

# LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS CAMBIOS ATMOSFÉRICOS CONEXOS EN LOS OCÉANOS

---

RESUMEN TÉCNICO DE LA PRIMERA EVALUACIÓN INTEGRADA DEL MEDIO MARINO A ESCALA MUNDIAL



NACIONES UNIDAS

**PROCESO ORDINARIO DE PRESENTACIÓN  
DE INFORMES Y EVALUACIÓN DEL ESTADO  
DEL MEDIO MARINO A ESCALA MUNDIAL,  
INCLUIDOS LOS ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

---

**LOS EFECTOS DEL CAMBIO  
CLIMÁTICO Y LOS CAMBIOS  
ATMOSFÉRICOS CONEXOS  
EN LOS OCÉANOS**

---

RESUMEN TÉCNICO DE LA PRIMERA EVALUACIÓN  
INTEGRADA DEL MEDIO MARINO A ESCALA MUNDIAL



NACIONES UNIDAS

## Descargo de responsabilidad

Las designaciones empleadas en esta publicación y la presentación de la información que contiene, incluidos los mapas, las citas y la bibliografía correspondiente, no entrañan, de parte de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni sobre la delimitación de sus fronteras o límites.

Además, las fronteras y los nombres indicados y las designaciones empleadas en la presente publicación no implican aprobación ni aceptación oficiales por parte de las Naciones Unidas.

Ninguna información que pueda figurar en la presente publicación derivada de medidas y decisiones adoptadas por los Estados entraña el reconocimiento por las Naciones Unidas de la validez de esas medidas y decisiones; dicha información se incluye sin perjuicio de la posición de ningún Estado Miembro de las Naciones Unidas.

Las contribuciones de los miembros del Grupo de Expertos y de la lista de expertos que participaron en la redacción de la primera Evaluación Integrada del Medio Marino a Escala Mundial se hicieron a título personal. Los miembros del Grupo y de la lista no son representantes de ningún gobierno ni de otra autoridad u organización.

Crédito de la foto de portada:  
Markus Roth

eISBN 978-92-1-361388-7  
Copyright © Naciones Unidas, 2017  
Reservados todos los derechos  
Impreso en las Naciones Unidas, Nueva York

# Índice

Propósito y proceso de preparación del resumen técnico.....	v
Agradecimientos .....	vi
I. Cuestiones principales .....	1
II. Cambios de los océanos vinculados al cambio climático y los cambios conexos de la atmósfera.....	3
A. Temperatura del mar .....	3
B. Aumento del nivel del mar.....	4
C. Acidificación de los océanos .....	4
D. Salinidad.....	4
E. Estratificación .....	4
F. Circulación oceánica .....	5
G. Efectos de las tormentas y otros fenómenos meteorológicos extremos .....	5
H. Reducción de la concentración del oxígeno disuelto (desoxigenación o hipoxia) .....	6
I. La radiación ultravioleta y la ozonfera.....	6
III. Consecuencias ambientales y socioeconómicas.....	9
A. Efectos acumulativos .....	9
B. Cambios en la red alimentaria .....	9
C. Plancton .....	9
D. Algas y praderas marinas .....	10
E. Manglares .....	10
F. Corales.....	11
G. Distribución de las poblaciones de peces .....	12
H. Productividad de crustáceos y moluscos .....	12
I. Eutrofización.....	13
J. Inundaciones y erosión costeras .....	13
K. Pérdida de hielo marino en latitudes altas y efectos asociados.....	13
L. Riesgos para las comunicaciones .....	14
IV. Conclusión.....	15



Credito de la foto: Markus Roth

## Propósito y proceso de preparación del resumen técnico

El presente resumen técnico se basa en la primera Evaluación Integrada del Medio Marino a Escala Mundial (primera Evaluación Mundial de los Océanos), que se publicó en enero de 2016 y, en particular, en el resumen de esa Evaluación, que fue aprobado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en diciembre de 2015.<sup>1</sup> El resumen se ha preparado de conformidad con el programa de trabajo para el período 2017-2020 del segundo ciclo del Proceso Ordinario del Grupo de Trabajo Plenario Especial de la Asamblea General sobre el Proceso Ordinario de Presentación de Informes y Evaluación del Estado del Medio Marino a Escala Mundial, incluidos los Aspectos Socioeconómicos, que fue aprobado por el Grupo de Trabajo en agosto de 2016 y refrendado por la Asamblea en diciembre de 2016.<sup>2</sup> El programa de trabajo prevé, entre otras cosas, el apoyo a otros procesos intergubernamentales en marcha relacionados con los océanos, incluida la preparación de resúmenes técnicos adaptados específicamente a las necesidades de ciertos procesos intergubernamentales, entre otros la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Proceso Abierto de Consultas Oficiosas de las Naciones Unidas sobre los Océanos y el Derecho del Mar, que en 2017 centrará sus debates en el tema “Efectos del cambio climático en los océanos”.<sup>3</sup> A este respecto, el resumen técnico ofrece una síntesis de la información contenida en la primera Evaluación Mundial de los Océanos y no aporta ningún material ni interpretación nuevos de la información presentada en esa Evaluación.

