

40

Bajemos la temperatura

Cómo hacer frente a la nueva realidad climática



4°

la temperatura

Bajemos

Cómo hacer frente a la nueva realidad climática



© 2014 International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank
1818 H Street NW, Washington DC 20433
Telephone: 202-473-1000; Internet: www.worldbank.org

Some rights reserved

1 2 3 4 17 16 15 14

This work was prepared for The World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. The findings, interpretations, and conclusions expressed in this work do not necessarily reflect the views of The World Bank, its Board of Executive Directors, or the governments they represent. The World Bank does not guarantee the accuracy of the data included in this commissioned work. The boundaries, colors, denominations, and other information shown on any map in this work do not imply any judgment on the part of The World Bank concerning the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

Nothing herein shall constitute or be considered to be a limitation upon or waiver of the privileges and immunities of The World Bank, all of which are specifically reserved.

Rights and Permissions



This work is available under the Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO license (CC BY-NC-ND 3.0 IGO) <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo>. Under the Creative Commons—NonCommercial—NoDerivatives license, you are free to copy, distribute, and transmit this work, for noncommercial purposes only, under the following conditions:

Attribution—Please cite the work as follows: World Bank. 2014. *Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal*. Washington, DC: World Bank. License: Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO (CC BY-NC-ND 3.0 IGO).

Noncommercial—You may not use this work for commercial purposes.

No Derivative Works—You may not alter, transform, or build upon this work.

Third-party content—The World Bank does not necessarily own each component of the content contained within the work. The World Bank therefore does not warrant that the use of any third-party-owned individual component or part contained in the work will not infringe on the rights of those third parties. The risk of claims resulting from such infringement rests solely with you. If you wish to re-use a component of the work, it is your responsibility to determine whether permission is needed for that re-use and to obtain permission from the copyright owner. Examples of components can include, but are not limited to, tables, figures, or images.

All queries on rights and licenses should be addressed to the Publishing and Knowledge Division, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2625; e-mail: pubrights@worldbank.org.

The following items are used with permission and require further permission for reuse. Please refer to the caption or note corresponding to each item:

Figures 2.2, 2.4, 2.9, 3.10, 3.14, 3.15, 3.21, 4.13, 4.14, 4.19, 4.21, 4.22, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21.

ISBN: 978-1-4648-0437-3

Cover photos: photos 1, 2, 3, 5, and 7 © The World Bank Group; photo 4 (forestry), © istockphoto, used with permission, further permission for reuse; photos 6 and 8, © Erick Fernandes (floating houses in Peru and jaguar in Amazon)/The World Bank Group.

Cover design: Gregory Wlosinski/General Services Department—Printing and Multimedia, The World Bank Group.



América Latina y el Caribe

La región de América Latina y el Caribe cuenta con una enorme diversidad de paisajes y ecosistemas. Esta región es muy heterogénea en cuanto al desarrollo económico y a los antecedentes sociales e indígenas. También constituye una de las regiones más urbanizadas del mundo. En América Latina y el Caribe, los cambios en la temperatura y las precipitaciones, las olas de calor y el derretimiento de los glaciares tendrán efectos adversos en la productividad agrícola, los regímenes hidrológicos y la biodiversidad. En Brasil, si no se realiza una adaptación adicional, el rendimiento de los cultivos podría disminuir entre el 30 % y el 70 % en el caso de la soja y hasta el 50 % en el caso del trigo con un aumento de temperatura de 2 °C. La acidificación de los océanos, el aumento del nivel del mar y la mayor intensidad de los ciclones tropicales afectarán los medios de subsistencia costera, así como la seguridad alimentaria e hídrica, particularmente, en el Caribe. La seguridad alimentaria locales también se ve seriamente amenazada por la disminución que se prevé en el potencial de pesca. Las disminuciones y los cambios en la disponibilidad del agua serían particularmente graves para las ciudades andinas. La selva tropical amazónica podría quedar expuesto a una degradación forestal a gran escala que contribuya al aumento de la concentración del dióxido de carbono en la atmósfera.

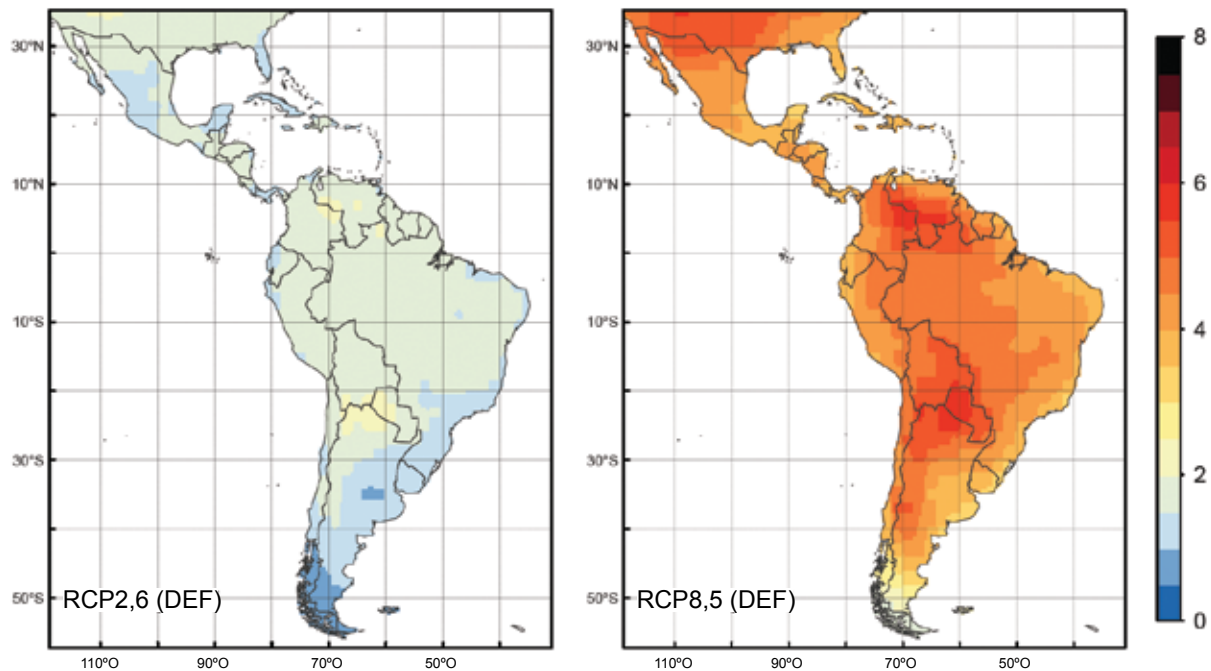


1.1 Resumen regional

La región de América Latina y el Caribe es altamente heterogénea en cuanto al desarrollo económico y a los antecedentes sociales e indígenas, y cuenta con una población de 588 millones de habitantes (2013), de los cuales casi el 80 % vive en zonas urbanas. Se estima que el producto interno bruto (PIB) actual es de US\$5655 billones (2013), con un ingreso nacional bruto (INB) per cápita de US\$9314 en 2013. En 2012, aproximadamente el 25 % de la población vivía en la pobreza y el 12 %, en la pobreza extrema, lo cual representa una clara disminución si se compara con años anteriores. La desnutrición en la región, por ejemplo, disminuyó del 14,6 % en 1990 al 8,3 % en 2012. A pesar de los considerables avances de las últimas décadas en desarrollo económico y social, la desigualdad de ingresos de la región continúa siendo elevada.

Esta zona es extremadamente susceptible a los ciclones tropicales y a los fenómenos exacerbados de El Niño, así como al aumento de los niveles del mar, el derretimiento de los glaciares andinos, el aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de las precipitaciones. La población pobre de las zonas rurales que depende de una base de recursos naturales es particularmente vulnerable a los impactos del clima sobre la agricultura de subsistencia y los servicios ecosistémicos; las poblaciones pobres de las zonas urbanas que viven en costas, llanuras aluviales y pendientes pronunciadas son especialmente vulnerables a los fenómenos de precipitaciones

Gráfico 1.1: Media (de múltiples modelos) de la anomalía de temperatura para América Latina y el Caribe para un camino de concentración representativa (RCP) 2,6 (izquierda, un mundo 2 °C más cálido) y RCP8,5 (derecha, un mundo 4 °C más cálido) para los meses de verano austral (diciembre, enero y febrero [DEF]).



Las anomalías de la temperatura en grados Celsius se promedian para el período comprendido entre 2071 y 2099 con respecto al período comprendido entre 1951 y 1980.

extremas y a los impactos de las olas de calor sobre la salud. Los sistemas agrícolas de producción intensiva de granos en el sector sur de la región se alimentan, principalmente, de las lluvias y, como resultado, son susceptibles a las variaciones de las precipitaciones y la temperatura. En las regiones andinas, las viviendas construidas sobre los terrenos pronunciados quedan expuestas de manera crítica a flujos superficiales de tormentas, inundaciones por el deshielo de glaciares y desprendimientos de tierra. Los residentes de zonas costeras, en especial de la región del Caribe, enfrentan riesgos de perder los servicios ecosistémicos y los medios de subsistencia debido a la degradación de los ecosistemas marinos, de perder refugios físicos a causa de la degradación de arrecifes, las inundaciones costeras, los daños de infraestructuras en estado crítico (especialmente, en el sector turístico de playas), y amenazas para el agua dulce provenientes de la intrusión salina a causa del aumento en el nivel del mar.

1.1.1 Patrones regionales de cambio climático

1.1.1.1 Temperaturas y olas de calor

Para el año 2100, las temperaturas de verano en la región aumentarán, aproximadamente, 1,5 °C en un escenario de emisiones bajas (un mundo 2 °C más cálido) y, aproximadamente, 5,5 °C en un escenario de emisiones elevadas (un mundo 4 °C más cálido), en comparación con el período de referencia (1951-80). A lo largo de la costa atlántica de Brasil, Uruguay y Argentina, se prevé que el calentamiento sea menor que el promedio mundial, el cual oscilará entre 0,5 °C y 1,5 °C en un mundo 2 °C más cálido y entre 2 °C y 4 °C en un mundo

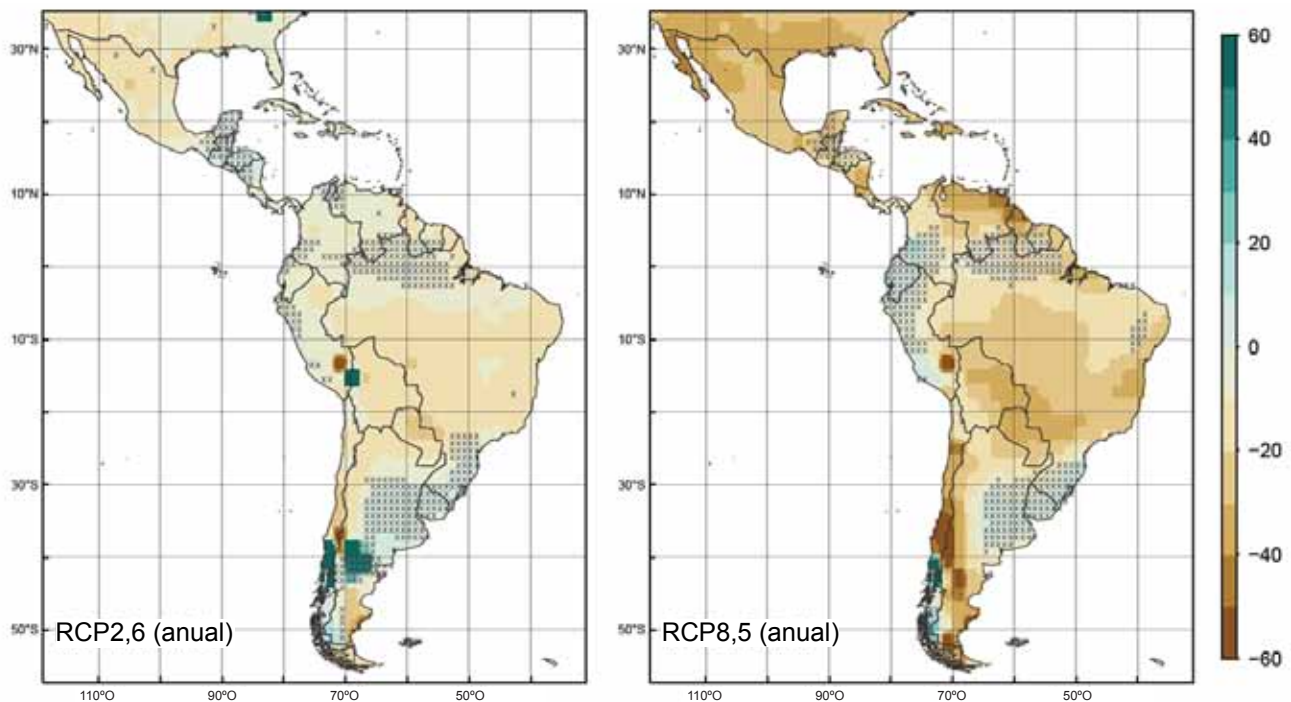
4 °C más cálido. En la región central sudamericana, que comprende Paraguay, el norte de Argentina y el sur de Bolivia, es posible que el calentamiento sea más pronunciado, de hasta 2,5 °C en un mundo 2 °C más cálido y hasta 6 °C en un mundo 4 °C más cálido, para el período comprendido entre 2071 y 2099. Se prevén niveles similares de calentamiento para la región ecuatorial, incluidas las zonas orientales de Colombia y meridionales de Venezuela. Las proyecciones indican que, en un mundo 4 °C más cálido, casi toda la superficie terrestre (aproximadamente, el 90 %) se verá afectada por olas de calor en verano *sumamente inusuales*¹ y más de la mitad de la superficie terrestre (aproximadamente, el 70 %), por olas de calor *sin precedentes*.

1.1.1.2 Precipitaciones, sequía y aridez

En general, en un mundo 2 °C más cálido, los cambios en las precipitaciones son relativamente pequeños (+/-10 %) y los modelos exhiben una incongruencia sustancial sobre la dirección del cambio en la mayoría de las regiones terrestres. En un mundo 4 °C más cálido, los modelos convergen en sus proyecciones en la mayoría de las regiones aunque, respecto de algunas áreas, permanece la incertidumbre entre modelos (como el caso del norte de Argentina y Paraguay). Se prevé que los países tropicales en la costa del océano Pacífico (Perú, Ecuador y Colombia) tengan un aumento en el promedio de precipitaciones anuales de alrededor del 30 %. De manera similar, Uruguay, sobre

¹ En este informe, los picos de calor *sumamente inusuales* hacen referencia a fenómenos de 3 sigma y los picos de calor *sin precedentes* se refieren a fenómenos de 5 sigma (véase el anexo 6.1).

Gráfico 1.2: Media de múltiples modelos del cambio porcentual en el índice de aridez para RCP2,6 (izquierda, un mundo 2 °C más cálido) y RCP8,5 (derecha, un mundo 4 °C más cálido) para América Latina y el Caribe, para el período 2071-99, en comparación con el período de referencia (1951-80).



Las áreas sombreadas indican resultados inciertos, con dos o más de cinco modelos que no concuerdan respecto de la dirección del cambio. Nótese que un cambio negativo corresponde a un cambio a condiciones más áridas².

la costa del océano Atlántico (y las zonas que limitan con Brasil y Argentina), será más húmedo. Entre las regiones que se prevé que se volverán más secas se encuentran la Patagonia (sur de Argentina y Chile), México y el centro de Brasil. Estos patrones indican que, con el cambio climático, la mayoría de las regiones secas se volverán más secas y la mayoría de las regiones húmedas lo serán aún más. La excepción es la región central de Brasil. Se prevé que la media de precipitaciones anuales aquí disminuirá el 20 % en un mundo 4 °C más cálido hacia el final del siglo. En general, los eventos más intensos y frecuentes de precipitaciones extremas también se volverán más frecuentes.

En un mundo 4 °C más cálido, se espera que la cuenca del Amazonas, la extensión total de tierra del Brasil (excepto la costa meridional), el sur de Chile, el Caribe, Centroamérica y el norte de México se encuentren en condiciones de sequías graves a extremas con relación al clima actual hacia finales del siglo XXI. Se proyecta que el área total de tierra clasificada como hiperárida, árida o semiárida aumente de aproximadamente el 33 % en el período de 1951-80 al 36 % en un mundo 2 °C más cálido, y hasta el 41 % en un mundo 4 °C más cálido.

² Algunas celdillas individuales poseen valores notablemente diferentes que sus celdas limítrofes directas (p. ej., en la costa de Turquía sobre el Mar Negro con RCP8,5). Esto se debe a que el IA se define como la fracción del total de precipitaciones anuales dividida por la evotranspiración potencial (véase el anexo 6.1). Por lo tanto, se comporta de una manera fuertemente no lineal y las fluctuaciones pueden ser extensas de un año al otro. Debido a que los resultados se promedian respecto de un número relativamente pequeño de simulaciones de modelos, esto puede dar como resultado saltos locales.

1.1.1.3 Ciclones tropicales

Las observaciones durante los últimos 20 a 30 años muestran tendencias positivas en cuanto a la frecuencia y a la potencia de los ciclones tropicales sobre el Atlántico Norte aunque no sobre la región oriental del Pacífico Norte. Mientras que los ciclones tropicales del Atlántico son suprimidos por la fase El Niño del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), estos se ven potenciados en la región oriental del Pacífico Norte. Si se produce una mayor cantidad de cambios climáticos antropogénicos, se prevé que la frecuencia de los ciclones tropicales de elevada intensidad, en general, aumente sobre la región occidental del Atlántico Norte en un 40 % para un calentamiento global de entre 1,5 °C y 2,5 °C y en un 80 % en un mundo 4 °C más cálido. El calentamiento global de aproximadamente 3 °C se relaciona con un aumento promedio del 10 % en la intensidad de las precipitaciones promediada en un radio de 200 km en torno a un centro de ciclones tropicales. A pesar de que existe cierta evidencia a partir de estudios de una pluralidad de modelos sobre un aumento proyectado en la frecuencia de ciclones tropicales a lo largo de la costa pacífica de Centroamérica, los pronósticos generales en esta región no son concluyentes actualmente. No obstante, pese a estas proyecciones no concluyentes, cualquier aumento en las tormentas en los océanos Pacífico y Atlántico (no necesariamente ciclones) que toquen tierra incluirían, simultáneamente y en forma potencial, impactos más dañinos que la mayor frecuencia de cualquier ciclón individual en los océanos Pacífico o Atlántico.

