarrollo sostenible en diferentes partes del mundo.* El cambio climático es una de las muchas causas de estrés que afectan a los sistemas humanos y naturales. La severidad de muchas de estas presiones estará determinada en parte por las modalidades de desarrollo que sigan las sociedades humanas; las modalidades que generen menos estrés reducirán la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales al cambio climático. El desarrollo también puede influir en la vulnerabilidad futura aumentando la capacidad de adaptación a través de la acumulación de riqueza, tecnología, información, aptitudes técnicas e infraestructura apropiada; el desarrollo de instituciones eficaces; y el fomento de la equidad. Los impactos del cambio climático podrían influir en las perspectivas del desarrollo sostenible al modificar la capacidad para producir alimentos y fibras, el abastecimiento y la calidad del agua y la salud humana, y desviar recursos financieros y humanos hacia las medidas de adaptación. [18]

#### 7.2.4. Sucesos meteorológicos extremos

*Muchos impactos climáticos están relacionados con episodios climáticos extremos, y lo mismo sucede respecto de los impactos del cambio climático.* El gran potencial de daño de los sucesos extremos proviene de que son intensos, repentinos e imprevisibles, lo cual hace difícil la adaptación a ellos. Las pautas de desarrollo pueden aumentar la vulnerabilidad a sucesos extremos. Por ejemplo, un fuerte desarrollo en las regiones costeras aumenta la exposición a las mareas de tempestad y los ciclones tropicales, aumentando la vulnerabilidad.

La frecuencia y magnitud de muchos sucesos climáticos extremos crecen también con un aumento pequeño en la temperatura y serán mayores a temperaturas más altas (confianza alta). Los sucesos extremos comprenden, por ejemplo, las inundaciones, los déficit de humedad del suelo, los ciclones tropicales, las tempestades, las altas temperaturas y los incendios. Los impactos de los sucesos extremos suelen ser grandes en el plano local y podrían tener fuertes efectos sobre sectores y regiones concretos. Los aumentos en el número de sucesos extremos pueden hacer que se excedan umbrales naturales o de diseño críticos, más allá de los cuales la magnitud de los impactos aumenta rápidamente (confianza alta). Una multiplicidad de sucesos no extremos consecutivos también puede ser problemática, ya que puede reducir la capacidad de adaptación al agotar las reservas de las compañías de seguros y reaseguros. [8, 19.6.3.1]

*Un aumento en la frecuencia y magnitud de los sucesos extremos podría tener efectos adversos en todos los sectores y las regiones.* La agricultura y los recursos hídricos pueden ser particularmente vulnerables a los cambios en los extremos hidrológicos y de temperatura. La infraestructura y los ecosistemas costeros pueden sufrir efectos adversos de los cambios en la incidencia de ciclones tropicales y mareas de tempestad. La mortalidad relacionada con el calor probablemente aumentará a temperaturas más altas; la mortalidad relacionada con el frío probablemente disminuirá. Las inundaciones pueden dar lugar a la difusión de enfermedades transmitidas por el agua y por vectores, en particular en países en desarrollo. Muchos de los daños y perjuicios monetarios de los sucesos extremos tendrán repercusiones sobre una amplia gama de instituciones financieras, desde aseguradores y

reaseguradores hasta inversionistas, bancos y fondos para el socorro en caso de desastre. Los cambios en las estadísticas de los sucesos extremos tienen consecuencias para los criterios de diseño de las aplicaciones técnicas (por ejemplo, los diques, los puentes, los diseños de construcción y la zonación), que se basan en estimaciones de las frecuencias, y para evaluar el rendimiento económico y la viabilidad de determinadas empresas afectadas por el clima. [19.6.3.1]

### 7.2.5. Sucesos singulares en gran escala

*El cambio climático inducido por la actividad humana puede desencadenar cambios a gran escala en los sistemas de la Tierra que podrían tener consecuencias graves a nivel regional o mundial. Las probabilidades de desencadenar esos sucesos no se comprenden bien pero no se deben ignorar, dada la gravedad de sus consecuencias.* Entre los sucesos de este tipo figuran la interrupción completa o parcial de formaciones de aguas profundas del Atlántico Norte y la Antártida, la desintegración de las capas de hielo de la Antártida occidental y de Groenlandia, y perturbaciones importantes en las dinámicas del carbono reguladas por la biosfera. La determinación del momento y la probabilidad de que se produzcan discontinuidades a gran escala es difícil, ya que estos sucesos son desencadenados por interacciones complejas entre componentes del sistema climático. Los verdaderos impactos discontinuos pueden producirse muchos decenios o siglos después del factor desencadenante. Estos factores desencadenantes son sensibles a la magnitud y el ritmo del cambio climático. Los grandes aumentos de la temperatura pueden llegar a producir discontinuidades a gran escala en el sistema climático (confianza media).

Estas discontinuidades pueden tener impactos graves a escala regional y hasta mundial, pero todavía no se cuenta con análisis a fondo de los impactos. Varias simulaciones con modelos climáticos muestran la interrupción completa de la circulación termohalina del Atlántico Norte con un calentamiento alto. Aunque la interrupción completa puede tomar varios siglos, la interrupción regional de la convección y el debilitamiento significativo de la circulación termohalina pueden tener lugar en el próximo siglo. Si esto sucediera, podría dar lugar a un rápido cambio climático regional en el Atlántico Norte, con importantes impactos sobre la sociedad y los ecosistemas. El colapso de la capa de hielo de la región de la Antártida occidental daría lugar a una subida mundial del nivel del mar de varios metros, a lo cual sería muy difícil adaptarse. Aunque la desintegración podría tomar muchos cientos de años, este proceso puede desencadenarse en forma irreversible en el próximo siglo. La magnitud relativa de los procesos de retroalimentación del ciclo del carbono en los océanos y la biosfera terrestre parece distorsionarse con el aumento de la temperatura. La saturación y disminución del efecto neto de sumidero de la biosfera terrestre, que se proyecta para el próximo siglo, junto a procesos similares, puede dar lugar a la prevalencia de las retroalimentaciones positivas sobre las negativas y a una fuerte amplificación de la tendencia al calentamiento. [19.6.3.2]

## 8. Necesidades de información

Aunque se ha avanzado, quedan todavía considerables lagunas en los conocimientos sobre exposición, sensibilidad, adaptabilidad y

vulnerabilidad de sistemas físicos, ecológicos y sociales al cambio climático. Los avances en estas esferas son prioridades para aumentar la comprensión de las posibles consecuencias del cambio climático para la sociedad humana y el mundo natural, así como para apoyar los análisis de las respuestas posibles.

*Exposición.* Se necesitan avances en los métodos para hacer proyecciones del grado de exposición a los estímulos climáticos y otras tensiones no climáticas a escalas espaciales más precisas, a fin de mejorar la comprensión de las posibles consecuencias del cambio climático, incluidas las diferencias regionales, y los estímulos a los que probablemente tengan que adaptarse los sistemas. La labor en esta esfera debe aprovechar los resultados de las investigaciones sobre la sensibilidad, adaptabilidad y vulnerabilidad de los sistemas a fin de identificar los tipos de estímulos climáticos y tensiones no climáticas que más afectan a los sistemas. Estas investigaciones se necesitan sobre todo en los países en desarrollo, muchos de los cuales carecen de datos históricos, sistemas de vigilancia adecuados y capacidades de investigación y desarrollo. La eficacia de las inversiones aumentaría con el desarrollo de capacidad local de evaluación y gestión ambiental. Entre las prioridades figuran los métodos para investigar posibles cambios en la frecuencia e intensidad de sucesos climáticos extremos, la variabilidad del clima, y los cambios abruptos y en gran escala en el sistema de la Tierra, como la desaceleración o interrupción de la circulación termohalina de los océanos. También es preciso aumentar la comprensión de la forma en que los factores sociales y económicos influyen en el grado de exposición de las diferentes poblaciones.

*Sensibilidad.* La sensibilidad a los estímulos climáticos todavía no está suficientemente cuantificada para muchos sistemas naturales y humanos. Las respuestas de los sistemas al cambio climático incluirán fuertes respuestas no lineales, discontinuas o abruptas, respuestas que varían con el tiempo, y complejas interacciones con otros sistemas. Ahora bien, la cuantificación de la evolución, umbrales e interacciones de las respuestas de los sistemas está insuficientemente desarrollada respecto de muchos sistemas. Es preciso desarrollar y mejorar modelos dinámicos, basados en los procesos, de los sistemas naturales, sociales y económicos; estimar parámetros modelo de las respuestas de los sistemas a las variables climáticas; y validar los resultados de las simulaciones con modelos. Esta labor debe incluir el uso de pruebas de observación, observaciones paleológicas cuando proceda, y la vigilancia a largo plazo de los sistemas y las fuerzas que actúan en ellos. Las actividades continuadas para detectar impactos de los cambios climáticos observados son esenciales para fomentar investigaciones que puedan producir información empírica para comprender la sensibilidad de los sistemas al cambio climático.

*Adaptabilidad.* Se han logrado progresos en la investigación de las medidas y la capacidad de adaptación. No obstante, hay que seguir trabajando para comprender mejor la aplicabilidad al cambio climático de las experiencias de adaptación con variabilidad climática, utilizar esta información para elaborar estimaciones de base empírica de la eficacia y los costos de la adaptación, así como desarrollar modelos de predicción del comportamiento de adaptación que tengan en cuenta la adopción de decisiones en situaciones de incertidumbre. También hay que trabajar para comprender mejor los factores determinantes de la capacidad de adaptación y utilizar esta información para aumentar la comprensión de las diferencias en esta capacidad entre las regiones,

las naciones y los grupos socioeconómicos, además de la forma en que la capacidad puede cambiar a lo largo del tiempo. Los progresos en esta esfera serán útiles para identificar buenas estrategias para mejorar la capacidad de adaptación en formas que puedan ser complementarias de los objetivos de mitigación de los efectos del cambio climático, el desarrollo sostenible y la equidad.