Por lo que se refiere al clima, la primera Evaluación Mundial de los Océanos se basó en la labor del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, como se pide en la reseña de la Evaluación refrendada por la Asamblea General. En lo relativo al clima, el presente resumen técnico se basa también, por tanto, en la labor del Grupo.

El presente resumen fue preparado por el Grupo de Expertos del Proceso Ordinario de Presentación de Informes y Evaluación del Estado del Medio Marino a Escala Mundial para el segundo ciclo del Proceso Ordinario, sobre la base de un esquema preparado por el Grupo de Expertos y examinado por la Mesa del Grupo de Trabajo Plenario Especial. Algunos miembros de la lista de expertos del Proceso Ordinario que contribuyeron a la primera Evaluación Mundial de los Océanos fueron parte del proceso de examen, junto con el Grupo de Expertos, la secretaría del Proceso Ordinario (la División de Asuntos Oceánicos y del Derecho del Mar de la Oficina de Asuntos Jurídicos) y la Mesa del Grupo de Trabajo Plenario Especial. La secretaría del Proceso Ordinario también prestó asistencia en la preparación de la versión definitiva del resumen técnico del Grupo de Expertos. La Mesa del Grupo de Trabajo Plenario Especial examinó el resumen técnico para su presentación a las reuniones con arreglo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y al Proceso Abierto de Consultas Oficiosas de las Naciones Unidas sobre los Océanos y el Derecho del Mar.

<sup>1</sup> Resolución 70/235 de la Asamblea General, párr. 266. El texto completo de la primera Evaluación Mundial de los Océanos, incluido el resumen, se puede consultar en [www.un.org/depts/los/rp](http://www.un.org/depts/los/rp).

<sup>2</sup> Resolución 71/257 de la Asamblea General, párr. 299.

<sup>3</sup> *Ibíd.*, párr. 339.

## Agradecimientos

Aportaron contribuciones al resumen técnico bajo los auspicios de la Asamblea General y su Proceso Ordinario de Presentación de Informes y Evaluación del Estado del Medio Marino a Escala Mundial, incluidos los Aspectos Socioeconómicos, los siguientes expertos:

### **Grupo de expertos del Proceso Ordinario de presentación de informes y evaluación del estado del medio marino a escala mundial**

Renison Ruwa y Alan Simcock  
(coordinadores conjuntos)

Maria João Bebianno, Hilconida P. Calumpong, Sanae Chiba, Karen Evans, Osman Keh Kamara, Enrique Marschoff, Michelle McClure, Essam Yassin Mohammed, Chul Park, L. Ylenia Randrianarisoa, Marco Espino Sánchez, Anastasia Strati, Joshua Tuhumwire, Thanh Ca Vu, Juying Wang y Tymon Przemyslaw Zielinski

### **Miembros de la lista de expertos del primer ciclo del Proceso Ordinario**

Peter Auster, Maurizio Azzaro, Ratana Chuenpagdee, Marta Coll Monton, Erik Cordes, Mark Costello, Lars Golmen, Elise Granek, Jeroen Ingels, Lis Lindal Jørgensen, James Kelley, Ellen Kenchington, Sung Yong Kim, Ramalingaran Kirubakaran, Lisa A. Levin, Anna Metaxas, Pablo Muñoz Maciel, Clodette Raharimananirina, Zacharie Sohau, Carlos García-Soto, Cecilie von Quillfeldt, Colin D. Woodroffe y Moriaki Yasuhara