1.1.2 Aumento regional del nivel del mar

Se prevé que el aumento del nivel del mar sea más elevado en la costa del Atlántico que en la costa del Pacífico y que Valparaíso (cálculo de la mediana: 55 cm para un mundo 4 °C más cálido) se beneficie de la intensificación de los vientos alisios en la región sudeste sobre el Pacífico sur y que el afloramiento conexo de agua helada derive en un aumento termostérico del nivel del mar por debajo del promedio (debido al aumento de la temperatura del océano). En contraste, la costa atlántica de Brasil podría experimentar un aumento del nivel del mar por encima del promedio (Recife: cálculo de la mediana: 63 cm, cálculo mínimo: 41 cm, cálculo máximo: 1,14 m; Río de Janeiro: cálculo de la mediana: 62 cm, cálculo mínimo: 46 cm, cálculo máximo: 1,11 m). El aumento del nivel del mar se exagera en latitudes bajas debido a la mayor absorción de calor por parte del océano y el patrón inducido por gravedad de las mantas de hielo y los glaciares. Como ejemplo, Guayaquil sobre la costa del Pacífico del Ecuador podría experimentar un aumento de 62 cm (cálculo mínimo: 46 cm; cálculo máximo: 1,04 m) del nivel del mar en un mundo 4 °C más cálido. En contraste, se prevé que Puerto Williams (Chile), en el extremo sur del continente sudamericano, experimente un aumento de solo 46 cm (cálculo mínimo: 38 cm; cálculo máximo: 65 cm). Se pronostica que Puerto Príncipe (Haití) experimentará un aumento del nivel del mar de 61 cm (cálculo mínimo: 41 cm; cálculo máximo: 1,04 m) en un mundo 4 °C más cálido (gráfico 3.14); esto sirve como ejemplo típico del aumento del nivel del mar en otras islas del Caribe.

1.1.3 Impactos temáticos y sectoriales

1.1.3.1 Cambios en los glaciares y mantos de nieve

La recesión de los glaciares en Sudamérica ha sido considerable. Los glaciares tropicales de la región central de los Andes, en particular, han perdido las principales porciones de su volumen en el transcurso del siglo XX. Una clara tendencia del retroceso de los glaciares también se hace visible en los glaciares de los Andes australes, que han perdido alrededor del 20 % de su volumen.

La recesión de los glaciares tropicales en la región central de los Andes continuará con la misma velocidad a la que se ha producido en décadas recientes. Incluso en escenarios de emisiones bajas o intermedias que inducen a un calentamiento global de entre 2 °C y 3 °C por encima de los niveles preindustriales, existen dos estudios integrales que pronostican, de manera coherente, una pérdida del volumen de los glaciares de entre el 78 % y el 97 %. Ambos estudios predicen una desglaciación casi completa (entre el 93 % y el 100 %) en un mundo 4 °C más cálido. Otros estudios son levemente menos drásticos, independientemente de la evolución de la temperatura en las próximas décadas; no obstante, mucho antes de que termine el siglo, desaparecerán grandes porciones de los glaciares de la región tropical de los Andes. En los Andes australes, la proliferación del modelo para los rangos de calentamiento global oscila entre 2 °C y 3 °C a partir de una pérdida del volumen de los glaciares de entre el 22 % y el 59 %; resulta difícil realizar una comparación de los escenarios individuales. En un mundo 4 °C más cálido, los modelos pronostican un retroceso del volumen de los glaciares de entre el 44 % y el 74 % para el año 2100.

Desde 1950, el seguimiento del manto de nieve en latitudes elevadas de Chile y Argentina no exhibe una tendencia significativa (es difícil identificar tendencias posibles en los registros, ya que la variabilidad

interanual es extensa y se ve claramente modulada por el ENOS. La falta de proyecciones confiables para los cambios en los mantos de nieve y el manto de nieve de los Andes constituye un importante déficit de investigación.

1.1.3.2 Recursos hídricos, seguridad del agua e inundaciones

A pesar de que la magnitud del cambio varía, existe un fuerte acuerdo para disminuir la escorrentía y la descarga medias anuales en Centroamérica. El estrés hídrico puede aumentar, especialmente, en regiones áridas con elevada densidad de población y durante la estación seca. En el Caribe, los pronósticos de escorrentías no revisten confiabilidad ya que los datos son escasos. Sin embargo, la disponibilidad de agua dulce puede disminuir por diversos motivos, tales como el aumento del nivel del mar que conlleva a una intrusión salina en los acuíferos costeros. A nivel regional, es elevado el riesgo de inundaciones y aludes de lodo con altos índices de mortalidad. Si bien las inundaciones, a menudo, parecen estar asociadas con el cambio en el uso de la tierra, también pueden producirse eventos de inundaciones más graves en el contexto del cambio climático.

Se prevé una mayor variabilidad de la descarga estacional para la región tropical de los Andes. Ya se ha observado una reducción del caudal durante la estación seca, el cual puede disminuir aún más como resultado del retroceso constante de los glaciares. No obstante, el caudal durante la temporada húmeda puede incrementarse. La región andina podría experimentar un mayor riesgo de inundaciones en un mundo 4 °C más cálido (por ejemplo, debido al derretimiento acelerado de los glaciares). En la cuenca del Amazonas, los pronósticos en cuanto a la escorrentía y la descarga para la mayor parte de esta región son divergentes. Para el sector occidental de la cuenca, se proyecta un posible aumento de caudales, escorrentías, zonas inundables y tiempos de inundación. En el extremo más meridional de Sudamérica, se pronostica una disminución en la media de escorrentías.

A pesar de que la región de América Latina y el Caribe cuenta con abundancia de recursos de agua dulce, muchas ciudades dependen de los ríos, acuíferos, lagos y glaciares locales que pueden verse afectados por el cambio climático, y el abastecimiento de agua dulce podría no ser suficiente para satisfacer la demanda. Por ejemplo, se espera que Guadalajara (México) y muchas ciudades andinas enfrenten un mayor estrés hídrico y, si la demanda actual continúa, los grupos de bajos recursos que ya carecen de acceso adecuado al agua enfrentarán mayores desafíos.

1.1.3.3 Impactos del cambio climático en la agricultura, la ganadería y la seguridad alimentaria

Los resultados de los pronósticos del impacto del cambio climático en el rendimiento de los cultivos varían de un estudio a otro, aunque la mayoría de los autores están de acuerdo en que el cambio climático, muy posiblemente, reducirá los rendimientos agrícolas de cultivos importantes en la alimentación en la región de América Latina y el Caribe. Una excepción es el aumento proyectado en el rendimiento del arroz que recibe irrigación en algunas regiones. Los pocos estudios disponibles sobre los impactos del cambio climático en la ganadería indican que la producción de ganado para carne y productos lácteos disminuirá con las altas temperaturas, ya que el estrés por calor es un factor que influye en alto grado la productividad del ganado. Las

ovejas parecen ser más resistentes a las condiciones más cálidas y secas que el ganado vacuno y porcino.

1.1.3.4 Impactos del cambio climático en la biodiversidad

Los efectos negativos en la biodiversidad inducidos por el cambio climático, desde contracciones de rango hasta extinciones, son muy probables en un mundo 2 °C más cálido. Debido a que se dificulta proyectar o cuantificar la capacidad de adaptación de las especies y los ecosistemas afectados, los modelos necesitan utilizar enfoques simplificados tal como se implementan en modelos de envoltura bioclimática, modelos de distribución de especies y modelos dinámicos de vegetación global.

Una clara tendencia con respecto a los niveles de calentamiento futuro es que, a mayor aumento pronosticado de temperatura, mayor es la diversidad de especies afectadas. Se prevé que las regiones montañosas de los trópicos (por ejemplo, los bosques húmedos) serán muy vulnerables debido al número elevado de especies endémicas y altamente especializadas que podrían enfrentar la extinción en la cumbre de la montaña. La mayoría de los modelos no tienen en consideración las interacciones bióticas (como las interacciones de las redes alimentarias, la competencia entre especies) o las limitaciones de los recursos. Por ende, el nicho ecológico de especies liberado dentro de un ecosistema podría volverse mucho más pequeño que lo potencialmente posible según las condiciones climáticas y demás factores ambientales, lo cual deriva en cambios en las zonas ecológicas.

1.1.3.5 Degradación, desaparición paulatina y punto decisivo de la selva amazónica

En general, los estudios más recientes sugieren que la desaparición paulatina del Amazonas constituye un futuro poco probable, aunque posible, para esta región. Los regímenes de precipitaciones futuros que se proyectan y los efectos de la fertilización con dióxido de carbono (CO₂) en el crecimiento de árboles tropicales siguen siendo los procesos que presentan el mayor nivel de incertidumbre. Los cambios provocados por el clima en el transcurso de la estación seca y la recurrencia de años con sequías extremas, así como el impacto de incendios en la degradación forestal, aumentan la lista de factores desconocidos para los cuales se siguen investigando los efectos combinados en un estudio integrador en todo el Amazonas. Se ha identificado un punto decisivo con una deforestación de aproximadamente 40 %, cuando las retroalimentaciones alteradas de agua y energía entre los bosques tropicales que quedan y el clima puedan causar una disminución de las precipitaciones.

Una desaparición paulatina de toda la cuenca de la selva amazónica ocasionada por retroalimentaciones entre el clima y el ciclo global del carbono es un punto decisivo potencial de alto impacto si las temperaturas regionales aumentan más de 4 °C y las temperaturas globales promedio aumentan más de 3 °C hacia el final de este siglo. No obstante, análisis recientes han reducido la magnitud de esta probabilidad del 21 % al 0,24 % respecto del nivel de calentamiento regional de 4 °C cuando se ajustan los modelos climáticos del ciclo del carbono sumados para representar de mejor manera la variabilidad interanual de temperaturas tropicales y emisiones de CO₂ conexas. No obstante, esto se aplica únicamente cuando el efecto de la fertilización con CO₂ se produce según lo implementado en

modelos de vegetación actuales. Asimismo, la degradación forestal a gran escala como resultado del aumento de las sequías podría dañar los servicios ecosistémicos y las funciones del ecosistema incluso sin una desaparición paulatina de los bosques.

1.1.3.6 Pesca y arrecifes de coral

Junto con la acidificación de los océanos y la hipoxia, que muy probablemente se vuelven más pronunciadas en escenarios de emisiones elevadas, la posibilidad de que se produzcan eventos más extremos de El Niño representa un riesgo sustancial para los caladeros más ricos del mundo. Independientemente de los eventos aislados, se ha observado el calentamiento gradual de las aguas oceánicas y se espera que este afecte la pesca (en particular, a escala local).

En general, las poblaciones de peces están migrando hacia los polos, hacia aguas más frías. Las estimaciones indican un aumento en el potencial de captura de hasta el 100 % en el sur de América Latina. Frente a la costa de Uruguay, en el extremo sur de Baja California y al sur de Brasil, se espera que el potencial máximo de captura disminuya más del 50 %. Las aguas caribeñas y las porciones de la costa atlántica de Centroamérica pueden sufrir reducciones en el orden del 5 % al 50 %. Se prevé que la pesca disminuya hasta un 30 % a lo largo de las costas de Perú y Chile, aunque también se esperan aumentos hacia el sur.

Independientemente del umbral de sensibilidad que se elija y del escenario de las emisiones, para el año 2040, los arrecifes de coral del Caribe podrían experimentar eventos anuales de blanqueamiento. Si bien algunas especies y lugares en particular parecen ser más resistentes ante tales eventos, queda claro que los ecosistemas marinos del Caribe enfrentan cambios a gran escala con consecuencias de amplio alcance para las actividades de subsistencia relacionadas, así como para la protección costera que brindan los arrecifes de coral sanos.

1.1.3.7 Salud

La región de América Latina y el Caribe enfrenta un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad debido a enfermedades infecciosas y sucesos climáticos extremos. Los patrones observados en la transmisión de enfermedades asociados con distintas partes del ciclo del ENOS brindan pistas sobre el modo en que los cambios en la temperatura y las precipitaciones podrían afectar la incidencia de una enfermedad particular en un lugar determinado. Los pronósticos de cómo la incidencia del paludismo en la región podría verse afectada por el cambio climático durante el resto del siglo son, en cierto modo, incongruentes y algunos estudios señalan una mayor incidencia mientras que otros señalan una incidencia menor. Tal incertidumbre también caracteriza los estudios sobre la relación entre el cambio climático y el paludismo a nivel mundial, y refleja la complejidad de los factores ambientales que tienen influencia en la enfermedad.

1.1.3.8 Migración y seguridad

Si bien la migración no constituye un fenómeno nuevo en la región, se espera que esta aumente con el cambio climático. Existen muchas áreas de América Latina y el Caribe que son propensas a sucesos extremos como sequías, inundaciones, desprendimientos de tierra y ciclones tropicales; todos estos pueden ser causales de migración.

Los ejemplos indican que la migración inducida por sequías ya es un fenómeno que ocurre en algunas regiones. Es probable que los

niveles más elevados de migración a causa del clima se perciban en áreas donde ya existen factores no ambientales (por ejemplo, malos Gobiernos, persecución política, presiones en la población y pobreza) que representan presiones migratorias en las poblaciones locales.

Se considera que la región posee un riesgo mínimo de conflicto armado. No obstante, en el contexto de la elevada desigualdad social y económica, y los flujos migratorios entre países, son persistentes las controversias relacionadas con el acceso a los recursos, la tierra y la riqueza. El cambio climático podría aumentar el riesgo de conflictos en la región debido a la mayor escasez de recursos, al aumento en los niveles de migraciones y de inestabilidad, y a la mayor frecuencia e intensidad de los desastres naturales.

1.1.3.9 Infraestructura costera

Para el año 2050, las inundaciones costeras con un aumento del nivel del mar de 20 cm podrían generar, aproximadamente, US\$940 millones de pérdidas anuales promedio en las 22 ciudades costeras más grandes de la región de América Latina y el Caribe, y alrededor de US\$1200 millones con un aumento del nivel del mar de 40 cm. La región del Caribe es particularmente vulnerable al cambio climático debido a sus zonas bajas y la dependencia de la población de la actividad económica costera y marítima. En un escenario en el cual el mundo tiene 4 °C más y presenta un aumento del nivel del mar de entre 89 cm y 1,4 m, los ciclones tropicales en el Caribe solamente podrían generar una pérdida adicional de US\$22 000 millones para el año 2050 (y de US\$46 000 millones para el año 2100) en concepto de daños causados por las tormentas y a la infraestructura, y pérdidas económicas en el sector turístico, en comparación con un escenario de mundo 2 °C más cálido. El aumento potencial de la intensidad de los ciclones tropicales podría incrementar el tiempo de inactividad de los buques en puerto y, por ende, aumentar los costos de envío. El turismo de playa está particularmente expuesto a los factores estresantes directos e indirectos del cambio climático, como el aumento del nivel del mar, la modificación de los patrones de tormentas tropicales, las marejadas ciclónicas más intensas y la erosión costera. Los centros turísticos costeros están potencialmente entre dos y tres veces más expuestos a los factores estresantes del cambio climático que aquellos que se encuentran en el interior.

1.1.3.10 Energía

La evaluación de la literatura actual sobre los impactos del cambio climático en la energía de América Latina y el Caribe pone de manifiesto que solo existen algunos estudios, la mayoría de los cuales realizan fuertes conjeturas sobre asuntos clave como la estacionalidad del suministro de agua para la creación de energía hídrica. Estos estudios son más cualitativos que cuantitativos y presentan importantes deficiencias. También existe una carencia de estudios en relación con los impactos del cambio climático sobre las energías renovables.

En general, los impactos del cambio climático en la demanda de energía son menos estudiados que aquellos en la oferta de energía y, no obstante, la oferta y la demanda interactúan de manera dinámica. Por ejemplo, el aumento concomitante en la demanda de energía

durante las olas de calor y la disminución de la oferta de energía debido a la reducción del caudal de los ríos y las bajas eficiencias pueden poner a los sistemas de energía existentes bajo creciente presión en el futuro.