*Vulnerabilidad.* Las evaluaciones de la vulnerabilidad al cambio climático son en gran parte cualitativas y se refieren a las fuentes y el carácter de la vulnerabilidad. Se necesitan más trabajos para integrar información sobre el grado de exposición, la sensibilidad y la adaptabilidad a fin de proporcionar información más detallada y cuantitativa sobre los posibles impactos del cambio climático y el grado de vulnerabilidad relativo de diferentes regiones, naciones y grupos socioeconómicos. Para avanzar habrá que desarrollar y perfeccionar mediciones o índices múltiples de vulnerabilidad, como el número o porcentaje de personas,

especies, sistemas y superficies terrestres que sufren efectos negativos o positivos; los cambios en la productividad de los sistemas; el valor monetario del cambio en el bienestar económico en términos absolutos y relativos; y medidas relativas a la falta de equidad en la distribución.

*Incertidumbre.* Queda todavía mucho por hacer para refinar y aplicar métodos para tratar las incertidumbres, particularmente con respecto al suministro de información científica para la adopción de decisiones. Hay que mejorar la forma de expresar la probabilidad, el grado de confianza y el intervalo de incertidumbre de las estimaciones de los resultados, y para determinar cómo encajan esas estimaciones en intervalos de incertidumbre más amplios. Hay que refinar los métodos para proporcionar “descripciones demostrables” de la forma en que se hacen estimaciones agregadas a partir de información desagregada. Se precisa un mayor esfuerzo para pasar de las opiniones a las distribuciones de probabilidad de modelos de evaluación integrados.

## GLOSARIO DEL INFORME DEL GRUPO DE TRABAJO II

### **Ablación**

Todo proceso de pérdida de nieve y hielo en un glaciar, hielo flotante o capa de nieve.

### **Aclimatación**

Adaptación fisiológica a las variaciones climáticas.

### **Acuicultura**

Reproducción y cría de peces, mariscos, etc. , o cultivo de vegetales en estanques especiales para uso alimentario.

### **Acuífero**

Estrato de roca permeable que contiene agua. Un acuífero no confinado se recarga directamente por acción de la precipitación pluvial, ríos y lagos, y la velocidad de recarga dependerá de la permeabilidad de las rocas y suelos que lo cubren. Un acuífero confinado se caracteriza por estar cubierto por una capa impermeable y la lluvia local no influye sobre el acuífero.

### **Adaptabilidad**

Véase capacidad de adaptación.

### **Adaptación**

Ajuste en los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos previstos o a sus efectos, que mitiga los daños o explota oportunidades beneficiosas. Pueden distinguirse diversos tipos de adaptación: anticipadora y reactiva, privada y pública, autónoma y planificada:

- **Adaptación anticipadora** —Adaptación que se produce antes de que se observen impactos del cambio climático. También se denomina adaptación proactiva.
- **Adaptación autónoma** —Adaptación que no constituye una respuesta consciente a estímulos climáticos, sino que es provocada por cambios ecológicos en los sistemas naturales y cambios en el mercado o el bienestar en los sistemas humanos. También se denomina adaptación espontánea.
- **Adaptación planificada** —Adaptación que resulta de una decisión política deliberada, basada en la comprensión de que las condiciones han cambiado o están por cambiar y de que se requieren medidas para volver a un estado deseado, mantenerlo o lograrlo.
- **Adaptación privada** — Adaptación iniciada y ejecutada por personas, familias o empresas privadas. La adaptación privada suele responder a un interés fundado de quienes la realizan.
- **Adaptación pública** —Adaptación iniciada y ejecutada por cualquier nivel de gobierno. La adaptación pública suele orientarse a necesidades colectivas.
- **Adaptación reactiva** —Adaptación que se produce después de haberse observado los impactos del cambio climático.

Véase también *beneficios de la adaptación, capacidad de adaptación, costos de la adaptación, evaluación de la adaptación e inadaptación.*

### **Aeroalergenos**

*Alergenos* presentes en el aire.

### **Aerosoles**

Conjunto de partículas sólidas o líquidas en suspensión en el aire, cuyo tamaño oscila generalmente entre 0,01 y 10 mm y que permanecen en la atmósfera como mínimo durante varias horas. Los aerosoles pueden ser de origen natural o antropógeno. Los aerosoles pueden influir en el clima de dos maneras: directamente, mediante la dispersión y absorción de la radiación, e indirectamente al actuar como núcleos de condensación para la formación de nubes o al modificar las propiedades ópticas y el período de vida de las nubes.

### **Agronomía**

Rama de la agricultura que se ocupa de la teoría y práctica de la producción de cultivos y de la gestión científica del suelo.

### **Agua de fondo antártica**

Tipo de agua de los mares que rodean la Antártida, con temperaturas que oscilan entre 0 y -0,8°C, salinidad de 34,6 a 34,7 PSU y una densidad cercana a 27,88. Es el agua más densa en el océano abierto.

### **Agua en modo subantártico (SAMW)**

Tipo de agua de la zona subantártica del océano Austral. El SAMW es la capa profunda del agua de superficie, de temperatura y salinidad uniforme, que se forma por procesos de convección en invierno. Puede ser reconocida por una temperatura de alrededor de -1. 8°C y una salinidad de aproximadamente 34,4 PSU, y está separada del agua de superficie que la cubre por una haloclina situada a unos 50 m en verano. Aunque no se considera que sea una masa de agua, contribuye al agua central del hemisferio sur y es responsable además de la formación del agua intermedia antártica en la parte este del océano Pacífico sur. Se la conoce también como agua de invierno.

### **Agua intermedia antártica**

Creada por un enfriamiento en gran escala y la convergencia de Ekman en el océano Austral.

### **Alases**

Depresiones de deshielo que se aglutinan.

### **Albedo**

Fracción de radiación solar reflejada por una superficie o un objeto, a menudo expresada como porcentaje. Las superficies cubiertas de nieve tienen un albedo alto; el albedo de los suelos varía entre alto y bajo; las superficies cubiertas de vegetación y los océanos son de albedo bajo. El albedo de la Tierra varía principalmente de acuerdo con los cambios en la nubosidad, la nieve, el hielo, la superficie foliar y la cubierta del suelo.

**Alcalinidad**

Medida de la capacidad del agua para neutralizar los ácidos.

**Alergenos**

Sustancias antígenas capaces de producir una hipersensibilidad inmediata.

**Alpina**

Zona *biogeográfica* constituida por laderas por encima del límite de crecimiento de los árboles, que se caracteriza por la presencia de plantas herbáceas en roseta y plantas leñosas arbustivas de crecimiento lento.

**Anádromo**

Véase *especie anádroma*.

**Anaerobio**

Que vive, actúa o se presenta sin oxígeno libre.

**Análisis de equilibrio general**

Enfoque que tiene en cuenta simultáneamente todos los mercados en una economía, permitiendo efectos de retroacción entre los distintos mercados.

**Anegamiento**

Véase *sumersión*.

**Anoxia**

Carencia de oxígeno, especialmente cuando es de tal gravedad que provoca daños permanentes.

**Antropógeno**

Resultante de la actividad del ser humano o producido por éste.

**Arbovirus**

Cualquiera de los diversos virus que transmiten los artrópodos, comprendidos los agentes causantes del dengue, la fiebre amarilla y algunos tipos de encefalitis.

**Área de captación**

Superficie que recoge y drena el agua de las lluvias.

**Árido**

Véase *regiones áridas*.

**Asentamiento humano**

Lugar o zona ocupados por pobladores.

**Atascamiento de hielo**

Acumulación de fragmentos de hielo fluvial o marino atascado en un canal estrecho.

**Autótrofo**

Organismo que no depende de fuentes externas de carbono orgánico (compuestos) para aprovisionarse de sus propios componentes orgánicos, que puede fabricar totalmente a partir de materia inorgánica. Los vegetales son autótrofos (fotoautótrofos) que utilizan la energía de la luz solar para producir compuestos de carbono orgánico a partir de carbono inorgánico y agua, en el proceso de fotosíntesis.

**Barrera de hielo**

*Capa de hielo* flotante de considerable espesor unida a la costa (generalmente, muy extendida en el plano horizontal, de superficie llana o suavemente ondulada); a menudo es una extensión de una capa de hielo que se prolonga mar adentro.

**Base/referencia**

Base (o referencia) es todo dato respecto al cual se mide el cambio. Puede ser una “referencia actual”, en cuyo caso representa condiciones observables en el presente. También podría ser una “referencia futura”, que es un conjunto futuro de condiciones proyectadas, excluyendo el factor impulsor del interés. Interpretaciones alternativas de las condiciones de referencia pueden dar origen a múltiples bases.

**Beneficios de la adaptación**

Costos de los daños evitados o beneficios acumulados como resultado de la adopción y la aplicación de medidas de adaptación.

**Bentos**

Véase *organismos bénticos*.

**Biocombustibles**

Combustibles producidos con materia orgánica seca o aceites combustibles de origen vegetal. Entre los ejemplos de biocombustibles cabe citar el alcohol (de azúcar fermentada), la lejía negra derivada del proceso de fabricación de papel, la madera y el aceite de soya o soja.

**Biodiversidad**

Cantidad y abundancia relativa de diferentes genes (diversidad genética), especies y ecosistemas (comunidades) en un área determinada. Véase también *diversidad funcional*.

**Bioma**

Agrupamiento de comunidades de vegetales y animales semejantes en amplias unidades de paisaje que se presentan en condiciones medioambientales semejantes.

**Biomasa**

Masa total de organismos vivos presentes en un área o volumen dados; se suele considerar biomasa muerta el material vegetal muerto recientemente.

**Biosfera**

Parte del sistema terrestre, que comprende todos los ecosistemas y organismos vivos presentes en la atmósfera, la tierra (biosfera terrestre) o los océanos (biosfera marina), incluida la materia orgánica derivada de ellos, como la basura, la materia orgánica del suelo y los detritos oceánicos.