Credito de la foto: Edwar Herrero



Crédito de la foto: Anders Nyberg

# I. Cuestiones principales

1. El mar y la atmósfera son sistemas interconectados. El cambio climático afecta a ambos. En particular, ambos sistemas se están calentando, pero los océanos han absorbido aproximadamente el 93% del calor adicional almacenado en tierra, mar y aire, y el hielo fundido, entre 1971 y 2010. El calentamiento del mar afecta tanto a las aguas de superficie como a las más profundas. El intercambio de calor entre el mar y la atmósfera ha provocado cambios en los vientos y en fenómenos tales como El Niño-Oscilación Austral, lo que afecta, a su vez, a las corrientes y las olas oceánicas.
2. Es probable que la elevación de las temperaturas afecte a la distribución, reproducción y abundancia de muchas especies marinas. Por ejemplo, en algunas partes del mundo ya está cambiando la distribución de las especies de peces. Además, los arrecifes de coral ya experimentan repetidos episodios de decoloración en respuesta a las temperaturas más altas, y el consiguiente daño a los arrecifes afectará a la pesca tanto en gran escala como en pequeña escala de las especies que aquellos sustentan. Además, es probable que, en el agua de mar más cálida, se vuelva más abundante el plancton más pequeño, con menos nutrientes, y que el plancton más grande, rico en nutrientes, disminuya en abundancia, con efectos impredecibles en las redes alimentarias marinas.
3. El mar también ha absorbido gran parte del dióxido de carbono emitido en los últimos decenios, lo que ha dado lugar a una acidificación sin precedentes del medio marino; esta acidificación ha ocurrido a diferentes ritmos en diferentes partes del mundo. Entre otros efectos, reduce la disponibilidad de iones de carbonato para que el plancton, los arrecifes de coral y los crustáceos y moluscos puedan formar y mantener sus estructuras rígidas. La pesca de mariscos y los sistemas de arrecifes de coral, así como las pesquerías que dependen de ellos, tenderán a disminuir. Además, los efectos en algunas especies de plancton podrán alterar radicalmente las redes alimentarias.
4. El nivel del mar está subiendo y la mediana prevista de la elevación para 2100 será de 1 m con respecto a los niveles de 1980-1999. La elevación del nivel del mar variará en todo el mundo. Es probable que dé lugar a inundaciones y desbordes mareales más frecuentes en algunas comunidades costeras, y afecte a la distribución y los importantes servicios de los hábitats costeros, como los manglares. También aumentará la erosión de las zonas costeras.
5. Las zonas de eutrofización (exceso de nutrientes) e hipoxia (falta de oxígeno) están aumentando debido a la mayor estratificación y la reducción de la mezcla en la columna de agua oceánica, y también por los cambios en las corrientes ascendentes. Las "zonas muertas" (zonas con insuficiente oxígeno para el sustento de la vida) y las zonas de bajo oxígeno son cada vez más numerosas, lo cual afecta a los organismos que viven en esas zonas y la pesca que depende de ellos.
6. La capa de hielo polar se reducirá o desaparecerá, lo cual afectará a la producción de algas del hielo, componente básico de las redes alimentarias de los Océanos Ártico y Austral. Las especies que dependen de las algas del hielo, como el kril, en el Océano Austral, se verán afectadas negativamente, así como otras muchas especies, desde las ballenas hasta los peces de importancia comercial que se alimentan de kril. Es probable que la apertura del Ártico al transporte marítimo y otras actividades humanas traiga consigo mayores riesgos de contaminación a la región.
7. En general, es probable que los efectos acumulativos en las redes alimentarias y los sistemas marinos sean considerables e impredecibles debido a las distintas tasas de migración de las especies, las consecuencias imprevistas de los cambios en elementos del ecosistema y la modificación de la circulación oceánica.



Crédito de la foto: Ellen Cuylaerts

## II. Cambios de los océanos vinculados al cambio climático y los cambios conexos de la atmósfera

8. El mar y la atmósfera terrestres están vinculados fundamentalmente en un proceso complejo. Los vientos que soplan sobre la superficie del mar transfieren momento y energía mecánica al agua, generando olas y corrientes. El mar emite energía en la forma de calor, que constituye una de las principales fuentes de energía de los movimientos atmosféricos. El calor también pasa de la atmósfera al mar, elevando su temperatura. Del mismo modo, hay transferencias de gases entre el mar y la atmósfera, que consisten principalmente en la absorción por el mar del dióxido de carbono atmosférico y la absorción por la atmósfera del oxígeno oceánico. En consecuencia, importantes características del mar se están alterando considerablemente como resultado de las mayores concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera y los cambios consiguientes.

### A. Temperatura del mar

9. La gran masa y la elevada capacidad calorífica del mar le permiten almacenar una cantidad enorme de energía, más de 1.000 veces la retenida en la atmósfera cuando su temperatura se eleva en la misma medida. La Tierra está absorbiendo más calor del que emite de vuelta al espacio y prácticamente todo ese exceso de calor entra y se acumula en el mar. Los océanos han absorbido alrededor del 93% de todo el calor adicional acumulado por el calentamiento del aire, el mar, la tierra y el hielo fundido entre 1971 y 2010. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático reafirmó, en su quinto informe de evaluación, su conclusión de que las temperaturas de la superficie del mar a nivel mundial están subiendo desde finales del siglo XIX. La temperatura de las capas superiores del mar (hasta una profundidad de unos 700 m) y, por tanto, su contenido calorífico, varían a lo largo de múltiples escalas cronológicas, es decir, a lo largo de las estaciones, los años (por ejemplo, los asociados al fenómeno de El Niño/Oscilación Austral), los decenios y los siglos. Las tendencias

de la temperatura oceánica promediada según la profundidad desde 1971 hasta 2010 son positivas (es decir, revelan calentamiento) en la mayor parte del mundo. El calentamiento es más prominente en el hemisferio boreal, especialmente en el Atlántico Norte, pero varía considerablemente de un punto a otro. Las tendencias de las temperaturas de las capas oceánicas superiores promediadas zonalmente indican calentamiento en casi todas las latitudes y profundidades. No obstante, como el volumen oceánico del hemisferio austral es mayor, su contribución al aumento del contenido calorífico mundial también es mayor.

10. Durante los últimos tres decenios, aproximadamente el 70% de las zonas costeras del mundo han experimentado una elevación apreciable de la temperatura de la superficie del mar. Este cambio ha ido acompañado de un aumento en el número anual de días extremadamente calurosos en el 38% del litoral marítimo mundial. El calentamiento estacional también se registra en una fecha bastante más temprana del año en cerca del 36% de las zonas costeras templadas del mundo (entre los 30° y los 60° de latitud en ambos hemisferios).