1.1.4 Panorama del desarrollo regional

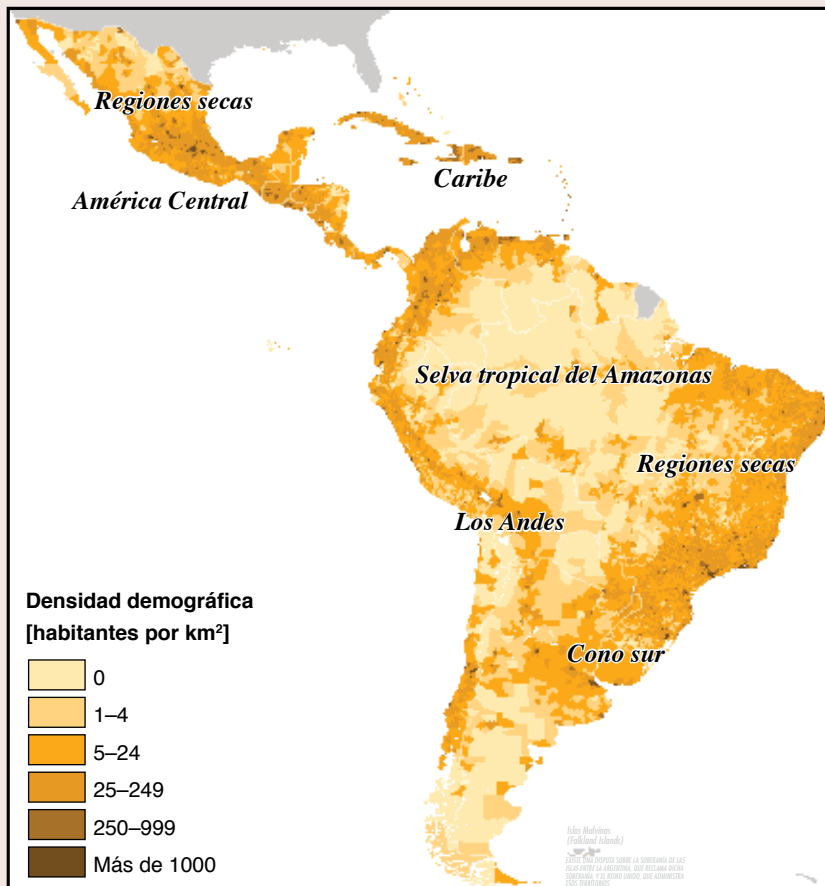
El recuadro 1.1 proporciona un panorama de los riesgos climáticos clave de la región. Los panoramas del desarrollo se basan en los impactos del cambio climático analizados en el informe principal (véase el cuadro 3.15, sección 3.5). Los impactos del cambio climático tienen numerosas implicancias directas e indirectas para el desarrollo de la región. Estos impactos ocurren en un continuo desde lo rural a lo urbano; además de existir muchos impactos climáticos que afectan directamente a los espacios rurales y que derivan, por ejemplo, en la reducción de la productividad agrícola o la alteración de los regímenes hidrológicos, estos impactos también afectan las áreas urbanas a través del cambio de los servicios ecosistémicos, los flujos de migración, etc. De igual manera, el desarrollo recibirá un impacto, ya que los desafíos de un clima cambiante aumentan e interactúan con factores socioeconómicos. En particular, el derretimiento de glaciares y los cambios en los caudales de ríos, los sucesos extremos y los riesgos para los sistemas de producción de alimentos pondrán la subsistencia humana bajo presión.

Los impactos del cambio climático afectan y continuarán afectando al desarrollo en toda la región y de diferentes maneras. En primer lugar, los cambios del ciclo hidrológico ponen en peligro la estabilidad de los suministros de agua dulce y los servicios ecosistémicos. Un sistema hidrológico alterado debido a escorrentías cambiantes, derretimientos de los glaciares y cambios en los mantos de nieve afectará los servicios ecosistémicos de los cuales depende la población rural, los suministros de agua dulce en ciudades y las actividades económicas importantes tales como la minería y la energía hídrica. En segundo lugar, el cambio climático pone en riesgo la producción agrícola a gran escala para la exportación y la agricultura a pequeña escala para la producción regional de alimentos. En tercer lugar, una mayor prevalencia de eventos extremos afecta tanto a las comunidades rurales como a las urbanas, en particular, en las regiones costeras.

En el nivel subregional, las siguientes interacciones entre el clima y el desarrollo revisten particular importancia. En Centroamérica y el Caribe, los sucesos extremos amenazan los medios de subsistencia y dañan las infraestructuras. En los Andes, los cambios en la disponibilidad de recursos hídricos representan un desafío para los pobres de las zonas rurales y urbanas. En el Amazonas, los riesgos de un punto decisivo, la degradación forestal y la pérdida de biodiversidad representan una amenaza para las comunidades locales. El cono sur enfrenta riesgos para exportar productos básicos debido a la pérdida de producción de la agricultura intensiva. En las regiones subtropicales secas de México y el noreste de Brasil, el creciente estrés por sequías amenaza los medios de subsistencia rural y la salud.

En el recuadro 1.2, se proporciona un resumen de los impactos previstos del cambio climático en sectores clave para la región.

Recuadro 1.1. América Latina y el Caribe: Riesgos para el desarrollo a nivel subregional con un calentamiento de 4 °C en 2100 en comparación con las temperaturas de la era preindustrial



Fuentes de datos: Mapa Population Count Grid del sistema Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3), preparado por el Centro para la Red Internacional de Información sobre las Ciencias de la Tierra (Universidad de Columbia), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (2005), Palisades, Nueva York; NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). Mapa preparado por la Unidad de Diseño Cartográfico del Banco Mundial. Las fronteras, los colores, las denominaciones y cualquier otra información que se incluya en este mapa no suponen juicio alguno por parte del Grupo Banco Mundial acerca de la situación jurídica de ningún territorio, ni el respaldo o la aceptación de esas fronteras.

América Central y el Caribe

Mayor frecuencia del ENOS y los ciclones tropicales, valores extremos de precipitaciones, sequías y olas de calor. Riesgos de reducción de la disponibilidad de agua, rendimiento de los cultivos, seguridad alimentaria y seguridad costera.

Exposición de las personas pobres a los deslizamientos de tierra; erosión costera, con riesgo de mayores tasas de mortalidad y migración; impactos negativos en el PIB en los casos en que los aportes del turismo costero son elevados.

Selva tropical del Amazonas

Aumento del calor extremo y la aridez, riesgo de incendios forestales, degradación y pérdida de la biodiversidad.

Riesgo de que la selva tropical se transforme en una fuente de carbono. La modificación de las zonas agrícolas puede generar conflictos sobre el uso de la tierra. Los riesgos de extinción de especies ponen en peligro los medios de subsistencia tradicionales y generan pérdidas culturales.

Los Andes

Derretimiento de glaciares, cambios en el manto de nieve, riesgos de inundaciones y escasez de agua dulce.

En las grandes altitudes, las mujeres, los niños y los pueblos indígenas son especialmente vulnerables, y la agricultura está en riesgo. En las zonas urbanas, los pobres que viven en pendientes pronunciadas están más expuestos a las inundaciones.

Regiones secas

El aumento de las sequías y los casos de calor extremo conducen a la muerte del ganado, la reducción de las cosechas y dificultades para obtener agua dulce.

Riesgos de hambrunas localizadas en comunidades indígenas remotas, problemas de salud relacionados con el agua. El agotamiento de los recursos puede llevar a conflictos y migraciones urbanas.

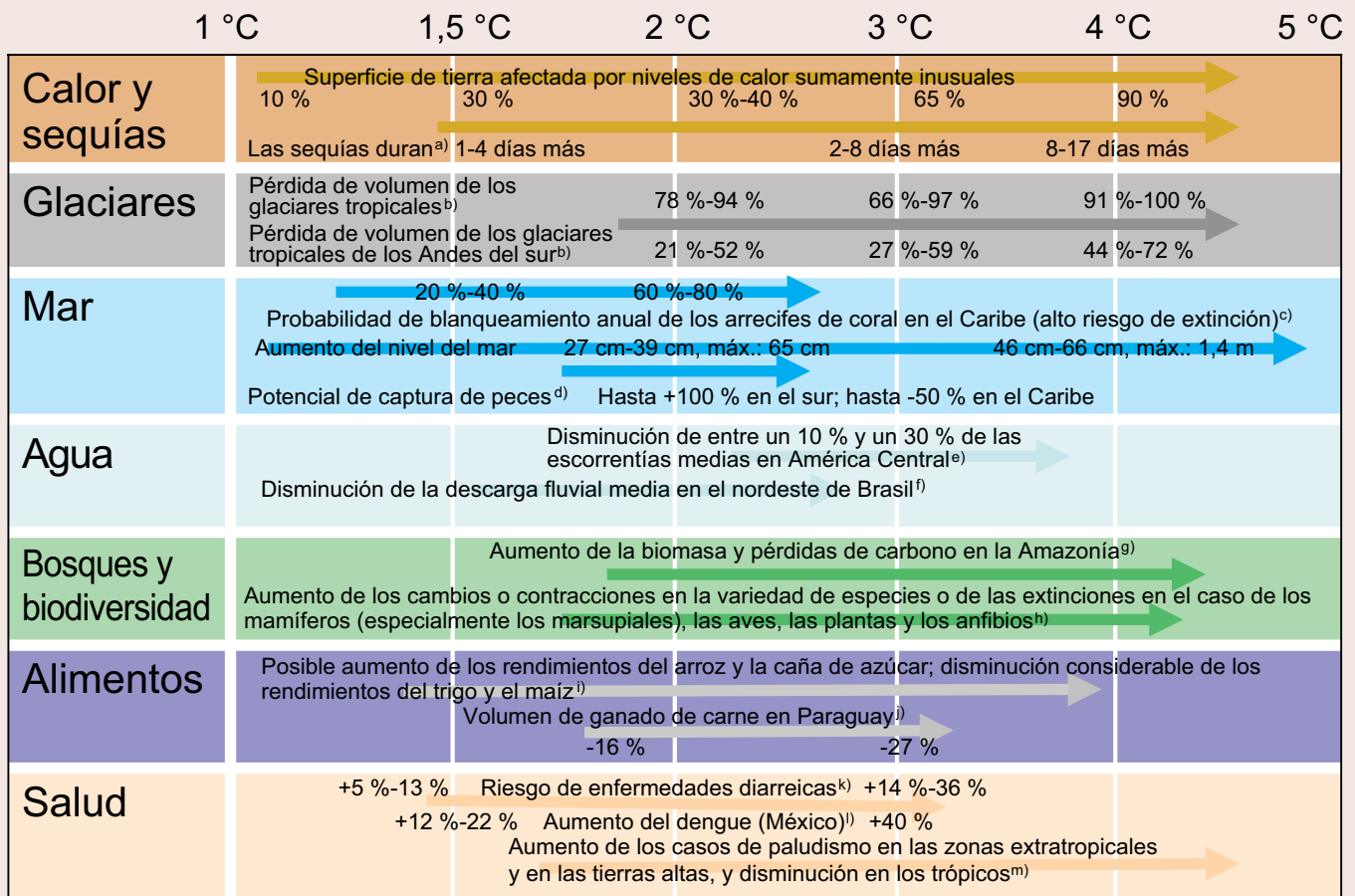
Cono sur

Disminución del rendimiento agrícola y la productividad de las pasturas, migración de las agroecozonas hacia el norte.

Riesgo nutricional para los pobres. Riesgo de aumento del precio de los alimentos y de que los impactos trasciendan la región, debido al alto porcentaje de agricultura dedicado a la exportación.

Recuadro 1.2. Impactos previstos del cambio climático en sectores clave de la región de América Latina y el Caribe

Los niveles de calentamiento se establecen tomando como parámetro las temperaturas de la era preindustrial. Los impactos que se muestran aquí constituyen un subconjunto de los que se resumen en el cuadro 3.15 del informe principal. Las flechas muestran únicamente la variedad de niveles de calentamiento evaluada en los estudios subyacentes, pero no implican ninguna graduación del riesgo, a menos que se indique explícitamente. Asimismo, no se incluyen los impactos observados ni los impactos que se producen en niveles de calentamiento más bajos o más altos no comprendidos en los estudios principales que se destacan aquí (por ejemplo, a pesar de que el calentamiento global aún no alcanzó 1,5 °C, ya se observan blanqueamientos de arrecifes de coral, pero en los estudios que se citan aquí se toma esa temperatura como punto de partida). No se evalúan medidas de adaptación, aun cuando puedan resultar imprescindibles para aliviar los impactos del cambio climático. La configuración del gráfico se adaptó de Parry (2010). Las letras minúsculas en superíndice remiten a las fuentes de las que se extrajeron los impactos³. Cuando no se utilizan estas letras, los resultados se basan en análisis adicionales realizados para este informe.



³ a) Sillmann et al. (2013 b); b) Marzeion et al. (2012); Giesen and Oerlemans (2013); Radic et al. (2013); c) Meissner et al. (2012); d) Cheung et al. (2010); e) Hidalgo et al. (2013); f) Döll and Schmied (2012); g) several studies without considering CO₂-fertilization, see Table 3.1; h) several studies, see Table 3.1; i) several studies, see Table 3.1; j) ECLAC (2010); k) Kolstad and Johansson (2011); l) Colon-Gonzalez et al. (2013); m) Beguin et al. (2011); Caminade et al. (2014); Van Lieshout et al. (2004).



Oriente Medio y Norte de África

La región de Oriente Medio y Norte de África es una de las más diversas del mundo en términos económicos, con un PIB anual per cápita que va desde US\$1000 en Yemen hasta más de US\$20 000 en los Estados del Golfo Árabe. En consecuencia, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad a los riesgos del clima varían enormemente dentro de la región. La región se verá gravemente afectada en ambos escenarios de calentamiento, con 2 °C y 4 °C más, particularmente debido al gran aumento de olas de calor previstas, a la reducción sustancial de la disponibilidad de agua y a las consecuencias esperadas para la seguridad alimentaria a nivel regional. En algunos países, los rendimientos de cultivos podrían caer hasta un 30 % con 1,5 °C a 2 °C más y casi un 60 % con 3 °C o 4 °C más. El deterioro de los medios de subsistencia en zonas rurales podría contribuir con la migración interna e internacional, lo que incrementa particularmente la presión sobre la infraestructura urbana, con los consiguientes riesgos de salud para los migrantes pobres. La migración y la presión sobre los recursos relacionada con el clima podrían aumentar el riesgo de conflicto.

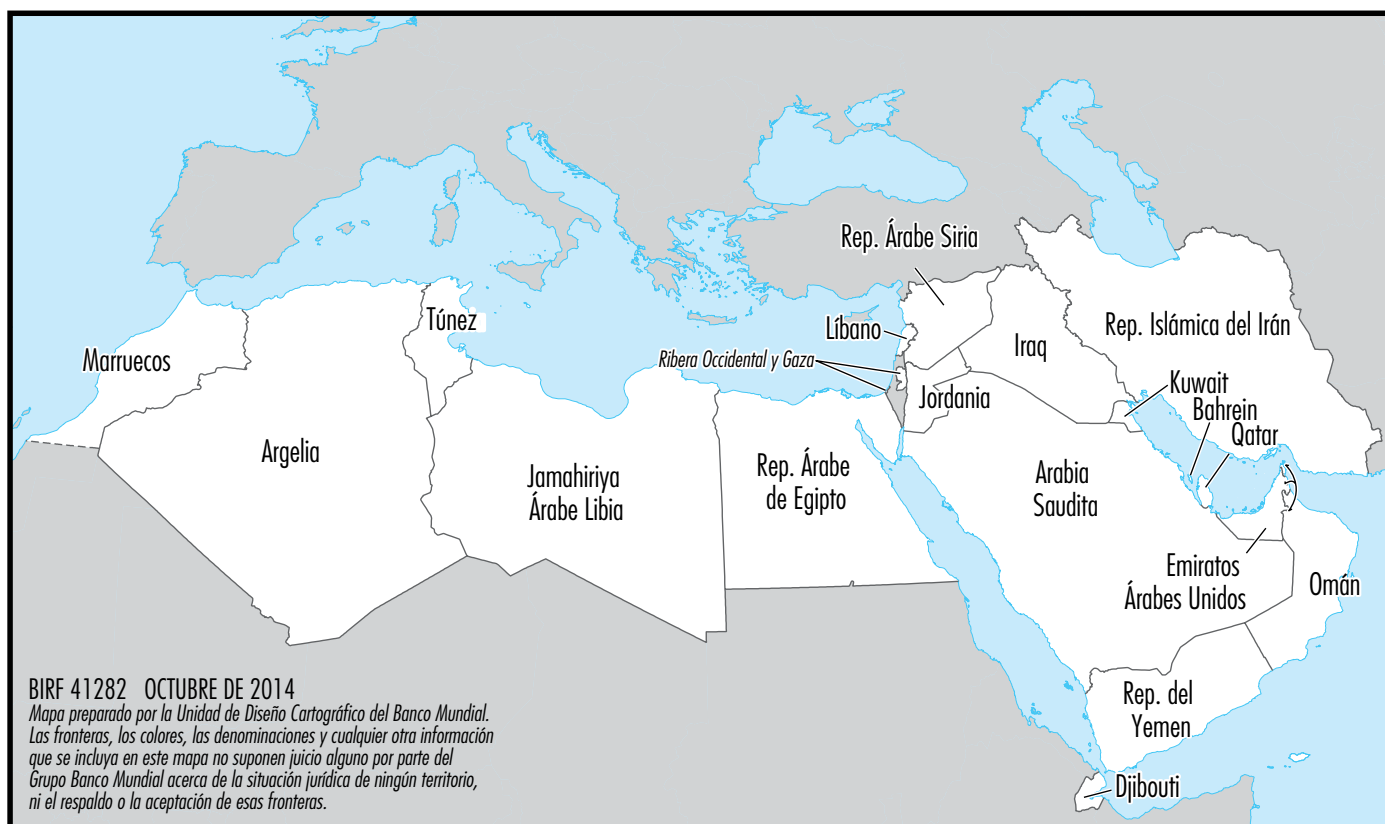
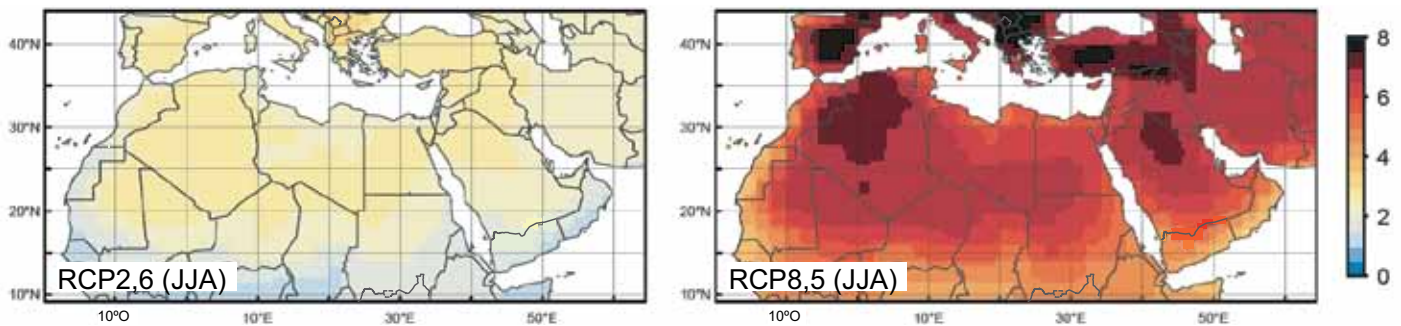


Gráfico 2.1: Media (de múltiples modelos) de la anomalía de temperatura para RCP2,6 (izquierda, un mundo 2 °C más cálido) y RCP8,5 (derecha, un mundo 4 °C más cálido) para los meses de junio, julio y agosto (JJA) en la región de Oriente Medio y Norte de África.