**Biota**

Todos los organismos vivientes en una zona; la flora y la fauna consideradas como una unidad.

**Bosque**

Forma de vegetación en la que predominan los árboles. En el mundo se utilizan muchas definiciones del término bosque, que reflejan grandes diferencias de las características biogeofísicas, la estructura social y la economía. Véase un análisis del término *bosque* y otros términos

conexos, como *forestación, reforestación y deforestación*, en el *Informe especial sobre el uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura* (IPCC, 2000).

### **Bosque boreal**

Bosques de pinos, abetos, piceas y alerces, que se extienden desde la costa este de Canadá hacia el oeste hasta Alaska y continúan desde Siberia hacia el oeste todo a lo largo de Rusia hasta la llanura europea.

### **Brezo**

Cualquiera de las diversas plantas arbustivas de crecimiento lento en páramos abiertos, que crecen generalmente en suelos ácidos de escaso drenaje.

### **Cambio climático**

Todo cambio producido en el clima a lo largo del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o como resultado de la actividad humana. Este uso difiere del adoptado en la *Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), de las Naciones Unidas* donde se define el “cambio climático” como: “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.” Véase también *variabilidad climática*.

### **Capa activa**

Capa superior del suelo en el *permafrost*, sujeta a congelamiento y deshielo estacionales.

### **Capa de hielo continental**

Masa de hielo terrestre de un espesor suficiente como para cubrir la mayor parte de la topografía rocosa subyacente, de tal manera que su forma está principalmente determinada por su dinámica interna (el flujo del hielo, que se produce por la deformación de su estructura interna y por el deslizamiento en su base). La capa de hielo fluye a partir de una altiplanicie central, con una superficie pequeña medianamente inclinada. Los márgenes tienen una pendiente muy pronunciada, y la capa de hielo descarga su caudal en rápidas corrientes de hielo o glaciares de valle, que a veces desembocan en el mar o en banquisas que flotan en el mar. Hay solamente dos grandes capas de hielo continental en el mundo moderno, en Groenlandia y la Antártida. El manto de hielo de la Antártida está dividido por las montañas Transantárticas en el manto de hielo oriental y el occidental. Durante los períodos glaciales hubo otros.

### **Capa de mezcla**

Región superior del océano, bien mezclada por la interacción con la atmósfera que la cubre.

### **Capacidad de adaptación**

Capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluso a la variabilidad del clima y a los episodios extremos) para mitigar posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.

### **Capacidad de carga**

Cantidad de individuos de una población que puede ser sustentada por los recursos de un hábitat.

### **Capacidad vectorial**

Término cuantitativo empleado en el estudio de la dinámica de transmisión del paludismo para expresar la cantidad media de picaduras potencialmente infecciosas de todos los vectores que se alimentan en un huésped en un día, o la cantidad de nuevas inoculaciones con una enfermedad causada por vectores transmitidas por una especie de vectores a partir de un huésped infectado en un día.

### **Casquete de hielo**

Masa de hielo en forma abovedada que cubre una altiplanicie y que es de bastante menor extensión que una capa de hielo.

### **Caudal de base**

Caudal continuo de un río o arroyo, producido principalmente por la escorrentía del agua de superficie, el aflujo retenido de agua subterránea y/o el derrame de lagos.

### **Ciclo del carbono**

Término empleado para describir la circulación del carbono (en diversas formas, p. ej. , como dióxido de carbono) en la atmósfera, los océanos, la biosfera terrestre y la litosfera.

### **Ciénaga**

Área de escaso drenaje, rica en materia vegetal acumulada, que rodea frecuentemente una extensión de agua a cielo descubierto y posee una flora característica (como juncias, brezos y musgo esfagnal).

### **Ciclo microbiano**

Red alimentaria compleja que abarca bacterias, animales y vegetales unicelulares, virus y materia orgánica disuelta y en partículas. La materia disuelta y en partículas, liberada por los organismos, es utilizada por las bacterias, que alimentan a los protozoarios, que alimentan a su vez a los metazoarios. Alrededor del 50% (con frecuencia más) de la producción primaria pasa a través del circuito microbiano, más que por la cadena alimentaria clásica del fitoplancton a los herbívoros.

### **Circulación termohalina**

Circulación a gran escala de los océanos, determinada por la densidad y causada por diferencias de temperatura y salinidad. En el Atlántico norte, la circulación termohalina consiste en una corriente superficial de agua cálida que fluye hacia el norte y una corriente profunda de agua fría que fluye hacia el sur, que sumadas dan como resultado un transporte neto de calor hacia el polo. El agua de la superficie se hunde en zonas muy restringidas de flujo descendente ubicadas en latitudes altas.

### **Clima**

Se suele definir el clima, en sentido estricto, como el “promedio del estado del tiempo” o, más rigurosamente, como una descripción estadística en términos de valores medios y de variabilidad de las magnitudes durante un período que puede abarcar desde algunos meses hasta miles de años. El período clásico es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Dichas magnitudes son casi siempre variables de superficie, como la temperatura, las precipitaciones o el viento. En un sentido más amplio, el clima es el estado del sistema climático, incluida una descripción estadística de éste.

**Cólera**

Infección intestinal que provoca diarreas frecuentes, retortijones abdominales y un eventual colapso por deshidratación.

**Consumidores superiores o terciarios**

Organismos en la cima de la cadena alimentaria; los predadores máximos.

**Consumo de agua**

Cantidad de agua captada que se pierde irreparablemente en un territorio dado durante su utilización (evaporación y producción de bienes). El consumo de agua equivale a la captación de agua menos el flujo de restitución.

**Contaminación de fuente difusa**

Contaminación de fuentes que no pueden precisarse en puntos concretos, como las zonas de producción agrícola y maderera, la minería de superficie, la descarga de residuos y la construcción. Véase también *contaminación de fuente puntual*.

**Contaminación de fuente puntual**

Contaminación que se produce en toda fuente confinada y discreta, como una tubería, zanja, túnel, pozo, contenedor, operación concentrada de alimentación de animales o embarcación. Véase también *contaminación de fuente difusa*.

**Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), de las Naciones Unidas**

Esta Convención se aprobó el 9 de mayo de 1992 en Nueva York y fue firmada por más de 150 países y la Comunidad Europea en la Cumbre para la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992. Su objetivo último es lograr la “estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.” Establece obligaciones para todas las Partes. Con arreglo a la Convención, las Partes incluidas en el Anexo I se fijan el objetivo de lograr que las emisiones de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal de 1990 vuelvan a los niveles que tenían en 1990 para el año 2000. La Convención entró en vigor en marzo de 1994. Véase también *Protocolo de Kioto*.

**Cordillera**

Cadena montañosa individual con cumbres distintas estrechamente conectadas. En América del Sur, “cordillera” se refiere a una zona montañosa individual.

**Correa transportadora oceánica**

Ruta teórica por la cual circula el agua alrededor de todos los océanos del mundo, impulsada por el viento y la *circulación termohalina*.

**Corriente circumpolar antártica**

Corriente del océano Austral que circula alrededor del globo terráqueo, impulsada por los vientos del oeste circumpolares.

**Corriente fluvial**

Agua que fluye por un río, expresada generalmente en  $\text{m}^3 \text{sec}^{-1}$ .

**Costos de adaptación**

Costos de planificación, preparación, facilitación y aplicación de medidas de *adaptación*, comprendidos los costos de la transición.

**Costos de oportunidad**

Costo de una actividad económica desaparecida al optarse por otra.

**Criosfera**

Parte del sistema climático compuesta de toda la nieve, hielo y *permafrost* existentes sobre y bajo la superficie de la tierra y los océanos.

**Criptosporidiosis**

Infección oportunista causada por un parásito intestinal común en los animales. La transmisión se produce por ingestión de alimentos o agua contaminados con heces de los animales. El parásito provoca grave diarrea crónica, especialmente en personas con VIH.

**Cuenca**

Área de drenaje de un arroyo, río o lago.

**Cuenca hidrográfica**

Superficie que recoge y drena agua de las precipitaciones pluviales.

**Decoloración de los corales**

Empaldecimiento del color de los corales como resultado de la pérdida de algas simbióticas. La decoloración se produce como respuesta a una conmoción fisiológica, en reacción a cambios bruscos de temperatura, salinidad y turbidez.

**Deforestación**

Conversión de una extensión boscosa en no boscosa. Véase el análisis del término *bosque* y de términos conexos como *forestación*, *reforestación* y *deforestación* que figura en el *Informe especial sobre el uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura* (IPCC, 2000).

**Dengue**

Enfermedad infecciosa viral transmitida por mosquitos, llamada con frecuencia fiebre quebrantahuesos, porque se caracteriza por intenso dolor en las articulaciones y la espalda. Las sucesivas infecciones del virus pueden provocar la fiebre hemorrágica del dengue (FHD) y el síndrome de “shock” del dengue (SSD), que pueden ser fatales.

**Depósito**

Véase *reservorio*.

**Depósito de carbono en el suelo**

Expresión que hace referencia al carbono relevante en el suelo. Comprende diversas formas de carbono orgánico en el suelo (humus) y carbono inorgánico en el suelo y carbón de leña. Excluye la biomasa del suelo (p. ej., raíces, bulbos, etc.), así como la fauna (animales) del suelo.

**Derrumbe**

Masa de material que se ha deslizado cuesta abajo por la gravedad, a menudo con ayuda de agua cuando el material está saturado; rápido movimiento de una masa de suelo, roca o detritos por una pendiente.

**Desarrollo sostenible**

Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones satisfagan sus propias necesidades.

**Desertificación**

Degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. Por su parte, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNUCLD) define la degradación de las tierras como la reducción o la pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío o las dehesas, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada, en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento, tales como: i) la erosión del suelo causada por el viento o el agua; ii) el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo; y iii) la pérdida duradera de vegetación natural.