11. No solo se están calentando las capas superiores del mar, sino que también se ha registrado calentamiento en numerosos hábitats de aguas profundas, cambio particularmente importante en los mares marginales. En particular, hay razones para concluir que el calentamiento del Mediterráneo entre 1950 y 2000 ha repercutido en las comunidades de sus profundidades, lo cual ha afectado, sobre todo, a sus corales de agua fría (caps. 5, 36 A, 36 F y 42).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> En el presente resumen técnico, los capítulos mencionados son los capítulos de la primera Evaluación Mundial de los Océanos (pueden consultarse en [www.un.org/depts/los/rp](http://www.un.org/depts/los/rp)). Cuando figuran al final de un párrafo, esas referencias se aplican a todos los párrafos previos, hasta la referencia anterior. Las citas en que se basan los párrafos pueden consultarse en esos capítulos.

## B. Aumento del nivel del mar

12. Es muy probable que las elevaciones extremas del nivel del mar hayan aumentado en todo el mundo desde la década de 1970, principalmente a raíz de la elevación del nivel medio mundial del mar. Por término medio, el nivel del mar en todo el mundo se ha elevado 3,2 mm por año durante los últimos dos decenios; alrededor de un tercio de este cambio se debe a la expansión térmica del mar causada por el calentamiento antropógeno. Parte del resto del cambio es consecuencia de la entrada de agua dulce procedente de tierra firme, que ha aumentado a raíz del deshielo de los glaciares y del manto de hielo polar.

13. Los cambios regionales y locales del nivel del mar también se ven influidos por factores naturales como la variabilidad regional de los vientos y las corrientes oceánicas, los movimientos verticales del terreno y el ajuste isostático de los niveles del terreno en respuesta a los cambios de las presiones físicas (por ejemplo, por el movimiento de las placas tectónicas), combinados con los efectos de los cambios antropógenos en el uso de la tierra y el desarrollo de las zonas costeras. En consecuencia, el nivel del mar estará por encima de la media mundial en algunas regiones y por debajo en otras. Un calentamiento de 4°C de aquí a 2100 (partiendo de la hipótesis de las mayores emisiones considerada en el quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) daría lugar a una elevación media del nivel del mar de casi 1 m con respecto al nivel de 1980 a 1999 (cap. 4).

## C. Acidificación de los océanos

14. La creciente concentración de dióxido de carbono en la atmósfera hace que el mar absorba una cantidad cada vez mayor de este gas. Aproximadamente el 26% de las emisiones del dióxido de carbono antropógeno, que van en aumento, es absorbido por el mar, donde reacciona con el agua para formar ácido carbónico, en un proceso conocido por el nombre de acidificación de los océanos. En química, si un líquido es ácido o básico (alcalino) se mide con la escala del pH: cuanto menor el pH, más ácido el líquido. A lo largo de los últimos 25 millones de años, el pH medio de los océanos se ha mantenido bastante constante, entre 8,0 y 8,2, con variaciones temporales y espaciales. En los tres últimos decenios, empero, se han observado disminuciones en el pH del mar,

y si continúan las emisiones de dióxido de carbono al ritmo actual, las proyecciones indican que el pH oceánico medio podría llegar a 7,8 para el año 2100. Esto está totalmente fuera del intervalo de variación media del pH en cualquier otro momento de la historia geológica reciente. El menor pH da por resultado un menor número de iones de carbonato disponibles en el agua. En general, dado que las aguas oceánicas se mezclan más despacio que la atmósfera, la absorción de dióxido de carbono es mucho mayor en las capas superiores (hasta unos 400 m de profundidad), que es donde ocurre la mayor parte de la actividad biológica.

## D. Salinidad

15. Además del calentamiento del mar en gran escala, también se han producido cambios en su salinidad (contenido de sal). Las variaciones de la salinidad de los océanos de todo el mundo se deben a las diferencias que existen en el equilibrio entre las corrientes entrantes de agua dulce (procedente de ríos y del deshielo de glaciares y casquetes de hielo), las precipitaciones y la evaporación, fenómenos todos que se ven afectados por los procesos climáticos naturales y por el cambio climático. Los cambios en gran escala del régimen de la precipitación pluvial modifican la salinidad del mar, de modo que, a mayor precipitación, menor salinidad y viceversa. Los cambios observados en la salinidad del mar, que se deducen a partir de un sistema de observación histórica incompleto, sugieren que las zonas de precipitación escasa y mayor evaporación, como las regiones oceánicas subtropicales, se han vuelto más salinas, mientras que en otras regiones, como las aguas ecuatoriales de los Océanos Pacífico e Índico, de mayor precipitación y menor evaporación, el mar se ha vuelto menos salino. Los cambios de salinidad dan lugar a cambios de densidad del agua, lo cual promueve la circulación oceánica. Es probable que los cambios en curso de la salinidad del mar influyan en la circulación y la estratificación del agua (caps. 4 y 5).

## E. Estratificación

16. Las diferencias de salinidad y temperatura entre distintas masas de agua dan lugar a la estratificación, es decir, la formación de capas horizontales de agua, con niveles limitados de intercambio entre ellas. Se ha observado un mayor grado de estratificación en todo el mundo, particularmente en el Pacífico

septentrional y, de manera más general, al norte de los 40° de latitud sur, como resultado de los cambios de temperatura y salinidad. El aumento de la estratificación lleva aparejada una disminución de la mezcla vertical en la columna de agua oceánica. Esta disminución de la mezcla reduce, a su vez, el oxígeno y el contenido de nutrientes de las capas superficiales, así como la medida en que el mar es capaz de absorber dióxido de carbono, porque sube menos agua fría a la superficie, donde tiene lugar la absorción (caps. 1 y 4 a 6).