Las anomalías de la temperatura en grados Celsius se promedian para el período comprendido entre 2071 y 2099 con respecto al período comprendido entre 1951 y 1980.

2.1 Resumen regional

Se prevé que la población se duplicará para 2050, lo que, junto con los impactos climáticos previstos, genera una presión considerable sobre el agua y otros recursos de la región. Esta depende, en gran medida, de las importaciones de alimentos. Aproximadamente el 50 % del consumo regional de trigo y centeno, el 40 % del consumo de arroz y cerca del 70 % del consumo de maíz se satisface a través de importaciones. Para afrontar la escasez de agua que la caracteriza, la región ha utilizado diversos medios: extracción de aguas subterráneas, desalinización y estrategias comunitarias locales. A pesar de la escasez extrema de agua que los afecta, los países del Golfo Árabe utilizan más agua per cápita que el promedio mundial, y los mercados de agua y energía para los sectores residenciales se encuentran entre los más subsidiados del mundo. La región presenta una gran diversidad en lo que se refiere a condiciones políticas y socioeconómicas. Así, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad a los riesgos climáticos varían enormemente, sobre todo entre los Estados del Golfo Árabe y los demás países.

Oriente Medio y el Norte de África dependen, en gran medida, de la agricultura como fuente de alimentos e ingresos, no solo en la “media luna fértil” de histórica importancia en la región de los ríos Éufrates y Tigris, sino también en la costa del Mediterráneo y el río Nilo, mientras que, al mismo tiempo, están cubiertas por enormes extensiones de tierras secas y desiertos. El 70 % de la producción agrícola de la región se alimenta de lluvias actualmente; por lo tanto, la región es altamente vulnerable a los cambios de temperaturas y de patrones de precipitaciones, y a las implicancias conexas respecto de la seguridad alimentaria, la seguridad social y los medios de subsistencia rural. Esto, en combinación con los cambios sociales y los grandes índices de urbanización, pronostica un futuro muy vulnerable para Oriente Medio y el Norte de África, en particular, para la población urbana y rural pobre. Todos los países de la región enfrentan una restricción de recursos grave y de rápido crecimiento, especialmente en relación con la gran escasez de agua y tierras. La región es muy diversa en cuanto a condiciones socioeconómicas y políticas. Por lo

tanto, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad a los riesgos climáticos varían ampliamente, especialmente, entre los Estados del Golfo Árabe y los demás países.

2.1.1 Patrones regionales de cambio climático

2.1.1.1 Temperaturas y olas de calor

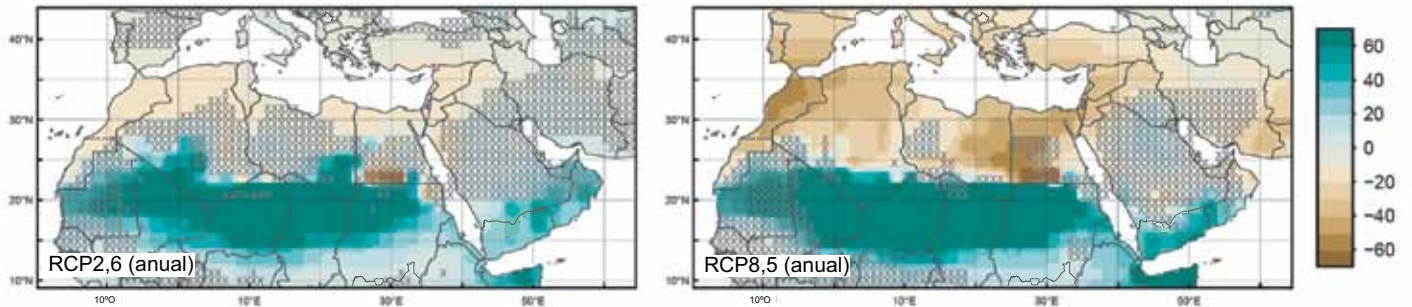
Se ha observado un calentamiento de alrededor de 0,2 °C por década en la región en el período comprendido entre 1961 y 1990, y a una velocidad incluso mayor desde ese entonces, lo cual coincide con un aumento de la frecuencia de temperaturas extremas. Geográficamente, el mayor calentamiento se espera en la región cercana a la costa del Mediterráneo. Aquí, aunque también en el territorio de Argelia, Libia y en grandes porciones de Egipto, el calentamiento de 3 °C en un mundo 2 °C más cálido está previsto para el final de este siglo. En un mundo 4 °C más cálido, se espera que las temperaturas estivales promedio sean hasta 8 °C más cálidas en partes de Argelia, Arabia Saudita e Iraq hacia el final del siglo (véase el gráfico 2.1).

Hacia finales del siglo, en un mundo 2 °C más cálido, se producirán olas de calor *sumamente inusuales*⁴ en aproximadamente el 30 % de los meses de verano casi en toda la región de Oriente Medio y Norte de África. Esto implica que, en promedio, uno de los meses de verano cada año excederá las temperaturas cálidas en más de 3 desviaciones estándares, más allá del promedio de referencia. No obstante, las olas de calor *sin precedentes* permanecerán ausentes en gran medida en un mundo 2 °C más cálido, salvo en algunas regiones costeras aisladas como la costa mediterránea de Egipto, y en Yemen, Djibouti y Omán. Aquí, se proyecta que estos eventos sean relativamente extraños en un mundo 2 °C más cálido pero, se espera que ocurran entre el 5 % y el 10 % de los meses de verano.

Si bien se prevé que, en un mundo 2 °C más cálido, el aumento de la frecuencia de las olas de calor se nivelará a mediados de siglo, en un mundo 4 °C más cálido, continuará incrementándose hasta el

⁴ En este informe, los picos de calor sumamente inusuales hacen referencia a fenómenos de 3 sigma y los picos de calor sin precedentes se refieren a fenómenos de 5 sigma (véase el anexo).

Gráfico 2.2: Media (de múltiples modelos) del cambio porcentual en el índice de aridez en un mundo 2 °C más cálido (izquierda) y en un mundo 4 °C más cálido (derecha) para Oriente Medio y el Norte de África, para el período 2071-99, en comparación con el período de referencia (1951-80).



Las áreas sombreadas indican resultados inciertos, ya que dos o más de cinco modelos no concuerdan respecto de la dirección del cambio. Nótese que un cambio *negativo* corresponde a un cambio a condiciones *más áridas* (véase el anexo)⁵.

final del siglo. En un mundo 4 °C más cálido, se prevé que el 80 % de los meses de verano sean más cálidos que 5 sigma (las de calor sin precedentes) para el año 2100 y alrededor del 65 %, más cálidos que 5 sigma durante el período comprendido entre 2071 y 2099.

2.1.1.2 Precipitaciones y aridez

Los giros futuros hacia el norte de la humedad del aire asociados a una anomalía de la Oscilación del Atlántico Norte más fuerte podrían reducir las precipitaciones en el Norte de África, el Magreb y Más-hreq. En un mundo 4 °C más cálido, los países a lo largo de la costa del Mediterráneo, en especial Marruecos, Argelia y Egipto, podrían recibir una cantidad sustancialmente menor de precipitaciones. No obstante, se espera que un cambio proyectado hacia el norte de la zona de convergencia intertropical aumente la liberación de humedad en los sectores meridionales de la región (los cuales ya se encuentran bajo la influencia de los sistemas de monzones), en particular, hacia el sur de la península arábiga (Yemen, Omán). En consecuencia, los cambios proyectados de precipitaciones anuales medias muestran un claro patrón dipolo norte-sur, con regiones del norte de 25°N relativamente más secas y regiones al sur más húmedas. El aumento absoluto de precipitaciones en las regiones del sur, no obstante, será más pequeño porque estas regiones (a excepción de Yemen) ya son muy secas en la actualidad. Asimismo, el efecto de un aumento en las precipitaciones sobre la disponibilidad de agua debería contrarrestarse con un aumento simultáneo en la temperatura, lo cual generaría un índice de evaporación más elevado. Últimamente, un aumento en las precipitaciones en el sector meridional de la región podría asociarse con eventos más intensos y extremos de precipitaciones.

⁵ Algunas celdillas individuales poseen valores notablemente diferentes que sus celdas limítrofes directas (p. ej., en la costa de Turquía sobre el Mar Negro con RCP8,5). Esto se debe a que el IA se define como la fracción del total de precipitaciones anuales dividida por la evotranspiración potencial (véase el anexo 6.1). Por lo tanto, se comporta de una manera fuertemente no lineal y las fluctuaciones pueden ser extensas de un año al otro. Debido a que los resultados se promedian respecto de un número relativamente pequeño de simulaciones de modelos, esto puede dar como resultado saltos locales.

Existe un estrecho vínculo entre el patrón de cambio del índice de aridez (IA) medio anual y los cambios proyectados de precipitaciones. Los cambios en la aridez son impulsados, principalmente, por cambios en las precipitaciones, con condiciones más húmedas al sur de 25°N y en la mayoría de los sectores del sur de la península arábiga, lo cual ocasiona una reducción de la aridez y condiciones de mayor sequía al norte de 25°N, lo que hace que allí aumente la aridez. En la región costera del Mediterráneo, el aumento relativo de la aridez es más pronunciado de lo que se hubiese esperado a partir de la disminución de las precipitaciones, debido a que existe un aumento sustancial en la evotranspiración del lugar causada por el mayor calentamiento.

2.1.2 Aumento regional del nivel del mar

En el área del Mediterráneo, los mareómetros registraron un aumento del nivel del mar por debajo del promedio durante el siglo XX, con un aumento promedio de entre 1,1 mm y 1,3 mm por año (más lento que el promedio global de 1,8 mm por año). Ha existido una variabilidad significativa entre décadas, no obstante, con un aumento gradual lento entre 1960 y 1990, y un aumento veloz (por encima del promedio) después de 1990.

Un análisis para el siglo XXI indica un aumento levemente por debajo del promedio en la cuenca del Mediterráneo, en su mayor parte, como consecuencia de la influencia gravitatoria del manto de hielo de Groenlandia. Se espera que Túnez, en la costa del mar Mediterráneo, experimente un aumento del nivel del mar de 56 cm (con un máximo de 96 cm) hacia el final del siglo en un mundo 4 °C más cálido. Esto constituye 8 cm menos que en Mascate, sobre la costa del mar Arábigo, donde se prevé un aumento de la media del nivel del mar de 64 cm (cálculo mínimo: 44 cm; cálculo máximo: 1,04 m). En la costa del Atlántico, se prevé un aumento del nivel del mar de 58 cm para Tánger (cálculo mínimo: 39 cm; cálculo máximo: 98 cm). En un mundo 1,5 °C más cálido, se esperan aumentos medios del nivel del mar de 34 cm, 35 cm y 39 cm para Túnez, Tánger y Mascat.

2.1.3 Impactos temáticos y sectoriales

2.1.3.1 El nexo entre la agricultura, seguridad alimentaria e hídrica

La región de Oriente Medio y el Norte de África es escasa en agua, ya que la mayor parte del territorio recibe menos de 300 mm de precipitaciones anuales (200 mm-300 mm representan el límite inferior de la agricultura de secano). Los cinturones semiáridos a lo largo de las costas y las montañas son las únicas áreas con fuentes de agua y proveen tierra de cultivo para la agricultura de secano. La disponibilidad anual de los recursos de agua renovables en la mayoría de los países está por debajo de los 1000 m³ per cápita (a excepción de Iraq, Omán, Siria y el Líbano) y no supera los 50 m³ per cápita en Kuwait. Esta escasez de agua evita que los países produzcan todos los alimentos requeridos internamente y hace que la región dependa de las importaciones de alimentos. A partir de la situación actual de escasez crítica de agua y tierra cultivable, ambos escenarios de calentamiento de 2 °C y 4 °C más representarían una mayor presión sobre los recursos hídricos y la agricultura.

- **Tierra de cultivo:** Se prevé que un clima más cálido y seco desplace la vegetación y las zonas agrícolas hacia el norte (por ejemplo, a 75 km para el período 2090-99, en comparación con el período 2000-09, en un mundo 4 °C más cálido).
- **Extensión del período de cultivo:** La menor cantidad de precipitaciones y las temperaturas más elevadas reducirán dos semanas, aproximadamente, los períodos de cultivo de trigo en grandes porciones de la región para mediados del siglo (2031-50). Se espera que el período de cultivo de trigo en Túnez se reduzca 10 días para un calentamiento de 1,3 °C, 16 días para 2 °C, 20 días para 2,5 °C y 30 días para un calentamiento de 4 °C.
- **Rendimiento de los cultivos:** Se espera que el rendimiento de los cultivos se reduzca en 30 % con un calentamiento de entre 1,5 °C y 2 °C, y hasta 60 % con un calentamiento de entre 3 °C y 4 °C, con una variación regional y sin considerar la adaptación. Para el oeste del Magreb se prevén disminuciones de la productividad de cultivos del 1,5 % al 24 % y de entre el 4 % y el 30 % en partes de Máshreq, para mediados de siglo. Los cultivos de legumbres y maíz podrían ser los más afectados en ambas áreas, ya que se cultivan durante el período estival.
- **Ganado:** El cambio climático tendrá un impacto en la producción de ganado mediante numerosas vías, incluidos los cambios en la cantidad y la calidad de los piensos disponibles, los cambios en la extensión de la temporada de pastoreo, el estrés adicional por calor, la reducción de agua potable y los cambios en las enfermedades y los vectores de enfermedades del ganado.

La incertidumbre en las proyecciones surge de diferentes enfoques, diferentes modelos climáticos y la persistencia de los efectos del CO₂ debido a que la creciente concentración de CO₂ atmosférico puede aumentar, potencialmente, la eficiencia del uso del agua por parte de las plantas (y, por tanto, la productividad de cultivos).

Como resultado del calentamiento regional y los cambios en los patrones de precipitaciones, se prevé que la disponibilidad de agua disminuya en la mayor parte de la región en el transcurso del siglo XXI. Por ejemplo, en las montañas del este de Anatolia (donde nacen los ríos Éufrates y Tigris), se prevé una disminución de escorrentía del 25 % al 55 % con un calentamiento de 4 °C.

Las áreas montañosas de Marruecos, Argelia, el Líbano, Siria, Iraq, Irán y Turquía juegan un papel importante en el suministro de agua de la región, ya que almacenan una fracción de precipitaciones en forma de nieve. Con una reducción proyectada en las nevadas y el almacenamiento del agua de nieve, los caudales máximos de agua derretida se desplazarán a los meses más tempranos, con impactos negativos para los sistemas fluviales aguas abajo y la disponibilidad del agua en regiones distantes. Por ejemplo, se previó que el manto de nieve en la región superior de la cuenca del Río del Perro en el Líbano desaparecería en un 40 % con un calentamiento de 2 °C y un 70 % con un calentamiento de 4 °C. Por lo tanto, los períodos de sequía se producirían entre 15 y 20 días antes en un escenario de calentamiento de 2 °C más, y más de un mes antes en un escenario de calentamiento de 4 °C más.

2.1.3.2 Desertificación, salinización y tormentas de polvo

La importancia del cambio climático en la desertificación varía según las condiciones locales y las interacciones entre los factores que la impulsan pueden tener múltiples facetas. Un aumento de las temperaturas y la evotranspiración, un cambio en el régimen de precipitaciones y la intensificación o el cambio en la frecuencia de eventos extremos puede generar directamente los procesos de desertificación o acentuarlos. Cubierta en su mayor parte por tierra seca, la región se ve amenazada, con frecuencia, por tormentas de polvo que ocasionan daños e interrupciones en actividades humanas, agrícolas y económicas. Si bien no existen estudios de proyección directa sobre las tormentas de polvo en la región, se puede proyectar el viento como factor de conducción a partir de modelos climáticos. Sin embargo, no existen estudios regionales sobre los patrones cambiantes de vientos según el cambio climático en la región aún, y las tendencias futuras deberán derivarse de los estudios globales.

Un aumento de la salinización en virtud del cambio climático se mantiene para todos los recursos hídricos de la región. Las áreas costeras densamente pobladas de la región son las más afectadas por la salinización inducida por el cambio climático (intrusión salina), la cual es acelerada por el aumento del nivel del mar inducido por el clima. La salinización de los ríos, por su parte, se encuentra documentada en estudios sobre los ríos Éufrates y Tigris, Jordán y Nilo.

Sin embargo, el proceso de salinización es complejo y el cambio climático es un factor muy importante, entre otros (incluidos el riego, la absorción del agua y el hundimiento de la tierra). Se espera que el cambio climático y, en particular, las condiciones más secas que se proyectan en la región agraven estos otros factores determinantes (por ejemplo, a medida que se necesite mayor riego para la agricultura).

2.1.3.3 Salud humana

Actualmente, la región experimenta un resurgimiento de numerosas enfermedades metaxénicas y virales que habían estado en decadencia previamente. El cambio climático podría agravar el desafío de controlar estas enfermedades, incluso aquellas transmitidas por vectores (metaxénicas) como paludismo, elefantiasis y leishmaniasis. Además, en años recientes, los brotes de cólera (los cuales se correlacionan con altas temperaturas y pueden suceder luego de eventos climáticos extremos que interrumpen el suministro de agua) han ocasionado muertes en Iraq, la República Islámica del Irán y la República del Yemen.