**Desierto**

Ecosistema con <100 mm de precipitaciones anuales.

**Desnutrición**

Resultado de una ingesta de alimento insuficiente para satisfacer continuamente las necesidades dietéticas de energía, mala absorción y/o escaso aprovechamiento biológico de los nutrientes consumidos.

**Diatomeas**

Clase de algas unicelulares (Bacillariophyceae) abundantes en las superficies del suelo y en sistemas de agua dulce y marinos, especialmente en aguas frías de salinidad relativamente baja. Su tamaño celular varía entre 5 y 2000  $\mu\text{m}$ .

**Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )**

Gas presente espontáneamente en la naturaleza, que se crea también como consecuencia de la quema de combustibles de origen fósil y biomasa, así como de cambios en el uso de la tierra y otros procesos industriales. Es el principal *gas de efecto invernadero antropogénico* que afecta el balance radiativo de la Tierra. Es el gas que se toma como referencia para medir otros gases de efecto invernadero, y por lo tanto su potencial de calentamiento de la Tierra es 1.

**Diversidad funcional**

Cantidad de organismos funcionalmente diferentes en un ecosistema (denominada también “tipos funcionales” y “grupos funcionales”).

**Ecosistema**

Sistema de organismos vivos que interactúan entre sí y con su entorno físico, que también es parte del sistema. Los límites de lo que podría llamarse un ecosistema son algo arbitrarios y dependen del centro de interés o del objeto principal del estudio. En consecuencia, un ecosistema puede extenderse desde escalas espaciales muy pequeñas hasta, por último, toda la Tierra.

**Ecotono**

Zona de transición entre comunidades ecológicas adyacentes (por ejemplo, entre bosques y pastizales), que suele implicar una competencia entre los organismos comunes a ambas.

**Edáfico**

Propio del suelo o relativo al mismo; factores intrínsecos en el suelo.

**Efecto invernadero**

Los gases de efecto invernadero absorben eficazmente radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a los mismos gases y por las nubes. La atmósfera emite radiación en todas direcciones, inclusive hacia abajo, hacia la superficie de la Tierra. De esta manera, los gases de efecto invernadero atrapan el calor dentro del sistema superficie-troposfera. A esto se le llama "efecto invernadero natural". La radiación atmosférica está estrechamente vinculada a la temperatura del nivel desde el cual se emite. En la troposfera, la temperatura tiende a disminuir con la altura. En efecto, la radiación infrarroja emitida hacia el espacio se origina a una altitud en que la temperatura es de  $-19^\circ\text{C}$ , como promedio, en equilibrio con la radiación solar incidente neta, mientras que la superficie de la Tierra se mantiene a una temperatura mucho más alta, de  $14^\circ\text{C}$ , como promedio. Cuando aumenta la concentración de los gases de efecto invernadero se acentúa la opacidad infrarroja de la atmósfera, lo que a su vez genera una radiación efectiva hacia el espacio desde una altitud mayor con temperatura más baja. Esto causa un forzamiento radiativo, un desequilibrio que sólo puede compensarse con un aumento de la temperatura del sistema superficie-troposfera. Este es el llamado “efecto de invernadero acentuado”.

**Elasticidad**

Cantidad de cambio que un sistema puede experimentar sin modificar su estado. También denominada *resiliencia*.

**Elevación del nivel del mar**

Aumento en el nivel medio de los océanos. La elevación eustática del nivel del mar es un cambio en el nivel medio del mar a escala mundial, provocado por una alteración en el volumen de los océanos. Se produce una elevación relativa del nivel del mar cuando existe un aumento neto en el nivel de los océanos en relación con los movimientos de tierra locales. Los autores de modelos climáticos se concentran en gran medida en calcular el cambio eustático del nivel del mar. Los investigadores de impacto se concentran en el cambio relativo del nivel del mar.

**El Niño-Oscilación Austral (ENOA)**

El Niño, de acuerdo con la acepción original del término, es una corriente de agua cálida que fluye periódicamente a lo largo de la costa del Ecuador y el Perú, perturbando la pesca local. Este fenómeno oceánico se asocia con una fluctuación de la configuración de la presión atmosférica en la superficie y la circulación en la región intertropical de los océanos Índico y Pacífico, denominada *Oscilación Austral*. Este fenómeno de acoplamiento entre la atmósfera y el océano ha sido designado en forma conjunta con el nombre de El Niño-Oscilación Austral. Cuando se produce un fenómeno de El Niño, los alisios que soplan en ese momento amainan y la contracorriente ecuatorial se intensifica y hace que las aguas cálidas de la superficie en la región de Indonesia fluyan hacia el este y se superpongan a las aguas frías de la

corriente del Perú. Este fenómeno surte profundos efectos en el viento, la temperatura de la superficie del mar y las precipitaciones en la zona tropical del Pacífico. Influye en el clima de toda la región del Pacífico y en muchas otras partes del mundo. La fase opuesta de un fenómeno de El Niño se denomina La Niña.

### **Endémico**

Limitado a una localidad o región, o peculiar de la misma. Con respecto a la salud humana, endémico puede referirse a una enfermedad o a un agente presente o habitualmente predominante en una población o zona geográfica en todo momento.

### **Endorreico (lago)**

Lago sin efluentes; se denomina también lago cerrado.

### **Energía primaria**

Energía contenida en recursos naturales (p. ej., carbón, petróleo bruto, luz solar, uranio) que no ha experimentado una conversión o transformación *antropógena*.

### **Enfermedad de Chagas**

Enfermedad parasitaria causada por el *Trypanosoma cruzi* y transmitida por insectos triatomas en las Américas, con dos períodos clínicos: agudo (fiebre, inflamación del bazo, edemas) y crónico (síndrome digestivo, cardiopatía potencialmente fatal).

### **Enfermedad infecciosa**

Toda enfermedad que pueda transmitirse de una persona a otra. Esto puede producirse por contacto físico directo, por el uso compartido de un objeto que se ha cargado de organismos infecciosos, por un portador de enfermedades o por la dispersión de gotitas infectadas exhaladas al aire, p. ej. con la tos.

### **Enfermedad declarable**

Enfermedad infecciosa causada por la transmisión de un agente biológico infeccioso (virus, bacteria, protozoario o macroparásito multicelular).

### **Enfermedades transmitidas por vectores**

Enfermedad transmitida entre huéspedes por un organismo *vector* (como un mosquito o ácaro); por ejemplo, el paludismo, el dengue y la leishmaniasis.

### **Enzoótica**

Enfermedad que afecta a los animales de una zona. Corresponde a una enfermedad endémica entre los seres humanos.

### **Epidémico**

Que se presenta súbitamente en cantidades notoriamente superiores a las expectativas normales; se dice en especial de las enfermedades infecciosas, pero se aplica también a cualquier enfermedad, lesión u otro episodio relativo a la salud que se produce en brotes de ese tipo.

### **Erosión**

Proceso de eliminación y transporte de suelo y rocas producido por meteorización, desgaste masivo y por la acción de corrientes, glaciares, olas, vientos y agua subterránea.

### **Erosión térmica**

Erosión del permafrost rico en hielo por acción combinada térmica y mecánica del agua en movimiento.

### **Escasez de agua (Estrés hídrico)**

Un país está expuesto a escasez de agua si el abastecimiento de agua dulce disponible en relación con las *captaciones de agua* actúa como restricción importante sobre el desarrollo. Se han empleado como indicadores de la escasez de agua las extracciones que excedan del 20% del abastecimiento del agua renovable.

### **Escenario (en sentido genérico)**

Descripción verosímil y a menudo simplificada de la forma en que puede evolucionar el futuro, sobre la base de una serie homogénea e intrínsecamente coherente de hipótesis sobre fuerzas determinantes y relaciones fundamentales. Los escenarios pueden derivarse de proyecciones, pero a menudo se basan en información adicional de otras fuentes, en ocasiones combinada con una “descripción de la línea evolutiva”. Véase también *escenario climático* y *escenario de emisiones*.

### **Escenario climático**

Representación verosímil y a menudo simplificada del *clima* futuro, sobre la base de una serie intrínsecamente coherente de relaciones climatológicas, elaborada para ser expresamente usada en la investigación de las posibles consecuencias de los cambios climáticos antropógenos, y que suele utilizarse como instrumento auxiliar para la elaboración de modelos de impacto. Las proyecciones climáticas sirven a menudo como materia prima para la creación de escenarios climáticos, pero estos suelen requerir información adicional, como datos sobre el clima observado en la actualidad. Un “escenario de cambio climático” es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual.

### **Escenario de emisiones**

Representación verosímil de la evolución futura de las emisiones de sustancias que pueden ser radiativamente activas (p. ej., *gases de efecto invernadero, aerosoles*), sobre la base de una serie homogénea e intrínsecamente coherente de hipótesis sobre las fuerzas determinantes (como el crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico y los cambios tecnológicos) y las relaciones fundamentales entre ellas. En el IPCC (1992) figura una serie de escenarios de emisiones que se utilizaron como punto de partida para la elaboración de proyecciones climáticas en el Segundo Informe de Evaluación (IPCC, 1996). A esos escenarios de emisiones se les conoce con el nombre de IS92. En el *Informe especial sobre los escenarios de emisiones del IPCC* (Nakicenovic *et al.*, 2000) se publicaron nuevos escenarios de emisiones: los llamados escenarios del IE-EE.

### **Escenario de referencia**

Véase *base/referencia*.

### **Escorrentía**

Parte de la precipitación que no se evapora. En algunos países, el término se entiende sólo como *escorrentía superficial*.

### **Escorrentía superficial**

Agua que viaja sobre la superficie del suelo hasta la corriente superficial más próxima; *escorrentía* de una cuenca de drenaje que no ha pasado al subsuelo después de la precipitación.

**Especie anádroma**

Especie de peces, como el salmón, que desovan en agua dulce y luego emigran al océano para crecer hasta alcanzar su desarrollo completo.