## F. Circulación oceánica

17. La intensificación del estudio de las respuestas del mar al cambio climático ha dado lugar a una idea mucho más clara de los mecanismos de la circulación oceánica y sus variaciones anuales y decenales. Como resultado de los cambios en el calentamiento de distintas partes del mar, también están cambiando las pautas de variación en la distribución del calor en los océanos. Hay datos que indican que estos fenómenos están alterando la circulación atmosférica y que la circulación mundial en mar abierto también está cambiando, lo que, con el paso del tiempo, podría reducir la transferencia de calor de las regiones ecuato-

riales a los polos y a las profundidades oceánicas. Por consiguiente, las masas de agua también se mueven de manera diferente en áreas de las plataformas continentales; por ejemplo, los cambios en las masas de agua del Golfo de San Lorenzo han contribuido, al menos en parte, a la disminución de la concentración del oxígeno disuelto en las capas profundas del Golfo (caps. 5 y 36 A).

## G. Efectos de las tormentas y otros fenómenos meteorológicos extremos

18. La elevación de la temperatura del mar proporciona más energía para las tormentas que se originan en él. El consenso científico es que, a nivel mundial, habrá menos ciclones tropicales, pero serán más intensos, aunque habrá variabilidad regional. Hay razones para suponer que la expansión observada de los trópicos desde aproximadamente 1979 va acompañada de una marcada migración hacia el polo de la latitud en que se producen las tormentas de mayor intensidad. Esto afectará por cierto a zonas costeras que anteriormente no estuvieron expuestas a los peligros de los ciclones tropicales (cap. 5).



## H. Reducción de la concentración del oxígeno disuelto (desoxigenación o hipoxia)

19. Las concentraciones del oxígeno disuelto en las aguas oceánicas tropicales han disminuido en los últimos 50 años, en gran medida como resultado del calentamiento del mar. Ello ha dado lugar, en efecto, a una ampliación de las zonas con las concentraciones más bajas de oxígeno disuelto (zonas de oxígeno mínimo), incluida la expansión hacia el oeste y vertical de dichas zonas en el Océano Pacífico oriental. Es probable que los cambios previstos de la temperatura de la superficie y la estratificación reduzcan la transferencia de oxígeno atmosférico (solubilidad del oxígeno) y la ventilación de las aguas más profundas, con la consiguiente disminución de la concentración de oxígeno en la capa superior del mar en los trópicos. Fuera de los trópicos, las observaciones actuales no son suficientes para deducir tendencias, pero se prevé que el calentamiento del mar y la estratificación también darán lugar a la reducción del oxígeno disuelto.

20. En las aguas costeras, las bajas concentraciones de oxígeno están más relacionadas con la descarga de nutrientes procedentes de tierra firme y con los efectos de la consiguiente eutrofización; esos efectos se ven reforzados también por la mayor estratificación y la menor circulación resultantes del calentamiento de las aguas superficiales. Cuando las corrientes procedentes del mar abierto se enfrentan con plataformas continentales angostas, puede suceder que causen el desplazamiento hacia la costa de aguas ricas en nutrientes y pobres en oxígeno creando así zonas hipóxicas (zonas con bajas concentraciones de oxígeno disuelto) o incluso zonas muertas (zonas con insuficiente oxígeno para el sustento de la vida, llamadas también zonas anóxicas). Pueden encontrarse ejemplos de ello en las costas occidentales del continente americano, al norte y al sur del ecuador, la costa occidental de África Subsahariana y la

costa occidental del subcontinente indio. El aumento del caudal de algunas corrientes oceánicas puede intensificar ese efecto (caps. 4 a 6 y 20).

## I. La radiación ultravioleta y la ozonosfera

21. Algunos gases de efecto invernadero, especialmente los clorofluorocarbonos, interactúan con el ozono estratosférico. La ozonosfera terrestre bloquea el paso de la mayor parte de la radiación ultravioleta con efectos biológicos (UVB) emitida por el sol (en el intervalo de longitudes de onda de 280-315 nanómetros) impidiéndole llegar a la superficie terrestre y, por tanto, también a la superficie del mar. La UVB tiene una amplia gama de efectos potencialmente perjudiciales, como la inhibición de la producción primaria por el fitoplancton, la modificación de la estructura y función de las comunidades planctónicas y la alteración del ciclo del nitrógeno. En consecuencia, el agotamiento de la ozonosfera que viene registrándose desde la década de 1970 es motivo de preocupación. La comunidad internacional ha adoptado medidas para combatir este proceso en el marco del Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, y la situación parece haberse estabilizado, aunque con algunas variaciones de un año a otro. En vista de la variación de la profundidad marina a la que penetra la UVB, aún está por alcanzarse un consenso sobre la magnitud del efecto del agotamiento de la ozonosfera en la producción primaria neta y el ciclo del nitrógeno.

22. Se ha detectado, con todo, un posible efecto de la radiación ultravioleta en las nanopartículas de dióxido de titanio. El dióxido de titanio se utiliza mucho en las pinturas y los acabados blancos y en cosméticos y protectores solares. Bajo el efecto de la radiación ultravioleta, se descompone en nanopartículas (hasta un millonésimo de un milímetro), que actúan como biocida y pueden afectar negativamente a la producción primaria del fitoplancton.