La región de Oriente Medio y Norte de África ya se caracteriza por veranos con temperaturas muy elevadas, lo cual hace que las

poblaciones regionales sean muy susceptibles a mayores aumentos de temperatura. En un mundo 2 °C más cálido, la cantidad anual de días calurosos con temperaturas excepcionalmente elevadas y molestias térmicas acentuadas podría aumentar en numerosas ciudades capitales, de 4 a 62 días en Ammán (Jordania), de 8 a 90 días en Bagdad (Iraq) y de 1 a 71 días en Damasco (Siria). El mayor aumento se espera en Riad (Arabia Saudita), donde se proyecta que la cantidad de días calurosos aumente desde 3 a 132 días por año. En un mundo 4 °C más cálido, la cantidad promedio de días calurosos podría superar los 115 días al año en todas estas ciudades.

2.1.3.4 Migración y seguridad

La revisión de la literatura reveló una relación entre el cambio climático y la migración en la región. Se espera que las opciones migratorias sean más limitadas en un mundo más cálido. La migración interna continuará siendo importante aunque los patrones tradicionales de movilidad podrían interrumpirse. Muchas personas se verán obligadas a trasladarse, mientras que otras quedarán atrapadas en la pobreza y obligadas a permanecer. Esto indica que la migración inducida por el clima debería ser abordada no solo en el contexto del cambio climático, sino también en los marcos económico, cultural, tecnológico y político.

El cambio climático podría actuar como factor multiplicador en la región ejerciendo una presión adicional en los recursos ya escasos y reforzando las amenazas preexistentes tales como la inestabilidad política, la pobreza y el desempleo. Esto podría anidar condiciones de descontento social y conflictos violentos. Resulta un desafío establecer un vínculo directo entre el cambio climático y los conflictos debido a conclusiones y métodos contradictorios. Estos hallazgos se basan, en algunos casos, en un solo evento extremo; otros, utilizan la variabilidad de las precipitaciones o la temperatura como indicadores de cambios a largo plazo, y algunos examinan el calentamiento a corto plazo. Se necesita más investigación para indagar y establecer el vínculo entre el cambio climático y los conflictos, y para relacionar el cambio climático a largo plazo, en lugar de simples riesgos climatológicos, con la migración y los conflictos.

2.1.3.5 Infraestructura costera y turismo

Los países de Oriente Medio y Norte de África son vulnerables a los impactos del aumento del nivel del mar. La población en riesgo en ciudades costeras ascendía, aproximadamente, a 60 millones en 2010; se espera que ese número aumente a 100 millones para el año 2030. Separando los factores determinantes socioeconómicos de la vulnerabilidad de los efectos del aumento del nivel del mar, un estudio realizado en 136 ciudades costeras identificó a Alejandría, Benghazi y Argel como particularmente vulnerables a un aumento de 20 cm del nivel del mar para el año 2050. El estudio pronosticó que, en el caso de que fallen las defensas contra inundaciones, los efectos del aumento del nivel del mar incrementarían los daños de US\$16 500 millones a US\$50 500 millones en Alejandría; de US\$1200 millones a US\$2000 millones en Benghazi, y de US\$300 millones a US\$400 millones en Argel. Las pérdidas anuales aumentarían a US\$58 000 millones, US\$2700 millones y \$600 millones con un aumento del nivel del mar de 40 cm para estas tres ciudades, respectivamente. Un aumento del nivel del mar de un metro podría tener un impacto sobre el 10 % de la población de Egipto y el 5 % de su área urbana, y disminuir el PIB del país en un 6 %. Un estudio estimó que un aumento del nivel del mar de 30 cm (proyectado para 2025 en este estudio) inundaría el 30 % de la Alejandría metropolitana, lo cual

obligaría a 545 000 personas a abandonar sus hogares y tierras, y daría como resultado la pérdida de 70 500 puestos de trabajo. Con un aumento del nivel del mar de 50 cm, proyectado para 2050, el mismo estudio calculó que alrededor de 1,5 millones de personas serían desplazadas y se perderían, aproximadamente, 195 500 puestos de trabajo.

Los impactos del cambio climático en el turismo son poco claros debido a otros aspectos del turismo que no son climáticos, como los cambios en los costos de los viajes, la demanda y las opciones de destinos turísticos.

2.1.3.6 Sistemas de energía

Tres tipos de factores estresantes relacionados con el cambio climático podrían afectar, potencialmente, la generación de energía térmica e hídrica: 1) las temperaturas más elevadas del aire, que podrían reducir la eficiencia de la conversión térmica; 2) los cambios en el régimen hídrico y las temperaturas del agua, que podrían disminuir el volumen disponible y la eficiencia del agua para refrigeración, y 3) los eventos climáticos extremos, que podrían afectar la producción en las plantas y los sistemas de distribución. Al parecer, escasean los estudios regionales en inglés que cuantifiquen los impactos del cambio climático en la generación de termoelectricidad en el Oriente Medio y el Norte de África. Para el Norte de África, un estudio proyecta que la producción de energía hídrica disminuirá en casi el 0,5 % con un calentamiento de 2 °C más, en comparación con los niveles de producción de 2005, debido a los cambios en la escorrentía fluvial. En el mismo estudio, se prevé que la producción disminuya el 1,4 % en Oriente Medio.

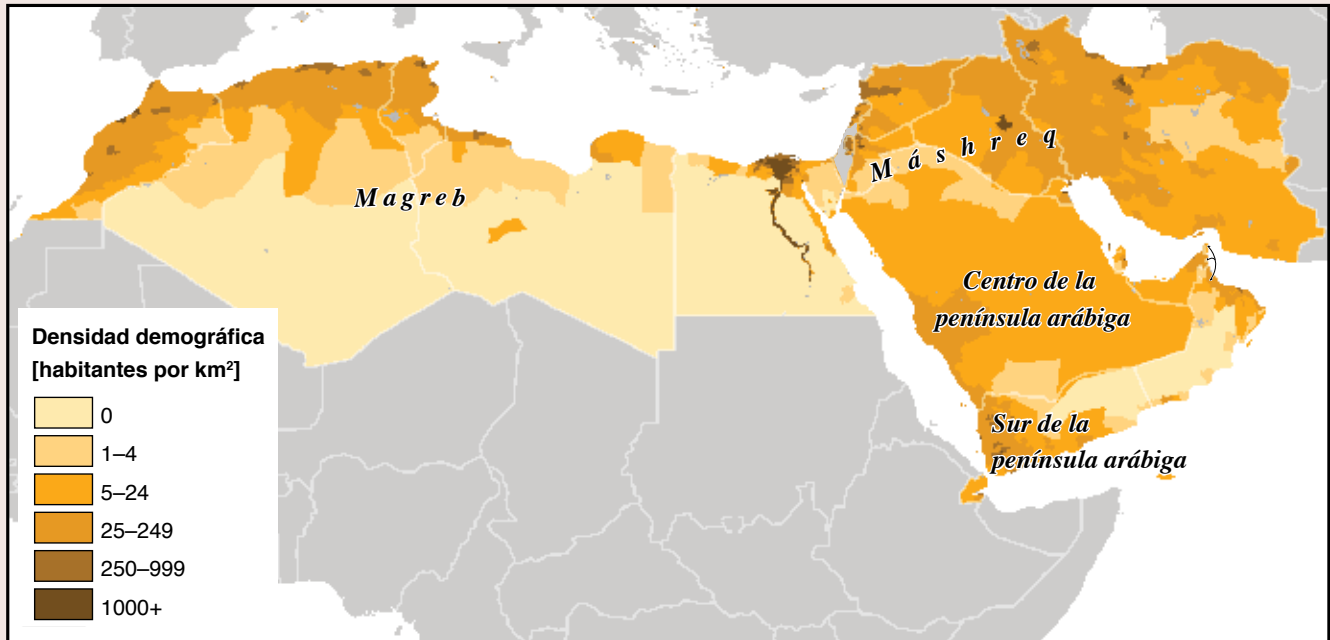
2.1.4 Panorama de las narrativas del desarrollo regional

El recuadro 2.1 proporciona un panorama de los riesgos climáticos clave de la región. Las narrativas del desarrollo se basan en los impactos del cambio climático analizados en el informe principal (véase el cuadro 4.10, sección 4.5). Las narrativas del desarrollo se construyen sobre los impactos del cambio climático analizados en este informe (cuadro 4.10) y se presentan en mayor detalle en la sección 4.5. La región de Oriente Medio y el Norte de África es una de las regiones del mundo más vulnerable al clima. Con su gran y creciente dependencia de las importaciones, la región es particularmente vulnerable a los impactos mundiales e internos de la agricultura y las alzas relacionadas en los precios de alimentos. Si bien nunca existe una sola causa, dichas señales de mercado relacionadas con el clima pueden alimentar las probabilidades de descontento social y migraciones, y tienen un efecto duradero en la pobreza de la región. Tanto la población rural pobre como la urbana pobre se verían gravemente afectadas por los impactos en la agricultura, ya que los agricultores de las áreas rurales son particularmente vulnerables al hambre y la malnutrición, y los pobres urbanos reciben los fuertes impactos del aumento de precios de los alimentos.

Mientras que los impactos biofísicos varían solo levemente en toda la región, también existe una clara división respecto de la vulnerabilidad y los impactos socioeconómicos entre los Estados del Golfo Árabe ricos (en petróleo) y otros países de la región. Los primeros cuentan con los medios financieros para afrontar opciones de adaptación, tales como la tecnología de la desalinización y las importaciones de alimentos.

En el recuadro 2.2, se proporciona un resumen de los impactos previstos del cambio climático en sectores clave para la región.

Recuadro 2.1. Oriente Medio y Norte de África: Riesgos para el desarrollo a nivel subregional con un calentamiento de 4 °C en 2100 en comparación con las temperaturas de la era preindustrial.



Magreb

Calentamiento intenso, reducción de las precipitaciones anuales, aumento del estrés hídrico y reducción de la productividad agrícola. Las ciudades costeras se verán expuestas al aumento del nivel del mar.

El cambio climático tendrá importantes consecuencias en los medios de subsistencia de los agricultores, la economía de los países y la seguridad alimentaria. La exposición de los activos costeros de importancia crítica repercutirá en la economía, especialmente en el turismo. Existe el riesgo de que se aceleren los flujos migratorios a las zonas urbanas y se intensifiquen los disturbios sociales.

El Máchreq y partes orientales

Debido a los niveles de calor sumamente inusuales y la disminución de las precipitaciones anuales, aumentará la aridez y se reducirán los volúmenes de agua de deshielo y las escorrentías, por ejemplo, en los ríos Jordán, Éufrates y Tigris. Se prevén consecuencias adversas para la producción agrícola y de alimentos que depende mayormente del agua de lluvia.

Los riesgos que supone el cambio climático afectarán seriamente los medios de subsistencia de los agricultores, la economía de los países y la seguridad alimentaria. Se acelerarán los flujos migratorios a las zonas urbanas, los disturbios sociales y conflictos violentos.

Península arábiga

Picos de calor sumamente inusuales en el centro de la península arábiga. Aumento relativo de las precipitaciones anuales en partes de la zona sur y tendencia incierta en la zona central. Es probable que mar Árabe registre un aumento mayor que el Mediterráneo y la costa atlántica, lo que podría generar marejadas ciclónicas y repercutir negativamente en la infraestructura.

Se prevé que, a raíz de los picos de calor, aumentará el malestar térmico, lo que podría afectar la productividad laboral y la salud.

Fuentes de datos: Mapa Population Count Grid del sistema Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3), preparado por el Centro para la Red Internacional de Información sobre las Ciencias de la Tierra (Universidad de Columbia), la FAO y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (2005), Palisades, Nueva York: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). Mapa preparado por la Unidad de Diseño Cartográfico del Banco Mundial. Las fronteras, los colores, las denominaciones y cualquier otra información que se incluya en este mapa no suponen juicio alguno por parte del Grupo Banco Mundial acerca de la situación jurídica de ningún territorio, ni el respaldo o la aceptación de esas fronteras.

Recuadro 2.2. Impactos previstos del cambio climático en sectores clave de la región de Oriente Medio y Norte de África

Los niveles de calentamiento se establecen tomando como parámetro las temperaturas de la era preindustrial. Los impactos que se muestran aquí constituyen un subconjunto de los que se resumen en el cuadro 4.10 del informe principal. Las flechas muestran únicamente la variedad de niveles de calentamiento evaluada en los estudios subyacentes, pero no implican ninguna graduación del riesgo, a menos que se indique explícitamente. Asimismo, no se incluyen los impactos observados ni los impactos que se producen en niveles de calentamiento más bajos o más altos no comprendidos en los estudios principales que se destacan aquí (por ejemplo, ya se observa un aumento de las sequías y la aridez, pero en el estudio respectivo no se evalúan los impactos del calentamiento inferior a 1,5 °C). No se evalúan medidas de adaptación, aun cuando puedan resultar imprescindibles para aliviar los impactos del cambio climático. La configuración del gráfico se adaptó de Parry (2010). Las letras minúsculas en superíndice remiten a las fuentes de las que se extrajeron los impactos⁶. Cuando no se utilizan estas letras, los resultados se basan en análisis adicionales realizados para este informe.

	1 °C	1,5 °C	2 °C	3 °C	4 °C	5 °C
Calor	Superficie de tierra afectada por niveles de calor sumamente inusuales					
	5 %	25 %	30 %	75 %	casi toda	
Sequías y aridez	Sequías moderadas en el Magreb y el Másheq					
		< 0,5 meses al año	~ 1,5 meses al año	> 6 meses al año		
	Zona clasificada como hiperárida o árida					
		84 %		87 %		
Nivel del mar	Aumento por encima del nivel actual					
		20 cm-0,64 cm			38 cm-1,04 m	
Alimentos	Pérdida de tierra para agricultura de secano ^{a)}					
		más de 8500 km ²			más de 170 000 km ²	
	Reducción de los rendimientos de las cosechas ^{b)}					
		hasta un 30 %		hasta un 57 %		
Agua	Disminución del agua de nieve, que afectará a la cuenca del Éufrates y el Tigris ^{c)}					
		55 %	77 %-85 %		87 %	
	Reducción de un 17 % en el volumen de escorrentía diaria de los tributarios del río Jordán ^{d)}					
Salud	Riesgo de que las enfermedades diarreicas aumenten entre un 6 % y un 15 % ^{g)}					
		Aumento de entre 35 y 70 días del malestar térmico ^{e)}				
		Riesgo de que las enfermedades diarreicas aumenten entre un 16 % y un 41 % ^{g)}				
	Más personas expuestas al riesgo de contraer paludismo ^{f)}					
		20 millones-34 millones	39 millones-62 millones			
Costas	Personas afectadas por inundaciones ^{h)}					
		Egipto: 1,9 millones		Egipto: 3,6 millones		
		Marruecos: 1,8 millones		Marruecos: 2,1 millones		
	Pérdida del 25 % de la superficie de tierra del delta del Nilo ⁱ⁾					

⁶ a) Evans (2008); b) several studies, see Table 4.1; c) Bozkurt and Sen (2013); d) Samuels et al. (2010); e) Giannakopoulos et al. (2013); f) van Lieshout et al. (2004); g) Kolstad and Johansson (2011); h) Brown et al. (2011); i) Dasgupta et al. (2009).

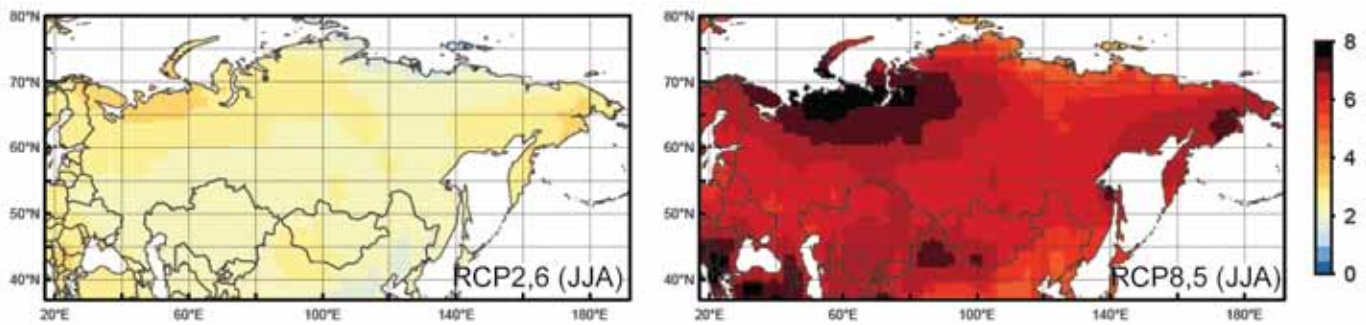


Europa y Asia central

La región de Europa y Asia central abarca una amplia variedad de características geográficas que van desde montañas hasta costas en los Balcanes occidentales y desde las vastas llanuras de Asia central hasta los bosques boreales de Rusia. En los Balcanes occidentales y Asia central, la menor disponibilidad de agua se convierte en una amenaza a medida que las temperaturas aumentan hacia los 4 °C más. Esto incluye el derretimiento más temprano de los glaciares en Asia central y las alteraciones en los períodos de crecida y baja de los cursos de agua, y un mayor riesgo de sequía en los Balcanes, con posibles disminuciones en el nivel de rendimiento de cultivos, la salud urbana y la generación de energía. En la ex República Yugoslava de Macedonia, por ejemplo, se estiman pérdidas de rendimiento de hasta el 50 % para el maíz, el trigo, las hortalizas y las uvas con un calentamiento de 2 °C. Se espera que el riesgo de inundaciones aumente levemente a lo largo de los ríos Danubio, Sava y Tisa, y se proyecta una leve disminución en eventos de inundaciones de 100 años en la región meridional de los Balcanes. Con un calentamiento de 2 °C, las emisiones de metano a partir del derretimiento del permafrost podrían aumentar entre un 20 % y un 30 % en toda Rusia a mediados de este siglo.



Gráfico 3.1: Media (de múltiples modelos) de la anomalía de temperatura para RCP2,6 (izquierda, un mundo 2 °C más cálido) y RCP8,5 (derecha, un mundo 4 °C más cálido) para los meses de JJA en la región de Europa y Asia central.