**Especie clave**

Especie que desempeña una función de servicio central, afectando a muchos otros organismos, y cuya desaparición probablemente origine la pérdida de varias especies y provoque cambios importantes en el funcionamiento del ecosistema.

**Especie exótica**

Véase *especie introducida*.

**Especie introducida**

Especie que se presenta en una zona fuera de su ámbito natural históricamente conocido, como resultado de la dispersión accidental por seres humanos (conocida también como “especie exótica” o “especie foránea”).

**Especie invasora**

Especie introducida que invade hábitat naturales.

**Especie obligada**

Especie limitada a un modo de vida particularmente característico.

**Espigón**

Rompeolas bajo y estrecho, que se extiende por lo general en forma aproximadamente perpendicular a la línea costera, destinado a proteger la costa de la erosión de las corrientes, las mareas o el oleaje, o a captar arena con el fin de construir o formar una playa.

**Estímulos (relativos al clima)**

Todos los elementos del cambio climático, comprendidas las características medias del clima, la variabilidad del clima y la frecuencia y magnitud de los extremos.

**Estocástico**

Véase *hechos fortuitos*.

**Estratosfera**

Región muy estratificada de la atmósfera situada por encima de la troposfera, que se extiende aproximadamente entre los 10 km (que varían, en promedio, entre 9 km en latitudes altas y 16 km en los trópicos) y los 50 km de altitud.

**Eustática (elevación)**

Véase *elevación del nivel del mar*.

**Eutrofización**

Proceso mediante el cual una extensión de agua (a menudo, poco profunda) se enriquece (naturalmente o por contaminación) de nutrientes en disolución con una deficiencia estacional en oxígeno disuelto.

**Evaluación de la adaptación**

Práctica de identificar opciones para adaptarse al cambio climático y evaluarlas en términos de criterios tales como la disponibilidad, los beneficios, los costos, la efectividad, la eficiencia y la factibilidad.

**Evaluación del impacto (climático)**

Método para identificar y evaluar las consecuencias perjudiciales y benéficas del cambio climático sobre los sistemas naturales y humanos.

**Evaluación integrada**

Método de análisis que integra en un marco coherente los resultados y modelos de las ciencias físicas, biológicas, económicas y sociales, y las interacciones entre estos componentes, a fin de evaluar el estado y las consecuencias del cambio ecológico y las respuestas de política a dicho cambio.

**Evaporación**

Proceso por el cual un líquido se convierte en gas.

**Evapotranspiración**

Proceso en el que se combina la evaporación de la superficie de la Tierra con la *transpiración* de la vegetación.

**Exorreico (lago)**

Lago drenado por ríos efluentes.

**Expansión térmica**

En relación con el *nivel del mar*, este término se refiere al aumento de volumen (y disminución de densidad) que se produce cuando el agua se calienta. El calentamiento del océano determina una expansión en el volumen del océano y por ende, una elevación del nivel del mar.

**Exposición**

Carácter y grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes.

**Externalidades**

Subproductos de actividades que afectan el bienestar de las personas o el medio ambiente, cuando esos impactos no se reflejan en los precios del mercado. Los costos (o beneficios) relacionados con externalidades no se integran a los planes de contabilidad de costos.

**Extinción**

Desaparición completa de toda una especie.

**Extirpación**

Desaparición de una especie de parte de su territorio; extinción localizada.

**Extracción de agua (captación)**

Cantidad de agua que se extrae de los depósitos que contienen agua.

**Fenología**

Estudio de los fenómenos naturales que se repiten periódicamente (p. ej., la floración, la migración) y su relación con el clima y con los cambios de estación.

**Fertilización por dióxido de carbono**

Intensificación del crecimiento vegetal por efecto de una mayor concentración de *dióxido de carbono* en la atmósfera. Según el mecanismo de *fotosíntesis* que tengan, ciertos tipos de plantas son más sensibles a los cambios en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

En particular, las *plantas*  $C_3$  muestran por lo general una mayor respuesta al  $CO_2$  que las *plantas*  $C_4$ .

### Fibra

Madera, madera combustible (leñosa o no leñosa).

### Fisiográfico

Relativo a una descripción de la naturaleza o de fenómenos naturales o que hace uso de la misma.

### Fitoplancton

Formas vegetales de *plancton* (p. ej., las *diatomeas*). El fitoplancton son los vegetales predominantes en el mar y constituyen la base de toda la red alimentaria marina. Estos organismos unicelulares son los principales agentes de la fijación fotosintética de carbono en los océanos. Véase también *zooplancton*.

### Flujo de carbono

Transferencia de carbono de una reserva de carbono a otra, en unidades de medición de masa por unidad de superficie y tiempo (p. ej., t C).

### Forestación

Plantación de bosques nuevos en tierras anteriormente no boscosas. Véase un análisis del término *bosque* y términos conexos, como *forestación*, *reforestación* y *deforestación*, en el *Informe especial sobre el uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura* (IPCC, 2000).

### Formación de aguas profundas

Se produce cuando el agua de mar se congela y forma hielo marino. La liberación local de sal y el consiguiente aumento en la densidad del agua lleva a la formación de agua fría salina que se hunde en el fondo del océano. Véase *agua de fondo antártica*.

### Forzamiento radiativo

Cambio en la irradiancia vertical neta [expresada en vatios por metro cuadrado ( $Wm^{-2}$ )] en la tropopausa, a raíz de un cambio interno o de un cambio en el forzamiento externo del sistema climático, como por ejemplo un cambio en la concentración de  $CO_2$  o en la energía emitida por el Sol. El forzamiento radiativo se calcula generalmente después de dejar un margen para que las temperaturas de la estratosfera se reajusten a un estado de equilibrio radiativo, pero manteniendo constantes todas las propiedades troposféricas en sus valores no perturbados.

### Fotosintato

Producto de la *fotosíntesis*.

### Fotosíntesis

Proceso en virtud del cual las plantas toman dióxido de carbono del aire (o bicarbonato del agua) para construir hidratos de carbono, liberando oxígeno en el proceso. Hay diversas formas de fotosíntesis que responden de manera diferente a las concentraciones de  $CO_2$  en la atmósfera. Véase también *fertilización por  $CO_2$* , *plantas  $C_3$*  y *plantas  $C_4$* .

### Fuente

Cualquier proceso, actividad o mecanismo que libera en la atmósfera un *gas de efecto invernadero*, un *aerosol* o un precursor de un gas de efecto invernadero o de un aerosol.

### Gas de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero (GEI) son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad es lo que produce el *efecto invernadero*. En la atmósfera de la Tierra, los principales gases de efecto invernadero son el vapor de agua ( $H_2O$ ), el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), el óxido nitroso ( $N_2O$ ), el metano ( $CH_4$ ) y el ozono ( $O_3$ ). Hay además en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero creados íntegramente por el ser humano, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, regulados por el Protocolo de Montreal. Además del  $CO_2$ , el  $N_2O$  y el  $CH_4$ , el *Protocolo de Kioto* establece normas respecto de otros gases de efecto invernadero, a saber, el hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

### Geomórfico

Pertenece a la forma de la Tierra o a las características de su superficie.

### Glaciar

Masa de hielo terrestre que fluye pendiente abajo (por deformación de su estructura interna y por el deslizamiento en su base), encerrado por los elementos topográficos que lo rodean, como las laderas de un valle o las cumbres adyacentes; la topografía del lecho de roca es el factor que ejerce mayor influencia en la dinámica de un glaciar y en la pendiente de su superficie. Un glaciar subsiste merced a la acumulación de nieve a gran altura, que se compensa con la fusión del hielo a baja altura o la descarga en el mar.

### Hábitat

El ambiente o espacio particular en que tiende a vivir un organismo o una especie; porción del medio ambiente total más circunscrita localmente.

### Haloclina

Capa del océano en que la tasa de variación de la salinidad con la profundidad es muy superior a la de las capas inmediatamente por encima o por debajo de la misma.

### Hantavirus

Virus de la familia Bunyaviridae que provoca un tipo de fiebre hemorrágica. Se cree que los seres humanos se contagian la enfermedad sobre todo de roedores infectados, ya sea por contacto directo con los animales o al inhalar o ingerir polvo que contenga su orina seca.

### Hechos fortuitos

Sucesos que implican una variable de casualidad, azar o probabilidad.

### Herbáceas

Plantas no leñosas con floración.

### Heterotrófico

Véase *respiración heterotrófica*.

### Hipolimnion

Parte de un lago por debajo de la *termoclina*, constituida por agua estancada y de temperatura esencialmente uniforme, excepto durante el período de inversión.

**Huésped reservorio**

Todo animal, vegetal, suelo o materia inerte donde vive y se multiplica normalmente un agente patógeno y del cual depende primordialmente para su subsistencia (p. ej., los zorros son un reservorio de hidrofobia). Los huéspedes reservorios pueden ser asintomáticos.

**Impactos (climáticos)**

Consecuencias del cambio climático sobre los sistemas naturales y humanos. Dependiendo de la consideración de la adaptación, se puede distinguir entre impactos potenciales e impactos residuales.

- **Impactos potenciales** —Todos los impactos que pueden producirse, dado un cambio climático proyectado, sin tener en cuenta la adaptación.
- **Impactos residuales** —Los impactos del cambio climático que se producirían después de la adaptación.

Véase también *impactos acumulados*, *impactos del mercado* e *impactos ajenos al mercado*.

**Impactos acumulados**

Impactos totales sumados en todos los sectores y/o regiones. La acumulación de los impactos exige el conocimiento (o hipótesis) acerca de la importancia relativa de los impactos en diferentes sectores y regiones. Las mediciones de los impactos acumulados incluyen, por ejemplo, la cantidad total de personas afectadas, los cambios en la productividad primaria neta, la cantidad de sistemas que experimentan cambios o los costos económicos totales.