Credito de la foto: Edwar Herrero



Crédito de la foto: Michele Hall / Howard Hall Productions

### III. Consecuencias ambientales y socioeconómicas

#### A. Efectos acumulativos

23. Las presiones del cambio climático y de los cambios atmosféricos conexos, con la acidificación y desoxigenación consiguientes de las aguas oceánicas, son solo algunas de las presiones que sufre actualmente el medio marino mundial. Su futuro será determinado por la compleja interacción de toda la gama de presiones y cambios que se describen en la primera evaluación integrada del medio marino a escala mundial, es decir, no solo los derivados del cambio climático y de los cambios conexos de la atmósfera sino también los derivados de las prácticas de pesca insostenibles, la contaminación causada por el transporte marítimo, la explotación minera y la extracción de hidrocarburos de los fondos marinos, el ruido antropógeno y el desarrollo de las zonas costeras, así como nuevas presiones, como las relacionadas con la generación de energía a partir de fuentes renovables (resumen, tema G).

#### B. Cambios en la red alimentaria

24. Los cambios de la productividad primaria resultantes del cambio climático se abrirán camino inevitablemente hasta el tope de la red alimentaria. Con cada nivel trófico que se sube, los efectos de los cambios en la composición de las especies y la abundancia de alimentos en los eslabones inferiores de la red alimentaria harán cada vez más difícil (o, en algunos casos, más fácil) la supervivencia y reproducción de los animales de esos niveles más altos. Se desconoce en gran medida la manera en que esos cambios de la red alimentaria afectarán a los depredadores de los eslabones superiores, como los reptiles marinos, las aves marinas y los mamíferos marinos. Los cambios del hábitat también afectarán a los depredadores del fin de la cadena; así, por ejemplo, las especies de pájaros que viven en los manglares o que se alimentan en las praderas marinas se verán afectadas por los cambios de esos hábitats.

25. Según algunas hipótesis, el cambio climático podría influir, positiva o negativamente, en hasta el 60% de la biomasa oceánica actual y perturbar así muchos servicios actuales de los ecosistemas. Por ejemplo, los estudios de modelización de especies con fuertes preferencias de temperatura, como el listado y el atún

rojo, apuntan a que se producirán grandes cambios en su zona de distribución o en su productividad, o en ambos.

26. Se han observado efectos en todas las regiones. En el noroeste del Océano Atlántico, por ejemplo, la combinación de los cambios en la abundancia de los depredadores provocados por distintos factores, como la pesca excesiva y los cambios del clima, explica las principales presiones que, según se cree, dieron pie a una modificación radical de la composición de especies, pasando de un régimen dominado por el bacalao a otro dominado por los crustáceos. Del mismo modo, en el nordeste del Océano Atlántico y el Mar del Norte, entre 1960 y 2009, se produjeron profundos cambios en la composición de las especies de plancton, el nivel más bajo de la red alimentaria (en efecto, la variedad de especies de dinoflagelados aumentó, en tanto que se redujo su abundancia en relación con la de las diatomeas). Esta tendencia se ha atribuido al efecto combinado de la elevación de la temperatura de la superficie del mar y la cortante del viento en el verano.

27. Las especies de fitoplancton de aguas cálidas tienden a ser más pequeñas y menos productivas que las de aguas más frías. Se ha observado que, al elevarse las temperaturas de los océanos, estas especies se han ido desplazando hacia latitudes más altas. La propagación sostenida de esas especies tiene el efecto de modificar la eficiencia de la transferencia de energía a otras partes de la red alimentaria, y cabe prever que eso dará lugar a cambios bióticos en vastas regiones del mar abierto, como el Pacífico ecuatorial. Además, se prevé que el aumento de la estratificación oceánica y la disminución consiguiente de la transferencia de los nutrientes procedentes de las capas más profundas del mar a la zona fótica (la zona donde penetra suficiente luz del sol para permitir la fotosíntesis) ocasionarán importantes variaciones en la producción biológica (caps. 38 y 52).

#### C. Plancton

28. El fitoplancton y las bacterias llevan a cabo la mayor parte de la producción primaria, de la que dependen las redes alimentarias marinas. La elevación de la temperatura de las capas superiores del mar ocasionada,

como se había previsto, por el cambio climático, actualmente está produciendo cambios en las comunidades de fitoplancton. Esto podría tener profundos efectos en la producción primaria neta y los ciclos de los nutrientes en los próximos 100 años. En general, en los casos en que el plancton de menor tamaño es la fuente de la mayor parte de la producción primaria neta, como ocurre en las aguas oligotróficas de mar abierto, dicha producción es más reducida y la red trófica microbiana domina los flujos de energía y los ciclos de nutrientes. Valiéndose de la tecnología satelital para estudiar la evolución de la clorofila a lo largo de más de 22 años, a partir de 1980, en 12 grandes cuencas oceánicas, los científicos han llegado a la conclusión de que la producción primaria oceánica anual, a nivel mundial, ha disminuido un 6% entre 1980 y 2012. En tales condiciones, la capacidad máxima de sustentación de las poblaciones de peces explotables es menor, como también puede serlo la exportación de carbono orgánico, nitrógeno y fósforo a aguas profundas, con lo cual se reduce la capacidad de sostener la vida.