Las anomalías de la temperatura en grados Celsius se promedian para el período comprendido entre 2071 y 2099 con respecto al período comprendido entre 1951 y 1980.

3.1 Resumen regional

La región de Europa y Asia central en este informe abarca 12 países⁷ dentro de Asia central, los Balcanes occidentales y la Federación de Rusia. La región abarca una amplia variedad de características geográficas que van desde los Balcanes occidentales montañosos y parcialmente costeros hasta las vastas llanuras de Asia central y los bosques boreales de Rusia. La región está habitada por 226 millones de personas; no obstante, la población se distribuye de manera desigual, ya que Kazajstán solo tiene seis habitantes por kilómetro cuadrado y Kosovo tiene 166 habitantes por kilómetro cuadrado. El índice de urbanización es de, aproximadamente, el 50 %. Se prevé que la población de Rusia y los Balcanes occidentales disminuya levemente, mientras que se proyecta que la población de Asia central aumente rápidamente para el año 2050.

La importancia de la región se relaciona estrechamente con sus recursos naturales, incluidos el gas y las reservas petrolíferas, así como el carbono almacenado en los bosques boreales (cuya extracción y cuyo mantenimiento afectan los objetivos mundiales de mitigación del clima). Debido a la exposición geográfica, así como también a una proporción relativamente elevada de la agricultura en el PIB regional, los índices de pobreza que están aumentando en los años recientes, las desigualdades y los servicios sociales relativamente pobres, junto con la infraestructura pública, la región es altamente vulnerable a los impactos del cambio climático.

En términos climáticos, la región exhibe un claro dipolo: las regiones del sudoeste se vuelven más secas y las regiones del noreste se vuelven más húmedas, a medida que el mundo aumenta su temperatura hacia 4 °C más. Estas condiciones de calentamiento derivan en un elevado riesgo de sequía en el oeste y desafíos para estabilizar los suministros de agua dulce en el este, donde los cambios

en las precipitaciones se combinan con el derretimiento de glaciares y afectan la estacionalidad de la descarga de los ríos.

3.1.1 Patrones regionales de cambio climático

3.1.1.1 Temperatura

Se prevé que el calentamiento en Europa y Asia central supere la media del calentamiento global de la Tierra. En un mundo 2 °C más cálido, el calentamiento medio en una pluralidad de modelos hacia finales del siglo es de aproximadamente 2,5 °C por encima del período de referencia de 1951 a 1980. Este nivel de calentamiento se alcanza para mediados de siglo y luego permanece constante hasta finales de siglo en un mundo 2 °C más cálido. En contraste, en un mundo 4 °C más cálido, el calentamiento del verano continúa casi de manera lineal hasta el final del siglo y alcanzaría alrededor de 8,5 °C por encima de la referencia de 1951 a 1980 para el año 2100, para la superficie terrestre de la región (gráfico 3.1). Se prevé que el calentamiento más pronunciado se produzca en el norte de Rusia, en la región que limita con los mares Barents y Kara, a lo largo de la costa del mar Negro (incluidos los Balcanes) y en el norte de China y Mongolia. En estas áreas, las temperaturas medias de verano para el período 2071-99 aumentarán alrededor de 3,5 °C en un mundo 2 °C más cálido y alrededor de 7,5 °C en un mundo 4 °C más cálido.

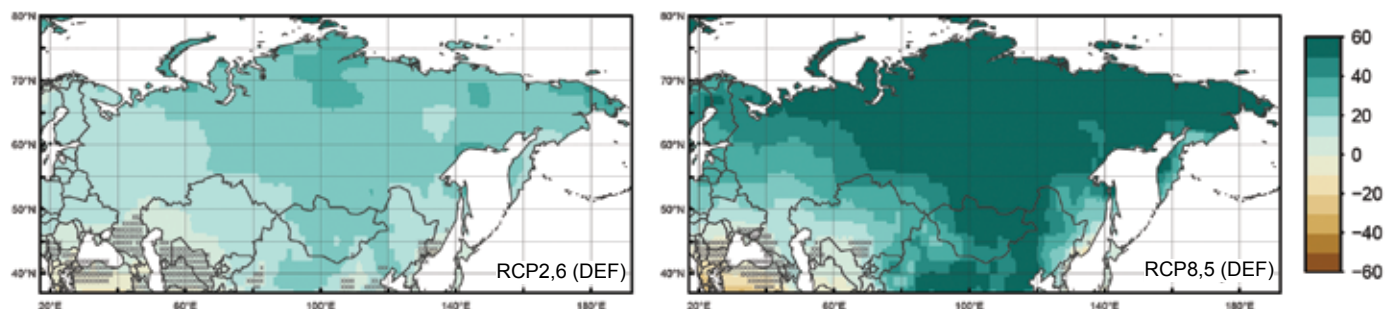
3.1.1.2 Picos de calor

Una de las señales más claras del cambio climático es el fuerte aumento de los picos de calor que superan el umbral⁸ en la región que rodea al mar Negro (y, en particular, los Balcanes). Aquí, incluso en un mundo 2 °C más cálido, los picos de calor *sumamente inusuales*, con temperaturas que superan las 3 desviaciones estándares más allá del promedio de referencia, se producirán en alrededor del 20 % al 30 % de los meses de verano para el año 2100, y los picos de calor sin precedentes ocurrirán entre el 5 % y el 10 % de los meses de verano. Para el total de la región, aproximadamente el 15 % del área territorial podría verse

⁷ A los fines de este informe, la región de Europa y Asia central incluye los siguientes países: Kazajstán, República Kirguisa, Tayikistán, Turkmenistán, Uzbekistán, Albania, Bosnia y Herzegovina, Kosovo, ex República Yugoslava de Macedonia, Montenegro, Serbia y Federación de Rusia.

⁸ En este informe, los picos de calor sumamente inusuales hacen referencia a fenómenos de 3 sigma y los picos de calor sin precedentes se refieren a fenómenos de 5 sigma (véase el anexo 6.1).

Gráfico 3.2: Media de una pluralidad de modelos del cambio porcentual en el IA para RCP2,6 (en un mundo 2 °C más cálido, izquierda) y RCP8,5 (en un mundo 4 °C más cálido, derecha) para la región de Europa y Asia central para el período comprendido entre 2071 y 2099, en comparación con el período de referencia (1951-80).



Las áreas sombreadas indican resultados inciertos, ya que dos o más de cinco modelos que no concuerdan respecto de la dirección del cambio. Nótese que un cambio negativo corresponde a un cambio a condiciones más áridas⁹.

afectada por picos de calor sumamente inusuales en un mundo 2 °C más cálido hacia finales del siglo, mientras que los picos de calor sin precedentes permanecerán casi ausentes. En contraste, en un mundo 4 °C más cálido, el 85 % de la superficie terrestre en la región podría verse afectada por picos de calor sumamente inusuales; el 55 % de la superficie podría verse afectada por picos de calor sin precedentes para el año 2100. La mayoría de los picos de calor se producirán al sur de aproximadamente 50°N, región que se extiende desde los Balcanes hasta Japón. Se espera que la cantidad de noches tropicales al sur de aproximadamente 50°N aumente de 20 a 30 días en un mundo 2 °C más cálido y de 50 a 60 días en un mundo 4 °C más cálido.

3.1.1.3 Precipitaciones

El concepto básico de que “lo seco se vuelve más seco y lo húmedo se vuelve más húmedo” en virtud del cambio climático es una buena estimación de primer orden para Europa y Asia central. La relativa humedad del noreste (por ejemplo, Siberia) es la señal más pronunciada, y posiblemente esté asociada con un cambio en las trayectorias de las tormentas. El aumento de las precipitaciones es mucho más pronunciado durante el invierno que durante el verano.

A pesar de una tendencia negativa general en cuanto a los eventos extremos de precipitaciones, las proyecciones regionales y estacionales para los Balcanes siguen siendo no concluyentes en un mundo 2 °C más cálido. No obstante, se prevé que habrá una reducción de entre un 20 % y un 30 % para un mundo 4 °C más cálido. A pesar de que las proyecciones sobre las precipitaciones para los países de Asia central padecen de incertidumbres sustanciales derivadas de los modelos, la tendencia general sobre la fuerte intensidad de las precipitaciones está por debajo del promedio global.

El centro y este de Siberia es una de las regiones que se prevé que experimenten el mayor aumento en los eventos intensos de precipitaciones. Los intensos eventos de precipitaciones con un tiempo de retorno de 20 años podrían intensificarse alrededor del 30 % en esta región y se prevé que el tiempo de retorno de dichos extremos a partir del período de referencia de 20 años (1986-2005) en un mundo 4 °C más cálido se reduzca a menos de cinco años hacia finales de este siglo. Los cambios son mucho

más débiles (superiores a un aumento del 10 % en intensidad y entre 10 y 15 años para el tiempo de retorno) en un mundo 2 °C más cálido.

3.1.1.4 Sequía y aridez

En un mundo 2 °C más cálido, alrededor de un 5 % más de tierra de la región se verá afectada por la aridez; en un mundo 4 °C más cálido, la superficie terrestre clasificada como hiperárida, árida o semiárida aumentará más del 30 % (Gráfico 3.2). Se prevé que los Balcanes occidentales sufran un aumento de las condiciones de sequía. A pesar de que los cambios en las precipitaciones anuales son mínimos, los Balcanes y la región que rodea el mar Caspio podrían volverse más áridos debido a la sequía inducida por el calentamiento.

Las proyecciones de futuras sequías también imitan la tendencia general hacia un clima más húmedo. Algunas proyecciones, incluso, muestran un cambio negativo en el riesgo de sequía para la región oriental de Siberia en un mundo 4 °C más cálido. Mientras tanto, las proyecciones para el centro y este de Rusia todavía no son concluyentes.

3.1.2 Aumento regional del nivel del mar

Los países de la región de Europa y Asia central considerados aquí (sin incluir la Federación de Rusia) abarcan una extensión costera relativamente estrecha que se ve afectada por el aumento del nivel del mar. Se proyecta que el aumento del nivel del mar en la región alcance los 52 cm en promedio (37 cm a 90 cm) en un mundo 4 °C más cálido desde 2081 hasta 2100 por encima del período de referencia comprendido entre 1986 y 2005, con índices de aumento de 10,1 mm por año (5,9 mm a 19,6 mm por año) de 2081 a 2100. Esta magnitud se encuentra levemente por debajo de la media mundial.

⁹ Algunas celdas individuales tienen valores significativamente diferentes de sus vecinos directos. Esto se debe a que el índice de aridez se define como la fracción del total de precipitaciones anuales dividida por la evotranspiración potencial (véase el anexo 6.1). Por lo tanto, se comporta de una manera fuertemente no lineal y las fluctuaciones pueden ser extensas de un año al otro. Debido a que los resultados se promedian respecto de un número relativamente pequeño de simulaciones de modelos, esto puede dar como resultado saltos locales.

Una de las costas más vulnerables de la región es la del delta de los ríos Drini y Mati, en Albania. El nivel del mar del mar Caspio, que está completamente aislado del océano mundial, podría reducirse 4,5 m hacia finales de siglo debido a la mayor evaporación.

3.1.3 Impactos temáticos y sectoriales

3.1.3.1 Glaciares y nieve

Se espera que las mayores escorrentías de los glaciares continúen en el transcurso del siglo XXI. Las proyecciones sobre el cambio de los glaciares utilizan diferentes escenarios aplicados a regiones geográficas distintas para períodos de referencia distintos, lo cual hace que las comparaciones directas entre escenarios sean bastante difíciles. Sin embargo, en todas las proyecciones, se espera que los glaciares pierdan más de la mitad de su volumen para el año 2100. La pérdida de agua almacenada implica una mayor escorrentía en las décadas próximas, seguidas por una escasez considerable hasta que la reserva se vacíe por completo.

El principal factor determinante para el cambio en el volumen de los glaciares y el manto de nieve es la temperatura del aire. Las proyecciones demuestran una pérdida de aproximadamente el 50 % (entre el 31 % y el 66 %) del volumen de los glaciares en Asia central en un mundo 2 °C más cálido y de aproximadamente el 67 % (entre el 50 % y el 78 %) del volumen de los glaciares en un mundo 4 °C más cálido. Un aumento de temperatura superior a 1,1 °C ocasionaría que los glaciares pequeños de los Balcanes (Alpes Albaneses y el Durmitor en Montenegro) se derritieran por completo en cuestión de décadas.

3.1.3.2 Agua

En general, los caudales de los ríos en Asia central serán menores durante los meses de verano cuando haya vegetación, mientras que en invierno podría incrementarse la escorrentía. Es probable que el cambio climático en la región tenga consecuencias respecto de la estacionalidad de las escorrentías y puede esperarse un cambio en los caudales máximos desde el verano hasta la primavera debido a un derretimiento anticipado de la nieve. Esto podría aumentar el estrés hídrico en el verano, en particular, en zonas de captación no reguladas. La magnitud anual de agua en ríos, probablemente, no disminuya de manera significativa, al menos hasta mediados de siglo, cuando la disminución de los glaciares ocasione una clara reducción en el volumen de agua de los ríos de Asia central. En el corto plazo, los mayores índices de derretimiento de glaciares proporcionarán un ingreso adicional de agua en los ríos a pesar de que, en el futuro más remoto, cuando los glaciares se reduzcan, el efecto de amortiguación desaparecerá. Este efecto será más pronunciado para el río Amu Daria, debido a su proporción real más elevada de agua de derretimiento de los glaciares, que para el río Syr Daria.

Existen muy pocos estudios científicos disponibles sobre los impactos regionales en los recursos de agua y niveles de escorrentía de los ríos para los países de los Balcanes occidentales, con la mayoría de las proyecciones realizadas en un nivel europeo más amplio. En particular, existe una carencia de datos hidrológicos del área, en especial, desde la década de 1990. Se supone que la disponibilidad de agua en los meses de verano en los Balcanes

disminuirá considerablemente hasta el fin de siglo. En las regiones del norte de los Balcanes, puede aumentar el riesgo de inundaciones ribereñas durante la primavera y el invierno. Resultados de un estudio global demuestran disminuciones graves en la descarga anual en los Balcanes occidentales de más del 45 % en un mundo 4 °C más cálido.

3.1.3.3 Agricultura

El sector agrícola de Asia central es altamente dependiente de la disponibilidad de agua para el riego, y el impacto del cambio climático sobre la agricultura en Asia central y los Balcanes occidentales es considerable. Los cambios en los patrones de precipitaciones, la reducción de la escorrentía en las cuencas de los principales ríos y el aumento de las temperaturas causarán una presión adicional sobre los recursos de agua disponibles (y, al mismo tiempo, incrementarán la demanda de agua para agricultura). Los períodos prolongados de temperaturas por encima del promedio exacerbarán el estrés por calor de los cultivos agrícolas, lo cual derivará en una menor productividad de las plantas. Mientras tanto, es muy probable que las sequías aumenten la desertificación en la República Kirguisa y Kazajstán.

- **Rendimiento de los cultivos:** Se espera que el rendimiento de algunos cultivos como la alfalfa, los pastizales y el trigo en partes de la región aumente. La abrumadora mayoría de los resultados, no obstante, apunta a la disminución del rendimiento de los cultivos. El cambio climático, probablemente, también podría aumentar el estrés por calor y causar cambios en la escorrentía de los ríos, lo que reduciría los rendimientos agrícolas a largo plazo. En los Balcanes occidentales, la mayor ocurrencia de sequías constituirá una importante amenaza a la producción agrícola en virtud del cambio climático; a la inversa, también resultará amenazante la mayor aparición de lluvias extremas y eventos de inundaciones.
- **Ganado:** Las temperaturas más elevadas y la menor disponibilidad de agua tendrán un impacto negativo en la producción de ganado. El crecimiento de pasturas y los índices de regeneración podrían reducirse en partes de Asia central. Si los productores reaccionan a los cambios aumentando el número de ganado, las pasturas podrían padecer un mayor riesgo a partir del sobrepastoreo y la erosión. En las áreas donde se prevé que aumentará la productividad de alfalfa y pastizales (por ejemplo, en Uzbekistán), el efecto indirecto del cambio climático en la producción de ganado podría ser positivo.
- **Seguridad alimentaria:** La población rural de Asia central está en riesgo particular por la inseguridad alimentaria y se han producido casos recientes de una amenaza directa de hambre. Los precios más elevados de los alimentos que podrían derivar de las reducciones en la producción afectarán a los grupos sociales más pobres (es decir, aquellas personas que gasten una gran porción de sus ingresos en alimentos). Existen, no obstante, oportunidades de aumentar la eficiencia de la producción agrícola en la región, por ejemplo, mediante la mejora de las políticas y las instituciones agrícolas y también de la infraestructura de

producción y la tecnología. Finalmente, mientras que el acceso a los mercados internacionales de alimentos podría derivar en una mayor seguridad de alimentos y precios más bajos, la región no está bien integrada en las redes del comercio internacional.

3.1.3.4 Salud humana

Ya existe una serie de enfermedades y afecciones médicas adversas en Europa Oriental y Asia central, y se anticipa que algunas de estas se verán afectadas por cambios climáticos como mayores temperaturas y precipitaciones y eventos de sequía más frecuentes e intensos. Debido a la carencia de certidumbre sobre los mecanismos a través de los cuales el cambio climático afecta la incidencia de enfermedades, no obstante, no es posible realizar afirmaciones contundentes sobre las tendencias futuras. En general, las temperaturas más elevadas se correlacionan con una mayor ocurrencia de meningoencefalitis de garrapata, paludismo transmitido por el mosquito y dengue. El paludismo es endémico en Tayikistán; desde la década de 1990, ha tenido nuevos brotes en Uzbekistán, la República Kirguisa y Turkmenistán. Asimismo, existen evidencias que proporcionan indicios más sólidos de un riesgo aumentado de dengue en los Balcanes occidentales.