**Impactos ajenos al mercado**

*Impactos* que afectan los ecosistemas o el bienestar humano, pero que no están directamente ligados a las transacciones del mercado; por ejemplo, un mayor riesgo de muerte prematura. Véase también *impactos del mercado*.

**Impactos del mercado**

*Impactos* vinculados con las transacciones del mercado y que afectan directamente el producto interno bruto (PIB, las cuentas nacionales de un país); por ejemplo, los cambios en la oferta y el precio de los productos agrícolas. Véase también *impactos ajenos al mercado*.

**Inadaptación**

Todo cambio en los sistemas naturales o humanos que aumenta involuntariamente la vulnerabilidad ante los *estímulos* climáticos; adaptación que no logra reducir la vulnerabilidad, sino que la aumenta.

**Incertidumbre**

Grado de desconocimiento de un valor (p. ej., el estado futuro del sistema climático). La incertidumbre puede derivarse de la falta de información o de las discrepancias en cuanto a lo que se sabe o incluso en cuanto a lo que es posible saber. Puede tener muy diversos orígenes, desde errores cuantificables en los datos hasta ambigüedades en la definición de conceptos o en la terminología, o inseguridad en las proyecciones del comportamiento humano. La incertidumbre puede, por lo tanto, representarse con medidas cuantitativas (p. ej., una serie de valores calculados con distintos modelos) o con expresiones cualitativas (p. ej., que reflejen la opinión de un grupo de expertos).

**Infraestructura**

Equipos, servicios públicos, empresas productivas, instalaciones y servicios básicos indispensables para el desarrollo, funcionamiento y crecimiento de una organización, ciudad o nación.

**Inmunosupresión**

Funcionamiento reducido del sistema inmunitario de un individuo.

**Insectos fitófagos**

Insectos que se alimentan de vegetales.

**Inseguridad alimentaria**

Situación que existe cuando las personas carecen de acceso seguro a cantidades suficientes de alimento sano y nutritivo para su crecimiento y desarrollo normal y para una vida activa y sana. Puede ser causada por la falta de alimentos, insuficiente poder adquisitivo, distribución inapropiada o uso inadecuado de la comida en el hogar. La inseguridad alimentaria puede ser crónica, estacional o transitoria.

**Insolvencia**

Incapacidad para cumplir con sus obligaciones financieras; quiebra.

**Intrusión de agua salada**

Desplazamiento del agua dulce superficial o subterránea por el avance del agua salada debido a su mayor densidad, generalmente en las zonas costeras y estuarinas.

**Islote térmico (Isla de calor)**

Área dentro de una zona urbana caracterizada por temperaturas ambientales superiores a las del área circundante, debido a la absorción de energía solar por materiales como el asfalto.

**La Niña**

Véase *El Niño-Oscilación Austral (ENOA)*.

**Leguminosas**

Plantas capaces de fijar nitrógeno del aire mediante una relación simbiótica con bacterias del suelo (p. ej., arvejas, frijoles, alfalfa, tréboles).

**Lentejón de agua dulce**

Cuerpo de agua dulce subterránea de forma lenticular que se extiende bajo una isla oceánica. Por debajo tiene agua salada.

**Limnología**

Estudio de los lagos y de su biota.

**Limo**

Material sedimentario no consolidado o suelto, constituido por partículas rocosas más finas que granos de arena y más grandes que partículas de arcilla.

**Límite forestal**

Límite superior del crecimiento de árboles en las montañas o en altas latitudes.

**Lixiviación**

Eliminación por percolación de elementos del suelo o de productos químicos aplicados.

**Llanura**

Comprende las praderas naturales, terrenos arbustivos, sabanas y tundra sin mejoras.

**Lluvia**

Véase *precipitación pluvial efectiva*.

**Malaria**

Véase *paludismo*.

**Malecón**

Muro de contención artificial construido a lo largo de una costa para evitar la erosión de las olas.

**Manto de nieve**

Acumulación estacional de nieve que se derrite lentamente.

**Margen de admisión**

Variación en los *estímulos* climáticos que un sistema puede absorber sin producir impactos importantes.

**Margen de variación de la temperatura diurna**

Diferencia entre la temperatura máxima y la mínima durante un día.

**MCGAO**

Véase *modelo climático*.

**Meningitis**

Inflamación de las meninges (parte de la envoltura del cerebro).

**Metazoo**

Animal cuyo cuerpo está constituido por muchas células. Véase también *protozoo*.

**Microclima**

Clima local en la superficie de la Tierra o cerca de la misma. Véase también *clima*.

**Mitigación**

Intervención humana para reducir las *fuentes* o ampliar los *sumideros de gases de efecto invernadero*.

**Modelo climático (Jerarquía)**

Representación numérica del sistema climático sobre la base de las propiedades físicas, químicas y biológicas de sus componentes, sus interacciones y procesos de retroacción, y que tiene en cuenta todas o algunas de sus propiedades conocidas. El sistema climático puede representarse con modelos de distinta complejidad (de manera que en cada componente o combinación de componentes se puede identificar una jerarquía de modelos, que difieren entre sí en aspectos como el número de dimensiones espaciales; el grado de detalle con que se representan los procesos físicos, químicos o biológicos; o el grado de utilización de parametrizaciones empíricas. Los modelos acoplados de circulación general atmósfera-océano-hielo marino (MCGAO) permiten hacer una representación integral del sistema climático. Hay una evolución hacia modelos más complejos, con participación activa de la química y la biología. Los modelos climáticos se utilizan como método de investigación para estudiar y simular el clima, pero también con

finés prácticos, entre ellos las predicciones climáticas mensuales, estacionales e interanuales.

**Modelo de circulación general (MCG)**

Véase *modelo climático*.

**Montana (zona de)**

Zona biogeográfica constituida por laderas de altiplanicies relativamente húmedas y frescas por debajo del límite del bosque, que se caracteriza por la presencia de grandes árboles siempre verdes (de hoja perenne) como forma de vida predominante.

**Monzón**

Viento de la circulación atmosférica general, que se caracteriza por una dirección estacional persistente y por un pronunciado cambio de dirección de una estación a otra.

**Morbilidad**

Proporción de ocurrencia de enfermedades u otros trastornos de la salud dentro de una población, tomando en cuenta las tasas de morbilidad específicas por edades. Entre sus consecuencias sobre la salud, cabe señalar la incidencia/frecuencia de enfermedades crónicas, las tasas de hospitalización, las consultas para atención primaria, los días de incapacidad (o sea, los días de ausencia en el trabajo) y la frecuencia de los síntomas.

**Morfología**

Forma y estructura de un organismo o de cualquiera de sus partes.

**Mortalidad**

Proporción de ocurrencia de las muertes dentro de una población en un período determinado; el cálculo de la mortalidad tiene en cuenta las tasas de mortalidad específicas por edades y de ese modo puede aportar medidas de la esperanza de vida y del grado de muertes prematuras.

**Movimiento en masa**

Se aplica a todos los movimientos unitarios de material de tierra impulsados y regidos por la gravedad.

**Nanoplancton**

*Fitoplancton* de longitudes entre 10 y 50  $\mu\text{m}$ .

**Niebla fotoquímica**

Mezcla de contaminantes oxidantes fotoquímicos del aire, producida por la reacción de la luz solar con contaminantes primarios del aire, especialmente hidrocarburos.

**No linealidad**

Se dice que un proceso es “no lineal” cuando no hay ninguna relación proporcional simple entre causa y efecto.

**Oligotróficas**

Zonas relativamente improductivas del mar, lagos y ríos, con escaso contenido de nutrientes. Véase también *eutrofización*.

**Organismos béticos**

Biota que vive en el fondo o muy cerca del fondo del mar, un río o un lago.

**Orografía**

Estudio de la geografía física de las montañas y los sistemas montañosos.

**Oscilación austral**

Fluctuación atmosférica e hidrosférica a gran escala, centrada en el océano Pacífico ecuatorial, que muestra una anomalía de presión, alternativamente alta sobre el océano Índico y alta sobre el Pacífico sur. Su período es levemente variable, de un promedio de 2,33 años. La variación de presión va acompañada de variaciones en la intensidad de los vientos, las corrientes oceánicas, las temperaturas en la superficie del mar y las precipitaciones en las zonas circundantes.

**Oscilación del Atlántico norte (OAN)**

La Oscilación del Atlántico norte consiste en variaciones contrapuestas de la presión barométrica cerca de Islandia y cerca de las Azores. Es el modo predominante de variabilidad del clima invernal en la región del Atlántico norte, que se extiende desde Norteamérica hasta Europa.

**Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)**

Cualquiera de los varios óxidos de nitrógeno.

**Ozono**

El ozono, la forma triatómica del oxígeno (O<sub>3</sub>), es un componente gaseoso de la atmósfera. En la troposfera se crea naturalmente y también como consecuencia de reacciones fotoquímicas en las que intervienen gases resultantes de actividades humanas (*niebla fotoquímica*). En altas concentraciones, el ozono troposférico puede ser nocivo para una amplia gama de organismos vivientes. El ozono troposférico se comporta como un *gas de efecto invernadero*. En la estratosfera, el ozono se crea por efecto de la interacción entre la radiación solar ultravioleta y el oxígeno molecular (O<sub>2</sub>). El ozono estratosférico desempeña un papel fundamental en el balance radiativo de la estratosfera. El agotamiento del ozono estratosférico, debido a reacciones químicas que pueden ser reforzadas por el cambio climático, provoca un flujo más intenso en la superficie terrestre de radiación *B ultravioleta* (UV-). Véase también *Protocolo de Montreal*.

**Paludismo**

Enfermedad parasitaria endémica o epidémica provocada por una especie del género *Plasmodium* (protozoos) y transmitida por los mosquitos del género *Anopheles*; produce ataques de fiebre alta y trastornos sistémicos, y mata aproximadamente 2 millones de personas por año.