29. Por otra parte, se prevé que, a medida que se calienten las capas superiores del mar, la distribución geográfica del plancton fijador de nitrógeno (diazótrofos) se irá ampliando. Esto podría aumentar la fijación del nitrógeno en un 35%-65% para 2100, dando lugar así a un aumento de la producción primaria neta y, en consecuencia, al aumento de la absorción de carbono, por lo que algunas especies de niveles tróficos superiores podrían pasar a ser más productivas.

30. El equilibrio entre esas dos tendencias es poco claro. Un cambio hacia una producción primaria menor o cambios en las dimensiones estructurales de las comunidades de plancton tendrían graves consecuencias para la seguridad alimentaria humana y la sustentación de la diversidad biológica marina al trastornar las redes alimentarias. Se prevé que también cambiará el momento de la floración primaveral del fitoplancton. Ello también afectaría a las redes alimentarias porque muchas especies sincronizan el desove y el desarrollo larvario con las floraciones de fitoplancton y los máximos asociados en la abundancia de zooplancton (animales microscópicos que se alimentan de fitoplancton y bacterias) (cap. 6).

## D. Algas y praderas marinas

31. El crecimiento y la supervivencia de las algas de agua fría, en particular las laminarias, se ven afectados por los niveles de temperatura, salinidad y nutrientes. Se ha observado que las aguas cálidas, oligotróficas, afectan a la fotosíntesis, con la consiguiente reducción del crecimiento y una declinación generalizada. Ya se

ha señalado la muerte en masa de laminarias a lo largo de las costas de Europa y al sur de Australia, fenómeno asociado en gran medida a los efectos de los cambios en las condiciones del agua de mar. También se han observado cambios en la distribución de las especies al norte de Europa, África meridional y Australia meridional; en efecto, las especies tolerantes del agua cálida se extienden hacia el polo. Esos cambios pueden afectar negativamente a los hábitats de los arrecifes rocosos y a las especies explotadas comercialmente que viven en esos hábitats de las zonas costeras. Al reducirse la cosecha de laminarias, también disminuye la cantidad disponible para la alimentación humana y para obtener sustancias derivadas que se utilizan en diversas industrias, incluida la elaboración de fármacos y de alimentos. Por consiguiente, las comunidades cuyos medios de vida y su economía dependen de las laminarias se verán afectadas.

32. Las praderas marinas sirven para estabilizar los sedimentos y proteger la zona costera de la erosión, proporcionando una plataforma para el crecimiento de animales, como peces e invertebrados (por ejemplo, camarones), que se alimentan y reproducen en ellos. También se ha atribuido a la elevación de la temperatura del agua la aparición de una enfermedad de consunción que diezmó las praderas marinas de los litorales noreste y noroeste de los Estados Unidos de América (caps. 14 y 47).

## E. Manglares

33. Los manglares<sup>2</sup> dominan la zona intermareal de las costas protegidas (fangosas) de las aguas oceánicas tropicales, subtropicales y templadas cálidas. La distribución de los manglares guarda relación con las temperaturas del aire y de la superficie del mar, de modo que se extienden desde aproximadamente los 30° de latitud norte hasta los 28° de latitud sur en el Océano Atlántico y 38° de latitud sur en el Océano Pacífico. Su distribución se ve limitada, además, por variables climáticas clave, como la falta de lluvia y la frecuencia de los días fríos. Los manglares son importantes como zonas de reproducción y cría de especies de peces, para el secuestro de carbono (su elevada tasa de captura y de almacenamiento del carbono es particularmente importante), para la regulación del clima, la estabilización y la protección de las costas, y como posible fuente de producción de fármacos y de madera y leña.

<sup>2</sup> Por "manglar" se entiende un tipo específico de vegetación y el hábitat singular (también denominado bosque de marisma, pantano, humedal o mangal) en que se da.

34. La distribución de los manglares podría extenderse a medida que nuevas zonas al norte o al sur de su actual área de distribución se vuelvan más cálidas (aunque hay límites superiores de las temperaturas que pueden tolerar). Sin embargo, puesto que no pueden sobrevivir en aguas más profundas que las de su distribución actual, son vulnerables a la elevación del nivel del mar, especialmente en las zonas en que no pueden propagarse hacia el interior a causa de las defensas costeras o usos de la tierra desfavorables. Este es particularmente el caso de las islas de tierras bajas, formadas básicamente por carbonatos, donde hay poca o ninguna disponibilidad de sedimentos para acumular (cap. 48).

## F. Corales

35. Casi todos los corales de las zonas tropicales y subtropicales representan una simbiosis entre los pólipos de coral, que forman estructuras rígidas, y las algas fotosintéticas. Cuando las temperaturas de los océanos son demasiado altas, esos corales sufren estrés térmico y expulsan a las algas simbióticas que dan a los corales su color característico y parte de sus nutrientes, y así se produce la decoloración. Una decoloración grave, prolongada o repetida puede causar la muerte de las colonias de coral, y si los episodios de decoloración se repiten, pierden resiliencia. Una elevación de la temperatura de solo 1° C a 2° C por encima del máximo normal local para la estación puede producir decoloración. Si bien la mayoría de las especies de coral son susceptibles a la decoloración, su tolerancia térmica varía. Muchos de los corales que sufren estrés térmico o decoloración mueren posteriormente a causa de enfermedades propias del coral.