Observaciones históricas demuestran que el aumento de las temperaturas, así como también los eventos climáticos extremos como inundaciones, pueden derivar en la contaminación del agua potable, salmonelosis, cólera, fiebre tifoidea y disentería. Existe cierta evidencia en Albania y Macedonia en los Balcanes occidentales, así como también en Tayikistán y Kazajistán en Asia central, que demuestra una mayor vulnerabilidad a derrames cerebrales y mortalidad relacionados con el calor. Las inundaciones intensas, como aquellas que ocurrieron hace algunos años en Serbia, así como las inundaciones por el deshielo de glaciares en las montañas de Tayikistán, Uzbekistán y la República Kirguisa, aumentan la vulnerabilidad a lesiones y ahogamiento.

3.1.3.5 Energía

El cambio climático tendrá un fuerte impacto en el sector energético de la región. En Asia central, se espera que la demanda de electricidad aumente como consecuencia del aumento de la población y el crecimiento económico actual y proyectado. La energía hidroeléctrica puede desempeñar un papel primordial en la combinación futura de recursos energéticos de los países de Asia central, ya que solo se ha desarrollado un 8 % del potencial de energía hídrica que hay en la región. Los cambios en el clima y el derretimiento de glaciares significan, por lo general, que la cantidad de agua disponible para la generación de energía podría aumentar pero el nuevo patrón de distribución de escorrentía intraanual significa que habrá menos agua disponible para la generación de energía en el verano. Los cambios en el manejo de las reservas y la necesidad de equilibrar las exigencias de agua para la agricultura también pueden tener un impacto negativo en la disponibilidad de la energía respecto de los meses de verano.

Debido a los cambios en el caudal y en las temperaturas del agua de los ríos, la capacidad de las plantas de energía nuclear y de combustibles fósiles en el sur y este de Europa podría disminuir del 6,3 % al 1,9 % en Europa entre 2031 y 2060, en comparación

con los niveles de producción observados desde 1971 hasta 2000. Asimismo, debido a la mayor incidencia de sequías y a los caudales extremadamente bajos de los ríos, podría triplicarse la cantidad media de días durante los cuales se reducirá la producción de electricidad en más del 90 %: de 0,5 días por año (en la actualidad) a 1,5 días por año entre 2031 y 2060, en un mundo 1,5 °C más cálido. El desafío de satisfacer las crecientes demandas de energía en los Balcanes se intensificará aún más por una reducción en la generación de energía a partir de los recursos de energía hídrica como resultado de las disminuciones en las precipitaciones.

3.1.3.6 Seguridad y migración

Los impactos del cambio climático se intensificarán en Asia central y contribuirán al aumento de la inseguridad física, económica y ambiental general de la población. Un factor clave de vulnerabilidad es la elevada exposición de la región densamente poblada y de productividad agrícola del valle de Ferganá ante inundaciones catastróficas y aludes de lodo como resultado de las inundaciones por el deshielo de glaciares.

La previsión de patrones de migración constituye un desafío debido tanto a la complejidad de estos fenómenos como a la poca confiabilidad y las deficiencias considerables de los conjuntos de datos disponibles, en particular, con respecto a la información sobre los problemas ambientales (incluidos los desastres) y la migración inducida por el medio ambiente.

Los Balcanes occidentales, especialmente aquellas naciones que limitan con el mar, podrían experimentar un aumento del nivel del mar y temperaturas más cálidas; se espera que esto genere grandes movimientos de personas desde las costas hasta las zonas montañosas más frías. La migración en los Balcanes occidentales ya ha derivado en numerosos cambios demográficos, los cuales, junto con el envejecimiento de la población, podrían generar una mayor sensibilidad al cambio climático regional como resultado de una menor capacidad de adaptación.

En Asia central, la mayor parte de la población habita áreas críticas en cuanto al clima, y se prevé un aumento en la intensidad y la frecuencia de los eventos extremos (por ejemplo, incendios forestales, olas de calor, inundaciones). La población rural se encuentra entre aquellas que son más vulnerables y se podría esperar un aumento en la migración desde las áreas rurales a las urbanas. Las mujeres son particularmente vulnerables, debido a que, comúnmente, permanecen en el campo para administrar sus hogares mientras que los hombres migran a las áreas urbanas. Si se tienen en cuenta las tendencias de urbanización en Asia central, podría incrementarse la vulnerabilidad de las ciudades a las catástrofes.

3.1.3.7 Bosques de la Federación de Rusia

Los bosques de Rusia abarcan una extensa superficie con una gran cantidad de carbono almacenado en el suelo y la vegetación. Las proyecciones a futuro destacan cambios en la productividad (tanto con aumentos como disminuciones, según la especie, la región, el lugar y demás) y en la composición de la vegetación, la cual, por lo general, será más sólida en un mundo 4 °C más cálido que en un mundo 2 °C más cálido. Los cambios en la composición de las especies hacia especies de árboles mejor adaptadas podrían amortiguar

las pérdidas en la productividad, aunque también generarían un cambio en la estructura de los bosques y la biodiversidad.

La región incluye una extensa superficie de bosques afectada por el permafrost, el cual contiene una gran reserva de carbono y metano. En general, los cambios en los flujos de carbono, agua y energía de los bosques rusos podrían afectar fuertemente la disponibilidad local, regional y global de los recursos de los bosques, el funcionamiento del ecosistema, los servicios tales como el almacenamiento de carbono y la biodiversidad e, incluso, la retroalimentación en el sistema climático global. Existen deficiencias de investigación sustanciales, por ejemplo, con respecto a los efectos de alteraciones tales como los incendios y los brotes de insectos en la cubierta de vegetación o las existencias de carbono y el modo como el cambio climático afectará la productividad de los bosques bajo cambios concomitantes de condiciones que se acrecientan, regímenes de alteraciones y prácticas de ordenación de bosques.

3.1.4 Panorama de las narrativas del desarrollo regional

El recuadro 3.1 proporciona un panorama de los riesgos climáticos clave de la región. Las narrativas del desarrollo se basan en los impactos del cambio climático analizados en el informe principal (véase el cuadro 5.7, sección 5.5). Se espera que una mayor variabilidad del clima y un clima cambiante amenacen la producción agrícola y energética en la región cambiando los regímenes hidrológicos de la nieve y los glaciares. Asimismo, el cambio climático en interacción con las variaciones de la vegetación y los incendios amenazan la productividad de los bosques y el almacenamiento de carbono en los bosques de Eurasia. La exposición a los cambios climáticos, combinada con los patrones regionales de vulnerabilidad social, podría tener consecuencias negativas en las tendencias clave de desarrollo.

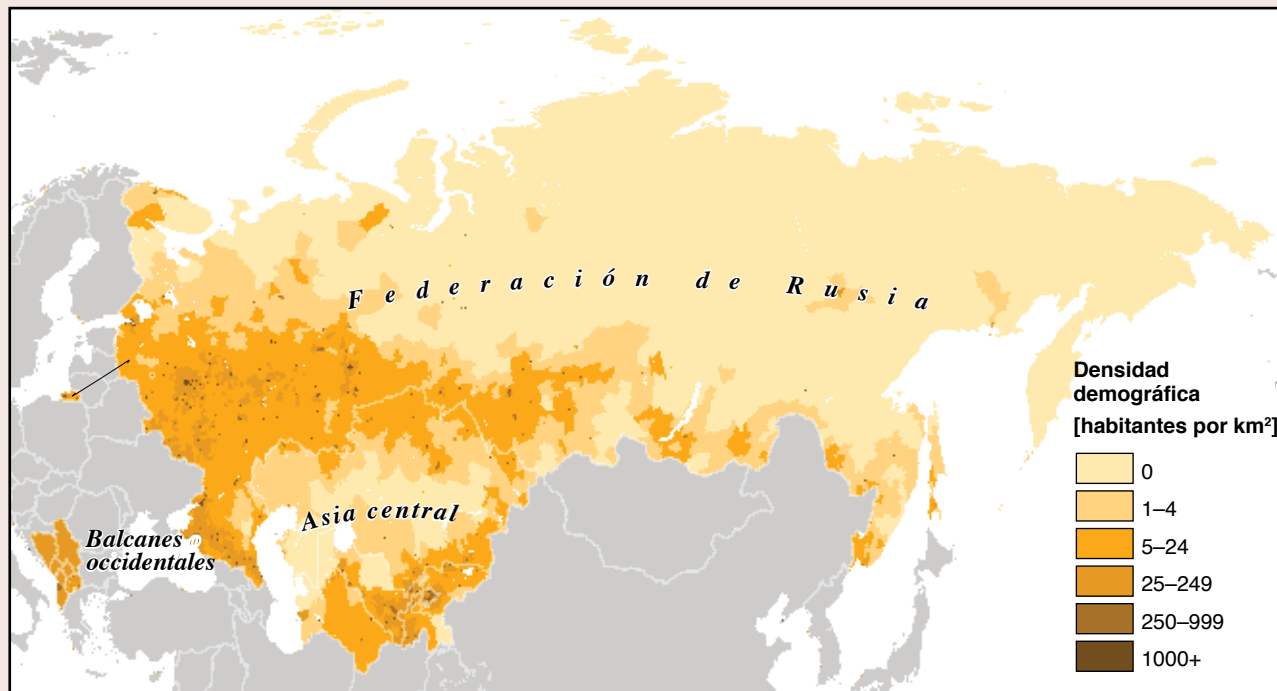
- **Los recursos hídricos en Asia central podrían aumentar durante la primera mitad del siglo y disminuir de allí en adelante, lo cual amplía el desafío de satisfacer demandas de agua en competencia entre la producción agrícola y la generación de energía hídrica.** El tiempo de los caudales de los ríos podría cambiar del verano a la primavera, con consecuencias adversas para la disponibilidad de agua en períodos críticos de cosecha de cultivos. Se espera que una intensificación de la variabilidad de escorrentías aumente en todas las cuencas fluviales de la región. La competencia por los recursos de agua entre sectores clave (por ejemplo, agricultura y energía), así como también entre los usuarios de agua que están aguas arriba y aguas abajo, podría aumentar. Hasta el año 2030, la contribución del agua de deshielo a la escorrentía de los ríos podría generar un aumento en la escorrentía y, parcialmente, compensar la variabilidad de escorrentías. En la segunda mitad del siglo, no obstante, la

generación de escorrentías del agua de deshielo en las partes montañosas de las cuencas de río podría reducirse sustancialmente. Un aumento de la población, seguido de una mayor demanda de agua y energía, ejercería una presión adicional en los recursos escasos. La mejora del manejo del agua para riego y la eficiencia de la infraestructura para riego, los avances técnicos e institucionales en la agricultura, el manejo integrado de ríos transfronterizos y las nuevas oportunidades laborales fuera de la agricultura podrían contrarrestar los impactos negativos de estos cambios ambientales.

- **Los extremos climáticos en los Balcanes occidentales representan riesgos mayores para los sistemas agrícolas, la energía y la salud humana.** La vulnerabilidad de los Balcanes occidentales a los cambios climáticos se relaciona, principalmente, con la producción agrícola de secano y la elevada proporción de la población que depende de los ingresos de la agricultura. Existen, no obstante, proyecciones que demuestran aumentos en la producción de cultivos irrigados en partes de la región (por ejemplo, las especies C4 de cultivos de verano y tubérculos en Serbia). Las mayores temperaturas, así como las sequías y los caudales extremos de los ríos, podrían representar mayores desafíos para la producción energética. Recientes inundaciones y desprendimientos de tierra ilustran las amenazas de los eventos extremos respecto de la salud y el bienestar humanos. Además, las condiciones climáticas en la región se vuelven cada vez más propicias para el dengue y otras enfermedades metaxénicas como el dengue.
- **La respuesta del permafrost y los bosques boreales de la Federación de Rusia al cambio climático tiene consecuencias en la productividad de la industria maderera y las existencias globales de carbono.** Los cambios en los flujos de carbono como respuesta a las temperaturas en aumento, los patrones de precipitaciones cambiantes y las interacciones con los regímenes de alteraciones en el bosque y las áreas de permafrost en la región pueden tener repercusiones de gran alcance y afectar las existencias globales de carbono y tienen un efecto en el albedo del hemisferio norte. Si bien el cambio climático puede aumentar la productividad de algunas especies de árboles, las olas de calor, el estrés hídrico, los incendios forestales y una mayor incidencia de las plagas y enfermedades de los árboles podrían contrarrestar cualquier efecto positivo. La mejora de la ordenación forestal y la extracción sostenible de madera revisten una importancia clave al igual que la ordenación sostenible y visionaria de los ecosistemas de los bosques rusos, como la contemplación de los déficits clave de investigación.

En el recuadro 3.2, se proporciona un resumen de los impactos previstos del cambio climático en sectores clave para la región.

Box 3.1: Sub-regional risks for development for Europe and Central Asia at 4°C warming in 2100 compared to pre-industrial temperatures



Balcanes occidentales

Aumento de las sequías, los picos de calor inusuales y las inundaciones. Riesgos elevados para la agricultura, la salud humana y la generación de energía hidroeléctrica estable.

Riesgos para la salud humana, los alimentos y la seguridad alimentaria.

Asia central

El aumento del derretimiento de los glaciares alterará el nivel de escorrentías fluviales. Riesgo de desborde de los lagos glaciares, inundaciones y escasez estacional de agua. Creciente competencia por los recursos hídricos, debido al aumento de la demanda de agua para la agricultura y para la generación de energía.

Riesgos para los pobres debidos al aumento del precio de los alimentos, que afectará especialmente a las mujeres y los niños de las zonas urbanas. Riesgos para la salud humana, debido a la propagación de enfermedades, las olas de calor y las inundaciones.

Bosques boreales de la Federación de Rusia

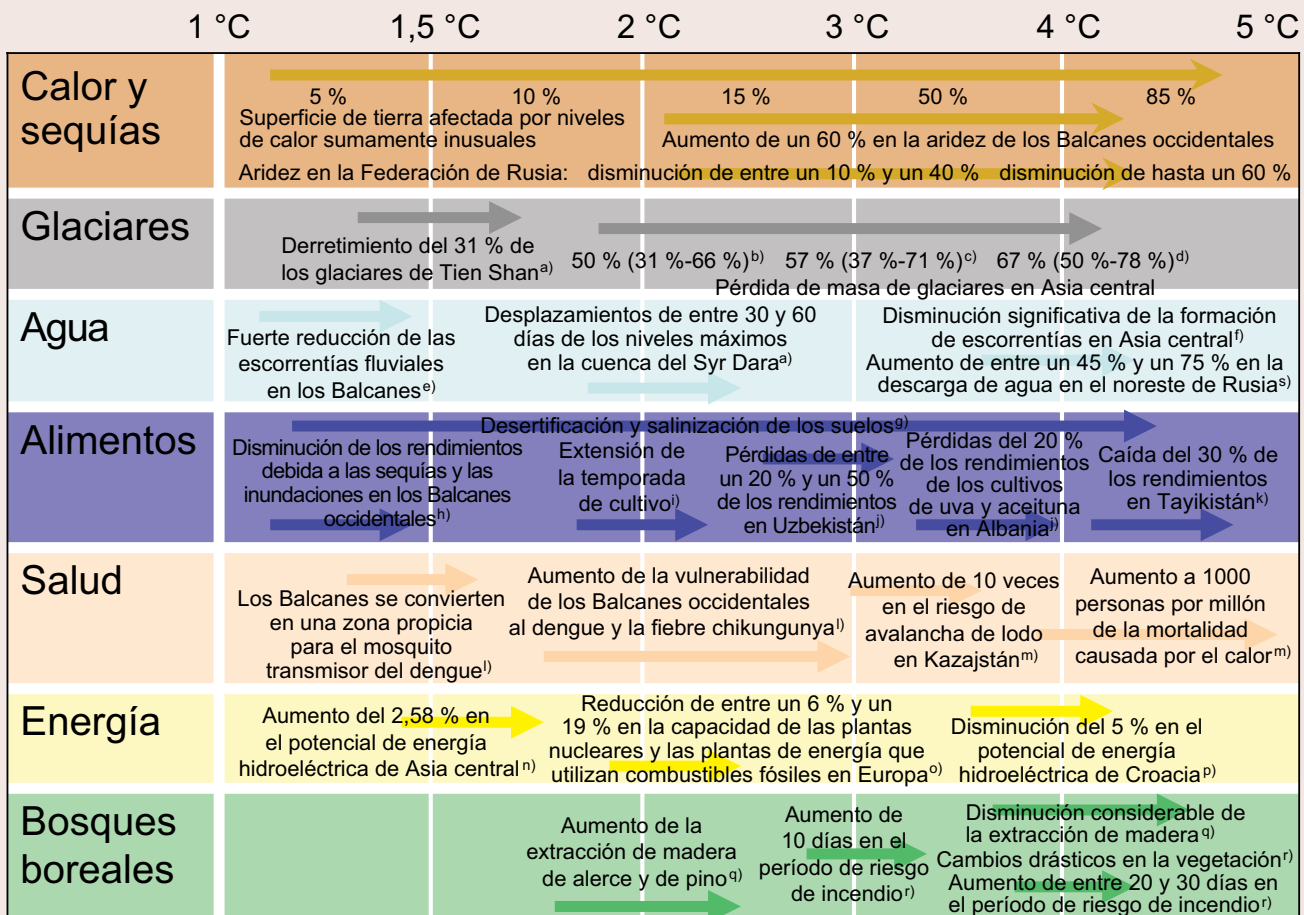
Picos de calor inusuales y aumento de las precipitaciones anuales, lo que eleva el riesgo de incendios forestales y propagación de plagas, con la consiguiente mortalidad de los árboles y la disminución de la productividad forestal. Posible desplazamiento hacia el norte de la línea de árboles y cambios en la composición de las especies. Riesgos de derretimiento del permafrost y liberación de metano.

Riesgos para la producción de madera y los servicios de los ecosistemas, incluida la captura de carbono. Riesgos de emisiones considerables de carbono y metano.