**Paludismo de tierras altas**

*Paludismo* que se produce alrededor de los límites de altitud de su distribución.

**Pantano**

Tierra baja, cubierta total o parcialmente de agua, salvo que sea drenada artificialmente.

**Participantes**

Persona o entidad propietarias de subvenciones, concesiones u otro tipo de valores que se verían afectados por una medida o política determinadas.

**Partículas**

Diminutas partículas sólidas de los humos de escape emitidas durante la quema de combustibles fósiles y de biomasa. Las partículas pueden estar constituidas por una amplia variedad de sustancias. Las que ocasionan mayores riesgos para la salud son las partículas de hasta 10 nm de diámetro, designadas generalmente como PM<sub>10</sub>.

**Pelágico**

Propio del mar abierto o relativo al mismo, o que vive o se produce en él.

**Período de incubación extrínseco**

En los vectores artrópodos que se alimentan de sangre, tiempo que transcurre entre la adquisición de alimentación con sangre infecciosa y el momento en que el artrópodo resulta capaz de transmitir el agente. En el caso del paludismo, etapas de vida del parásito plasmodio dentro del vector mosquito femenino (o sea, fuera del huésped humano).

**Permafrost**

Suelo permanentemente congelado que se produce donde la temperatura se mantiene por debajo de 0°C durante varios años.

**Plancton**

Organismos acuáticos que derivan o nadan débilmente. Véase también *fitoplancton* y *zooplancton*.

**Plantas C<sub>3</sub>**

Plantas que producen un compuesto de tres carbonos durante la fotosíntesis; entre ellas, la mayoría de los árboles y cultivos agrícolas, como el arroz, el trigo, la soja, las papas y las hortalizas.

**Plantas C<sub>4</sub>**

Plantas que producen un compuesto de cuatro carbonos durante la fotosíntesis (y que son principalmente de origen tropical), como las gramíneas y cultivos de importancia agrícola, como el maíz, la caña de azúcar, el mijo y el sorgo.

**Polinias**

Zonas de agua abierta en la banquisa o en hielo marino.

**Política sin pesar**

Política que redundaría en beneficios sociales netos, exista o no un cambio climático *antropógeno*.

**Precipitación pluvial efectiva**

Parte de la cantidad total de lluvia que resulta disponible para el crecimiento de los vegetales.

**Predicción climática**

Una predicción climática o un pronóstico climático es el resultado de un intento de establecer la descripción o la estimación más probable de la forma en que realmente evolucionará el clima en el futuro (p. ej. , en escalas temporales estacionales, interanuales o a más largo plazo). Véase también *proyección climática* y *escenario climático*.

**Preindustrial**

Véase *Revolución industrial*.

**Producción neta de la bioma (PNB)**

Ganancia o pérdida neta de carbono de una región. La PNB es igual a la *producción neta del ecosistema* menos el carbono perdido a causa de una perturbación (p. ej., un incendio forestal o la tala de un bosque).

**Producción neta del ecosistema (PNE)**

Ganancia o pérdida neta de carbono de un ecosistema. La PNE es igual a la *producción primaria neta* menos el carbono perdido en virtud de la respiración heterotrófica.

**Producción potencial**

Producción estimada de un cultivo en condiciones en que se dispone de nutrientes y de agua en los niveles óptimos para el crecimiento y desarrollo de vegetales; otras condiciones, como la longitud del día, la temperatura, las características del suelo, etc., están determinadas por las características del lugar.

**Producción primaria neta (PPN)**

Aumento de la biomasa vegetal o del carbono existentes en un elemento unitario de un paisaje. La PPN es igual a la *producción primaria bruta* menos el carbono perdido en virtud de la respiración autotrófica.

**Producción primaria bruta**

Cantidad de carbono fijado desde la atmósfera en virtud de la *fotosíntesis*.

**Programa 21 local**

Los programas 21 locales son los planes locales para el medio ambiente y el desarrollo que cada autoridad local debería formular mediante un proceso de consulta con sus poblaciones, prestando especial atención a la participación de las mujeres y los jóvenes. Muchas autoridades locales han elaborado programas 21 locales a través de procesos consultivos como medio de reorientar sus políticas, planes y operaciones hacia el logro de objetivos de *desarrollo sostenible*. La expresión procede del Capítulo 28 del Programa 21, el documento formalmente avalado por todos los representantes de los gobiernos que concurrieron a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (conocida también como Cumbre para la Tierra) en Río de Janeiro en 1992.

**Proliferación de algas**

Explosión reproductiva de algas en un lago, río u océano.

**Pronóstico**

Véase *predicción climática* y *proyección climática*.

**Protocolo de Kioto**

El Protocolo de Kioto se aprobó en el tercer período de sesiones de la Conferencia de las Partes (CP) en la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC)*, celebrado en 1997 en Kioto (Japón). El Protocolo establece compromisos jurídicamente vinculantes, además de los incluidos en la CMCC. Los países que figuran en el Anexo B del Protocolo (la mayoría de los países miembros de la OCDE y países con economías en transición) acordaron reducir sus emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC y SF<sub>6</sub>) a un nivel inferior

en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre 2008 y 2012. El Protocolo de Kioto aún no ha entrado en vigor (a junio de 2001).

**Protocolo de Montreal**

El Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono fue aprobado en Montreal en 1987 y posteriormente ajustado y enmendado en Londres (1990), Copenhague (1992), Viena (1995), Montreal (1997) y Beijing (1999). Controla el consumo y la producción de las sustancias químicas con contenido de cloro y bromo que destruyen el ozono estratosférico, como los CFC, el metilcloroformo, el tetracloruro de carbono y muchas otras.

**Protozoo**

Animal unicelular.

**Proyección (en sentido genérico)**

Una proyección es una posible evolución futura de una cantidad o una serie de cantidades, a menudo calculadas con ayuda de un modelo. Las proyecciones se distinguen de las predicciones para destacar el hecho de que las proyecciones se basan en hipótesis sobre, por ejemplo, acontecimientos socioeconómicos y tecnológicos futuros que pueden o no ocurrir, y en consecuencia están sujetas a un alto grado de incertidumbre. Véase también *proyección climática* y *predicción climática*.

**Proyección climática**

Proyección de la respuesta del sistema climático a los escenarios de emisiones o de concentración de *gases de efecto invernadero* y *aerosoles*, o a *escenarios de forzamiento radiativo*, a menudo basada en simulaciones realizadas con modelos climáticos. Las proyecciones climáticas se distinguen de las *predicciones climáticas* para resaltar el hecho de que las proyecciones climáticas dependen del escenario de emisiones, concentración o forzamiento radiativo utilizado, que se sustenta en hipótesis sobre, por ejemplo, acontecimientos socioeconómicos y tecnológicos futuros que pueden o no ocurrir, y por lo tanto están sujetas a un alto grado de incertidumbre.

**Pueblos indígenas**

Poblaciones cuyos antepasados habitaban un lugar o un país cuando irrumpieron en la escena personas de otra cultura o antecedentes étnicos y los dominaron por conquista, asentamiento u otros medios, y que actualmente viven más de acuerdo con sus propias costumbres y tradiciones sociales, económicas y culturales que con las del país del cual forman parte ahora (denominados también pueblos “nativos”, “aborígenes” o “tribales”).

**Puntos candentes de la biodiversidad**

Áreas con altas concentraciones de especies *endémicas* que afrontan una destrucción extraordinaria de su hábitat.

**Radiación ultravioleta (UV)-B**

Radiación solar dentro de una longitud de onda de 280–320 nm, la mayor parte de la cual es absorbida por el *ozono estratosférico*. La radiación UV-B intensificada suprime el sistema inmunitario y puede tener otros efectos negativos sobre los organismos vivos.

**Reaseguro**

Transferencia de una parte de los riesgos de seguro primarios a un sector secundario de aseguradores (reaseguradores); esencialmente “seguro para aseguradores”.

**Recarga de agua subterránea**

Proceso mediante el cual se agrega agua externa a la zona de saturación de un acuífero, directamente a una formación o indirectamente a través de otra formación.

**Reducción de escala**

Reducción de la escala de un modelo del nivel mundial al regional.

**Reforestación**

Plantación de bosques en tierras que fueron boscosas en otra época, pero que posteriormente se destinaron a un uso diferente. Véase el análisis del término *bosque* y de términos conexos, como *forestación*, *reforestación* y *deforestación*, que figura en el *Informe especial sobre el uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura* (IPCC, 2000).

**Regeneración**

Renovación de un terreno arbolado mediante recursos naturales (siembra en el lugar o en terrenos adyacentes o esparcimiento de semillas por el viento, aves o animales) o medios artificiales (transplante de plántulas o siembra directa).

**Régimen de perturbación**

Frecuencia, intensidad y tipos de perturbaciones, tales como incendios, irrupción de insectos o brotes de plagas, inundaciones y sequías.

**Regiones áridas**

Ecosistemas con <250 mm de precipitación anual.

**Regiones semiáridas**

Ecosistemas que tienen >250 mm de precipitaciones anuales, pero no son muy productivas; clasificadas en términos generales como llanuras.

**Reservas**

Véase *reservorio*.

**Reservorio**

Componente del sistema climático, excluida la atmósfera, que tiene la capacidad de almacenar, acumular o liberar un sustancia de interés (p. ej., carbono, un *gas de efecto invernadero* o un precursor). Los océanos, los suelos y los bosques son ejemplos de reservorios de carbono. “Depósito” es un término equivalente (obsérvese, sin embargo, que la definición de depósito a menudo comprende la atmósfera). La cantidad absoluta de sustancias de interés existentes dentro de un reservorio en un momento determinado se denomina “reservas”. El término significa también un sitio de acopio artificial o natural de agua, como un lago, estanque o *acuífero*, del cual puede extraerse agua con fines tales como el riego o el abastecimiento de agua.

**Resiliencia**

Véase *elasticidad*.