Fuentes de datos: Mapa Population Count Grid del sistema Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3), preparado por el Centro para la Red Internacional de Información sobre las Ciencias de la Tierra (Universidad de Columbia), la FAO y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (2005), Palisades, Nueva York: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). Mapa preparado por la Unidad de Diseño Cartográfico del Banco Mundial. Las fronteras, los colores, las denominaciones y cualquier otra información que se incluya en este mapa no suponen juicio alguno por parte del Grupo Banco Mundial acerca de la situación jurídica de ningún territorio, ni el respaldo o la aceptación de esas fronteras.

Recuadro 3.2. Impactos previstos del cambio climático en sectores clave de la región de Europa y Asia central

Los niveles de calentamiento se establecen tomando como parámetro las temperaturas de la era preindustrial. Los impactos que se muestran aquí constituyen un subconjunto de los que se resumen en el cuadro 5.7 del informe principal. Las flechas muestran únicamente la variedad de niveles de calentamiento evaluada en los estudios subyacentes, pero no implican ninguna graduación del riesgo, a menos que se indique explícitamente. Asimismo, no se incluyen los impactos observados o los impactos que se producen en niveles de calentamiento más bajos o más altos no comprendidos en los estudios principales que se destacan aquí (por ejemplo, aunque ya se observa un mayor derretimiento del glaciar Tien Shan, en el estudio respectivo no se evalúan los impactos observados). No se evalúan medidas de adaptación, aun cuando puedan resultar imprescindibles para aliviar los impactos del cambio climático. La configuración del gráfico se adaptó de Parry (2010). Las letras minúsculas en superíndice remiten a las fuentes de las que se extrajeron los impactos¹². Cuando no se utilizan estas letras, los resultados se basan en análisis adicionales realizados para este informe.



¹⁰ a) Siegfried et al. (2012); b) Marzeion et al. (2012); c) Marzeion et al. (2012); Giesen and Oerlemans (2013); Radic et al. (2013); d) Marzeion et al. (2012); Giesen and Oerlemans (2013); Radic et al. (2013); e) Dimkic and Despotovic (2012); f) Hagg et al. (2013); g) Thurmann (2011); World Bank (2013f); World Bank (2013d); World Bank (2013a); h) Maslac (2012); UNDP (2014); i) Sutton et al. (2013a); Sommer et al. (2013); j) Sutton et al. (2013a); k) World Bank (2013m); l) Caminade et al. (2012); m) BMU and WHO-Europe (2009); n) Hamududu and Killingtveit (2012); o) van Vilet et al. (2012); p) Pasicko et al. (2012); q) Lutz et al. (2013b); r) Tchebakova et al. (2009); s) Schewe et al. (2013).

Abreviaturas

°C	grados Celsius	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
AR4	cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	PPA	paridad del poder adquisitivo (valor ponderado basado en el precio de la canasta de productos básicos, que suele expresarse en dólares de Estados Unidos)
AR5	quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	RCP	caminos de concentración representativa
CAT	Instrumento de Seguimiento de Acción relativa al Clima	SRES	Informe especial sobre hipótesis de emisiones del IPCC
CMIP5	quinta fase del Proyecto de Intercomparación del Modelo Acoplado	SREX	Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático
CO₂	dióxido de carbono	US\$	dólares de Estados Unidos
DEF	diciembre, enero y febrero (la estación de invierno en el hemisferio norte)		
ENOS	El Niño-Oscilación del Sur		
GTI	Grupo de Trabajo I (también: GTII, GTIII)		
IA	índice de aridez		
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos		
ISI-MIP	Proyecto de Intercomparación del Modelo de Impacto Intersectorial		
JJA	junio, julio y agosto (la estación de verano en el hemisferio norte; también conocida como verano boreal)		
MCG	modelo de circulación general		
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos		
OIE	Organismo Internacional de Energía		
OMS	Organización Mundial de la Salud		
PgC	petagramo de carbono (1 PgC = 1000 millones de toneladas de carbono)		
PIB	producto interno bruto		

Agua virtual: Una medida de los recursos hídricos utilizados en los productos básicos agrícolas. El comercio de dichos productos implica, por lo tanto, la transferencia de recursos hídricos virtuales de un país a otro a través de los productos.

AR4, AR5 del IPCC: El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es el principal órgano de evaluaciones sobre el cambio climático mundial. Está integrado por cientos de destacados científicos de todo el mundo, y publica regularmente informes de evaluación que ofrecen un panorama general de la información científica, técnica y socioeconómica más reciente sobre el cambio climático y sus consecuencias. En 2007 se publicó el cuarto informe de evaluación del IPCC (AR4) y en 2013-14, el quinto informe de la serie (AR-5).

Bioma: Un bioma es una vasta superficie geográfica de grupos de plantas y animales bien diferenciados, que comprende un conjunto limitado de grandes hábitats, clasificados por tipos climáticos y predominantemente vegetativos. Son biomas, por ejemplo, los pastizales, los desiertos, los bosques de plantas de hojas perennes o caducas y la tundra. Cada bioma definido en términos amplios incluye muchos ecosistemas diferentes, que comparten la variedad limitada de condiciones climáticas y ambientales de ese bioma.

CAT: El Instrumento de Seguimiento de Acción relativa al Clima (CAT) es una evaluación científica independiente que permite seguir de cerca los compromisos que los diferentes países asumen en materia de emisiones y las medidas que adoptan al respecto. Las estimaciones de futuras emisiones deducidas de esa evaluación sirven para analizar las hipótesis de calentamiento a que daría lugar la actual política: i) *CAT con referencia a una situación sin cambios*: una hipótesis de referencia más baja basada en el supuesto de que no hubiera cambios, que incluye las políticas vigentes en materia de cambio climático, pero no reducciones de emisiones prometidas, y ii) compromisos de CAT vigentes: una

hipótesis que además incorpora reducciones que los países ya se han comprometido internacionalmente a efectuar.

CMIP5: La quinta fase del Proyecto de Intercomparación del Modelo Acoplado (CMIP5) reunió 20 grupos de modelos de circulación general (MCG) de última generación, que generaron un amplio conjunto de datos de proyecciones climáticas comparables. El proyecto proporcionó un marco de experimentos coordinados sobre cambio climático e incluye simulaciones para evaluación en el AR5 del IPCC.

Elemento decisivo: De acuerdo con Lenton et al. (2008), el término “elemento decisivo” describe los componentes de gran escala del sistema de la Tierra que pueden pasar un punto decisivo. Un punto decisivo “suele referirse a un umbral crítico en el que una mínima perturbación puede alterar cualitativamente el estado o desarrollo de un sistema” (Lenton et al., 2008). Es probable que las consecuencias de dichas variaciones para las sociedades y los ecosistemas sean significativas.

Fertilización por CO₂: El efecto de la fertilización por CO₂ se refiere al efecto del aumento de los niveles de CO₂ atmosférico en el crecimiento de las plantas. Puede incrementar el ritmo de la fotosíntesis principalmente en plantas C3 e incrementar el uso eficiente del agua, aumentando así la productividad agrícola en términos de la masa o el número de granos. Ese efecto puede contrarrestar en cierta medida los impactos negativos del cambio climático en el rendimiento de las cosechas, aunque el contenido de proteína de los granos puede disminuir. Los efectos a largo plazo son inciertos, dado que dependen en gran medida de una potencial aclimatación fisiológica a largo plazo ante elevadas cantidades de CO₂, así como de otros factores limitantes, tales como nutrientes del suelo, agua y luz. (Véase también el recuadro 2.4 sobre el efecto de la fertilización por CO₂ en la productividad de los cultivos).

GTI, GTII, GTIII: El Grupo de Trabajo I evalúa los aspectos científicos físicos del sistema climático y el cambio climático. El Grupo de Trabajo II evalúa la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos y naturales al cambio climático, las consecuencias negativas y positivas de este fenómeno, y las opciones para adaptarse a él. El Grupo de Trabajo III evalúa las opciones para mitigar el cambio climático limitando o previniendo las emisiones de gases de efecto invernadero e intensificando las actividades que los eliminan de la atmósfera.

Hiperaridez: Se refiere a las zonas terrestres con muy bajo índice de aridez, que generalmente coinciden con los grandes desiertos. No existe un valor universalmente estandarizado de hiperaridez. En este informe se clasifican como valores de hiperaridez los comprendidos entre 0 y 0,05.

Índice de aridez: El índice de aridez es un indicador destinado a identificar regiones estructuralmente áridas, es decir, aquellas donde existe un déficit medio a largo plazo de precipitaciones. Se define como el total anual de precipitaciones dividido por la evapotranspiración potencial, siendo esta última una medida del volumen de agua que un tipo de cultivo representativo necesitaría para crecer en función de condiciones locales, tales como temperatura, radiación entrante y velocidad del viento, a lo largo de un año. Es una medida estandarizada de la demanda de agua.

ISI-MIP: El primer Proyecto de Intercomparación del Modelo de Impacto Intersectorial (ISI-MIP) es un programa de elaboración de modelos impulsado por la comunidad, que proporciona evaluaciones intersectoriales de impacto mundial sobre la base de las hipótesis climáticas y socioeconómicas recientemente elaboradas. En el proceso se incorporaron más de 30 modelos, correspondientes a cinco sectores (agricultura, recursos hídricos, biomas, salud e infraestructura).

MCG: Un modelo de circulación general (MCG) es el tipo más avanzado de modelo climático, que se utiliza para elaborar proyecciones de cambios climáticos provocados por crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero, aerosoles y agentes externos (tales como variación de la actividad solar y erupciones volcánicas). Estos modelos contienen representaciones numéricas de procesos físicos que se producen en la atmósfera, los océanos, la criosfera y la superficie terrestre en una red tridimensional; la generación actual de este tipo de modelos tiene una resolución horizontal típica de entre 100 km y 300 km.

Niveles preindustriales (qué significa el actual calentamiento de 0,8 °C): Los niveles preindustriales se refieren a los niveles de calentamiento antes de la industrialización o al comienzo de esta. Los registros instrumentales de temperatura muestran que en 1986-2005 el promedio de 20 años de la media mundial de temperaturas del aire cerca de la superficie superó en alrededor de 0,6 °C el promedio del período 1851-79. No obstante, existen considerables variaciones de un año a otro e incertidumbre sobre

los datos. Además, el calentamiento medio del período de 20 años comprendido entre 1986 y 2005 no representa necesariamente el calentamiento actual. Al trazar una tendencia lineal del período 1901-2010 se obtiene como resultado un calentamiento de 0,8 °C desde la “industrialización temprana”. Se han reunido medias mundiales de temperaturas del aire cerca de la superficie en los registros instrumentales de temperatura del aire en la superficie, que datan de 1850, aproximadamente. El número de estaciones de medición en los primeros años es reducido y aumenta rápidamente con el tiempo. El proceso de industrialización estaba bien avanzado en 1850 y en 1900, lo que implica que utilizar 1851-79 como período básico o 1901 como punto de partida para el análisis de tendencias lineales podría llevar a subestimar el calentamiento actual y futuro. Sin embargo, las emisiones de gases de efecto invernadero a fines del siglo XXI eran todavía reducidas y las incertidumbres en las reconstrucciones de temperaturas antes de ese momento son considerablemente mayores.

Panoramas de desarrollo: Los panoramas de desarrollo se centran en el alcance de los impactos del cambio climático en el desarrollo regional. En la serie *Bajemos la temperatura* y, en particular, en este informe, se analizan los posibles impactos del cambio climático en grupos especialmente vulnerables a través de distintas historias, denominadas panoramas de desarrollo. Estas reseñas se elaboraron para cada región en estrecha colaboración con especialistas del Banco Mundial. Proporcionan un análisis integrado y, a menudo, intersectorial de los impactos del cambio climático y las consecuencias para el desarrollo a nivel subregional o regional. Asimismo, contribuyen al informe, dado que permiten elaborar sólidas historias de desarrollo a partir de evidencias científicas de los impactos físicos y biofísicos con el fin de describir los escenarios plausibles de riesgos y oportunidades, y mostrar la interacción entre la ciencia y las políticas.

PIB (PPA): Es el PIB dividido por el número de habitantes sobre una base de paridad del poder adquisitivo (PPA). Si bien las estimaciones de la PPA correspondientes a los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) son sumamente confiables, las correspondientes a los países en desarrollo suelen ser meras aproximaciones.

PIB: El producto bruto interno (PIB) es la suma del valor bruto agregado por todos los productores residentes de la economía y de los eventuales tributos sobre los productos, menos los eventuales subsidios no incluidos en el valor de los productos. Se calcula sin deducciones por depreciación de activos fabricados o deterioro y degradación de recursos naturales.

Plantas C3/C4: Esta denominación se refiere a dos tipos de caminos bioquímicos de la fotosíntesis. Las plantas C3 incluyen más del 85 % de las plantas (por ejemplo, la mayoría de los árboles, el trigo, el arroz, el ñame y la papa) y responden bien a las condiciones de humedad y a las cantidades adicionales de CO₂ en la atmósfera. Las plantas C4 (por ejemplo, los pastos de las sabanas, el maíz,

el sorgo, el mijo y la caña de azúcar) son más eficientes en el uso de agua y energía, y su desempeño supera el de las plantas C3 en condiciones cálidas y secas.

RCP: Los caminos de concentración representativa (RCP) se basan en hipótesis cuidadosamente seleccionadas para trabajar sobre preparación de modelos integrados de evaluación, modelos sobre el clima, y modelos y análisis de impactos. Esa labor refleja casi una década de nuevos datos económicos, información sobre tecnologías emergentes y observaciones de factores ambientales, tales como uso de la tierra y variación de la cobertura de la superficie terrestre. En lugar de comenzar con descripciones socioeconómicas detalladas para generar hipótesis de emisiones, los RCP constituyen conjuntos de proyecciones coherentes que se refieren exclusivamente a los componentes de forzamientos radiactivos (la variación del equilibrio entre la radiación que ingresa en la atmósfera y la que la abandona, causada principalmente por la variación de la composición atmosférica), destinados a servir como aporte para la elaboración de modelos sobre el clima. Estas trayectorias de forzamientos radiactivos no están asociadas a hipótesis únicas en materia socioeconómica o de emisiones, sino que pueden obedecer a diferentes combinaciones de futuros económicos, tecnológicos, demográficos, institucionales y de políticas. RCP2,6, RCP4,5, RCP6 y RCP8,5 se refieren, respectivamente, a un forzamiento radiativo de $+2,6 \text{ W/m}^2$, $+4,5 \text{ W/m}^2$, $+6 \text{ W/m}^2$ y $+8,5 \text{ W/m}^2$ en el año 2100 en relación con las condiciones preindustriales.

RCP2,6: Se refiere a una situación hipotética representativa de la bibliografía especializada sobre hipótesis de mitigación encaminadas a limitar el incremento de la temperatura media mundial a un nivel de $2 \text{ }^\circ\text{C}$ por encima del período anterior a la era industrial. Esta senda de mitigación se utiliza en numerosos estudios que se están evaluando para el quinto informe de evaluación y es la hipótesis básica de emisiones bajas utilizada para los impactos evaluados en otras partes de este informe. Aquí se hace referencia a RCP2,6 como un calentamiento global de $2 \text{ }^\circ\text{C}$ (con excepción del aumento del nivel del mar, en cuyo caso el subconjunto de modelo utilizado en realidad conduce a un calentamiento de $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$; véase el recuadro 2.1, “Definición de los niveles de calentamiento y el período base utilizados en este informe”).

RCP8,5: Se refiere a una situación hipotética en que no existe una política de referencia sobre el clima, con emisiones de gases de efecto invernadero relativamente altas, situación que se utiliza en numerosos estudios que se están evaluando para el AR5. Esta situación es también la hipótesis básica de altos niveles de emisiones para los impactos evaluados en otras partes del presente informe. Aquí,

RCP8,5 se refiere a la situación hipotética en que la temperatura de la Tierra es $4 \text{ }^\circ\text{C}$ más alta que la del período preindustrial.

Severo y extremo: Estos términos se refieren a consecuencias (negativas) poco comunes. Suelen asociarse a términos calificadores adicionales, tales como “inusual” o “sin precedentes”, que poseen significados específicos cuantificados.

SRES: El Informe especial sobre hipótesis de emisiones (SRES), publicado por el IPCC en 2000, ha suministrado las proyecciones sobre el clima para el AR4. Las hipótesis no incluyen supuestos de mitigación. En el estudio realizado en el marco del SRES se consideran 40 hipótesis diferentes, cada una de las cuales gira en torno a distintos supuestos sobre las fuerzas que determinan las futuras emisiones de gases de efecto invernadero. Las hipótesis se agruparon en cuatro familias (A1FI, A2, B1 y B2), que corresponden a una amplia gama de hipótesis de emisiones altas y bajas.

SREX: En 2012, el IPCC publicó el Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático (SREX). En él se presenta una evaluación de los factores físicos y sociales que dan forma a la vulnerabilidad a desastres relacionados con el clima y se proporciona un panorama de las posibilidades de una eficaz gestión de riesgos de desastres.

Sumamente inusual y sin precedentes: En el presente informe, las olas de calor sumamente inusuales y sin precedentes se definen utilizando umbrales basados en la variabilidad histórica del clima local actual. El nivel absoluto del umbral depende de la variabilidad natural de un año a otro del período básico (1951-80), que se capta mediante la desviación estándar (sigma). Las olas de calor sumamente inusuales se definen como fenómenos de 3 sigma. En el caso de una distribución normal, los fenómenos de 3 sigma tienen un período de retorno de 740 años. La ola de calor registrada en Estados Unidos en 2012 y la que tuvo lugar en Rusia en 2010 se clasifican como fenómenos de 3 sigma y, por lo tanto, inusuales. Los extremos de calor sin precedentes se definen como fenómenos de 5 sigma y tienen un período de retorno de varios millones de años. Los datos de temperatura mensual no siguen necesariamente una distribución normal (por ejemplo, la distribución puede tener “colas largas”, que hagan más probables las olas de calor) y los períodos de retorno pueden ser diferentes de los que se espera en una distribución normal. No obstante, los fenómenos de 3 sigma son extremadamente improbables y, casi con total seguridad, los de 5 sigma nunca se han producido durante la existencia de ecosistemas y obras de infraestructura clave.