**Respiración**

Proceso en virtud del cual los organismos vivos convierten materia orgánica en dióxido de carbono, liberando energía y consumiendo oxígeno.

**Respiración heterotrófica**

Liberación de CO<sub>2</sub> como producto de la descomposición de materia orgánica.

**Retroacción**

Proceso que desencadena cambios en un segundo proceso, que a su vez influye sobre el original; una retroacción positiva intensifica el proceso original y una retroacción negativa lo atenúa.

**Revolución industrial**

Período de rápido crecimiento industrial, de profundas consecuencias sociales y económicas, que comenzó en Inglaterra durante la segunda mitad del siglo XVIII y se extendió en primer lugar al resto de Europa y más tarde a otros países, entre ellos los Estados Unidos. La revolución industrial marcó el comienzo de un período de fuerte aumento de la utilización de combustibles de origen fósil y de las emisiones, en particular, de dióxido de carbono de origen fósil. En el TIE, los términos “preindustrial” e “industrial” se refieren, en forma algo arbitraria, a los períodos anterior y posterior a 1750, respectivamente.

**Ribereño**

Relativo a la orilla de un curso de agua natural (como un río) o a veces un lago o una playa de mar, o que vive o está situado allí.

**Rompeolas**

Estructura fuera de la costa (como un espigón o embarcadero) que, al romper la fuerza de las olas, protege un puerto, fondeadero, playa o zona costera.

**Salinización**

Acumulación de sales en los suelos.

**Secuestro**

Proceso de aumento del contenido de carbono en un depósito de carbono, aparte de la atmósfera.

**Sensibilidad**

Grado en que un sistema resulta afectado, negativa o ventajosamente, por *estímulos* relativos al clima. El efecto puede ser directo (p. ej., un cambio en el rendimiento de las cosechas en respuesta a un cambio en la temperatura media, su margen de variación o su variabilidad) o indirecto (p. ej., los daños causados por un aumento en la frecuencia de las inundaciones costeras debido a la *elevación del nivel del mar*).

**Sequía**

Fenómeno que existe cuando la precipitación ha sido considerablemente inferior a los niveles normales registrados, causando graves desequilibrios hidrológicos que afectan negativamente los sistemas de producción de recursos de las tierras.

**Servicios ecosistémicos**

Procesos o funciones ecológicas que tienen valor para los individuos o la sociedad.

**Silvicultura**

Desarrollo y mantenimiento de los bosques.

**Singularidades a gran escala**

Cambios bruscos y espectaculares en los sistemas, en respuesta a cambios suaves en las fuerzas impulsoras. Por ejemplo, un aumento gradual en las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero puede ocasionar singularidades en gran escala tales como el retraso o el colapso de la circulación termohalina o el colapso de la barrera de hielo antártica occidental. Es difícil predecir la aparición, magnitud y frecuencia de las singularidades a gran escala.

**Sinóptico**

Relativo a las condiciones atmosféricas y meteorológicas tal como existen simultáneamente sobre una amplia zona o la forma en que se presentan.

**Sistema climático**

El sistema climático es un sistema altamente complejo integrado por cinco grandes componentes: la atmósfera, la hidrosfera, la criosfera, la superficie terrestre y la biosfera, y las interacciones entre ellos. El sistema climático evoluciona con el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna y debido a forzamientos externos como las erupciones volcánicas, las variaciones solares y los forzamientos inducidos por el ser humano, como los cambios en la composición de la atmósfera y los cambios en el *uso de la tierra*.

**Sistema humano**

Todo sistema en el que desempeñen un papel importante organizaciones humanas. A menudo, pero no siempre, el término es sinónimo de “sociedad” o “sistema social” (p. ej., sistema agrícola, sistema político, sistema tecnológico, sistema económico); todos ellos son sistemas humanos, en el sentido que se aplica en el TIE.

**Sistemas únicos y amenazados**

Entidades limitadas a una extensión geográfica relativamente reducida, pero que pueden afectar a otras entidades más grandes fuera de su alcance; reducen los puntos de extensión geográfica a la sensibilidad a las variables ambientales, como el clima, y por lo tanto testimonian la vulnerabilidad potencial al *cambio climático*.

**Smog**

Véase *Niebla fotoquímica*.

**Subsidencia**

Hundimiento súbito o asentamiento gradual de la superficie de la Tierra, con poco o ningún movimiento horizontal.

**Suceso meteorológico extremo**

Episodio, o más bien fase de un episodio, raro en términos de su distribución estadística de referencia en un lugar determinado. Las definiciones de “raro” varían, pero para que un suceso meteorológico pueda considerarse extremo normalmente debería ubicarse como mínimo en el percentil 10° ó 90°. Por definición, las características de las llamadas “condiciones meteorológicas extremas” pueden variar de un lugar a otro. Un “suceso climático extremo” es el promedio de

una serie de sucesos meteorológicos ocurridos durante un período determinado, promedio que es en sí mismo extremo (p. ej., la cantidad de lluvia durante una estación).

**Sucesión**

Transición en la composición de las comunidades vegetales después de una perturbación.

**Sumersión**

Elevación del nivel del agua en relación con la tierra, de modo que se inundan zonas que antes eran de tierra seca; se produce por hundimiento de la tierra o por un ascenso en el nivel del agua.

**Sumidero**

Cualquier proceso, actividad o mecanismo que elimine de la atmósfera un *gas de efecto invernadero*, un *aerosol* o un precursor de un gas de efecto invernadero o de un aerosol.

**Superávit del productor**

Rendimiento excedente del costo de producción que ofrece compensación a quienes posean competencias o bienes escasos (p. ej., tierras productivas para la agricultura).

**Surgencia (afloramiento)**

Transporte de agua más profunda a la superficie, causado generalmente por movimientos horizontales del agua superficial.

**Taiga**

Bosques de coníferas de Norteamérica y Eurasia septentrionales.

**Termokarst**

Topografía irregular en lomadas en el suelo congelado, provocada por el derretimiento del hielo.

**Termoclina**

Región oceánica mundial, que está, en general, a una profundidad de 1 km, en que la temperatura desciende rápidamente con la profundidad y que marca la frontera entre la superficie y el océano.

**Transferencia de riesgo alternativa**

Alternativas del mercado de capital para el seguro tradicional (p. ej., bonos para casos de catástrofe).

**Transpiración**

Emisión de vapor de agua desde las superficies de las hojas o de otras partes de los vegetales.

**Troposfera**

Parte inferior de la atmósfera, comprendida entre la superficie y unos 10 km de altitud en latitudes medias (variando, en promedio, entre 9 km en latitudes altas y 16 km en los trópicos), donde se encuentran las nubes y se producen los fenómenos “meteorológicos”. En la troposfera, las temperaturas suelen disminuir con la altura.

**Tsunami**

Gran oleada producida por un terremoto, derrumbe o erupción volcánica submarina.

**Tundra**

Llanura plana o levemente ondulada sin árboles, característica de las regiones ártica y subártica.

**Turba**

Material del suelo no consolidado, constituido sobre todo por materia orgánica descompuesta acumulada en condiciones de excesiva humedad o en otras condiciones que reducen la tasa de descomposición.

**Ungulado**

Mamífero cuadrúpedo con pezuñas o cascos, típicamente herbívoro (como un rumiante, cerdo, camello, hipopótamo, caballo, rinoceronte o elefante).

**Unidad de exposición**

Actividad, grupo, región o recurso expuestos a estímulos climáticos.

**Urbanización**

Conversión de la tierra de un estado natural o un estado natural gestionado (como la agricultura) en ciudades; proceso impulsado por una migración neta del medio rural al urbano, mediante el cual un porcentaje creciente de la población en cualquier nación o región pasa a vivir en asentamientos definidos como “centros urbanos”.

**Uso de la tierra**

Conjunto de métodos, actividades e insumos llevados a cabo en un determinado tipo de cubierta del suelo (una serie de acciones humanas). Los fines sociales y económicos con los que se utiliza la tierra (p. ej., el pastoreo, la extracción de madera y la conservación).

**Uso eficiente del agua**

Adquisición de carbono en la fotosíntesis por unidad de agua perdida en la evapotranspiración. Puede expresarse a corto plazo como la relación entre el carbono adquirido por fotosíntesis y la pérdida unitaria de agua por transpiración, o con carácter estacional, como la relación entre la *producción primaria neta* o rendimiento agrícola y la cantidad de agua disponible.

**Variabilidad del clima**

La variabilidad del clima se refiere a variaciones en las condiciones climáticas medias y otras estadísticas del clima (como las desviaciones típicas, los fenómenos extremos, etc.) en todas las escalas temporales y espaciales que se extienden más allá de la escala de un episodio meteorológico en particular. La variabilidad puede

deberse a procesos naturales internos que ocurren dentro del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones en el forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa). Véase también *cambio climático*.

**Vector**

Organismo, como un insecto, que transmite un agente patógeno de un huésped a otro. Véase también *enfermedades transmitidas por vectores* y *capacidad vectorial*.

**Ventilación del océano**

Descenso del agua próxima a la superficie hasta la profundidad del océano. Véase también *formación de agua profunda*.

**Vernalización**

Acto o proceso de acelerar la floración o la fructificación de las plantas tratando las semillas, bulbos o retoños de modo de inducir un acortamiento del período vegetativo.

**Vulnerabilidad**

Medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del cambio climático, incluso la variabilidad climática y los episodios extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

**Xérico**

Que requiere poca cantidad de humedad.

**Zona fótica**

Las aguas superiores de los lagos, ríos y mares, suficientemente iluminadas para que se produzca la fotosíntesis.

**Zona litoral**

Región costera; la zona de la costa entre las marcas de alto y bajo nivel del agua.

**Zoonosis**

Transmisión de una enfermedad de un animal o una especie no humana a los seres humanos. El reservorio natural es un animal no humano.

**Zooplankton**

Formas animales de *plancton*. Consumen *fitoplancton* u otras formas de zooplankton. Véase también *fitoplancton*.