36. La decoloración del coral era un fenómeno relativamente desconocido hasta comienzos de la década de 1980, cuando tuvo lugar una serie de episodios locales de decoloración, principalmente en las regiones del Pacífico oriental tropical y el Gran Caribe. La subida de las temperaturas ha acelerado la decoloración y la mortandad en los últimos 25 años. Las elevadas temperaturas de los océanos en 1998 y 2005 causaron gran mortandad entre muchos arrecifes de coral, con pocas señales de recuperación. El análisis mundial indica que esta amenaza tan extendida ha dañado considerablemente la mayoría de los arrecifes de coral de todo el mundo y, en los casos en que se han recuperado, la mejora ha sido más pronunciada entre los que estaban muy protegidos de las presiones humanas. No obstante, si se comparan los episodios recientes de estrés térmico, que cada vez son más frecuentes, con el lento

ritmo de recuperación de la mayoría de los arrecifes, se deduce que la degradación causada por el cambio de la temperatura es más rápida que la recuperación. Los efectos adversos de la decoloración de los corales son más importantes porque se suman a la degradación que sufren por causa de la pesca destructiva, la contaminación, el aumento de la turbidez (que restringe la penetración de la luz solar hasta los corales y, por tanto, reduce la productividad de las algas simbióticas), y otras actividades humanas, además de la elevación del nivel del mar y la acidificación de los océanos.

37. La pérdida de arrecifes de coral puede tener efectos negativos en la pesca y la producción pesquera, la protección de las costas, el ecoturismo y otros usos comunitarios de los arrecifes. Los datos científicos y modelos de que se dispone en la actualidad indican que la mayoría de los arrecifes de coral de las zonas tropicales y subtropicales del mundo, y particularmente los de aguas poco profundas, sufrirán decoloración anual hasta 2050 y, en definitiva, se extinguirán funcionalmente como fuentes de bienes y servicios. Esto tendrá no solo repercusiones profundas en los pequeños Estados insulares en desarrollo y para los pescadores de subsistencia de zonas costeras de latitudes bajas, sino también efectos de importancia local, incluso en las grandes economías, por ejemplo, Australia y la Gran Barrera de Coral, y los Estados Unidos y los cayos de la Florida (caps. 7 y 43).

38. Los arrecifes de coral de aguas frías se han estudiado a fondo solo en fecha reciente, puesto que su ubicación en aguas profundas ha hecho difícil su estudio. Sin embargo, es evidente que su crecimiento se ve limitado tanto por la temperatura como por la disponibilidad de iones de carbonato: no se encuentran en aguas más cálidas que los límites de tolerancia de la especie (con excepción de algunas especies del Mar Rojo) ni crecen por debajo del horizonte de saturación de los carbonatos (la concentración por debajo de la cual los carbonatos se disuelven). Se ha demostrado que la elevación de la temperatura afecta a las comunidades de las profundidades del Mediterráneo. La acidificación del mar es otra amenaza omnipresente para muchas especies de corales. Puesto que el estado de saturación de los carbonatos en el agua de mar depende de la temperatura, es mucho más bajo en aguas frías y, por esa razón, los arrecifes de coral de aguas frías están mucho más cerca del horizonte de saturación. A medida que avance la acidificación del mar, el horizonte de saturación se volverá más superficial, lo que expondrá a los corales de aguas frías a condiciones de saturación insuficiente. Los arrecifes de coral de aguas frías, los montes de carbona-

to y los jardines sustentan una comunidad sumamente diversa que incluye una fauna de una biomasa que es órdenes de magnitud superior a la de los fondos marinos circundantes. Además de esta comunidad estrechamente asociada, los corales de aguas frías también son importantes zonas de desove, cría, apareamiento y alimentación de una multitud de peces e invertebrados. Si sufren daños, esos daños tendrán repercusiones de largo alcance (cap. 42).

## G. Distribución de las poblaciones de peces

39. A medida que se eleva la temperatura del agua, cambia la distribución de muchas poblaciones de peces y de las pesquerías que dependen de ellas. Aunque en general las poblaciones tienden a moverse hacia los polos y hacia mayores profundidades para permanecer en aguas que satisfagan sus preferencias térmicas, el panorama no es uniforme en absoluto y no todas las especies experimentan esos cambios al mismo tiempo. Al subir la temperatura del agua también se acelera el metabolismo y, en algunos casos, puede suceder que se extienda la zona de distribución y aumente la productividad de algunas poblaciones.

40. Como ya se indicó, los modelos climáticos mundiales prevén que el calentamiento causará la desoxigenación y la estratificación de las aguas oceánicas profundas. Esto afectará negativamente tanto a los ecosistemas bentónicos (fondos marinos) como a los pelágicos (columna de agua). En el Pacífico septentrional, se ha observado que la disminución de las concentraciones de oxígeno en el agua de profundidades intermedias está correlacionada con la declinación de 24 especies de peces de ocho familias de profundidades intermedias. Llevado a una mayor escala, esto podría tener considerables efectos ecológicos y biogeoquímicos adversos.

41. Sin embargo, los cambios en la distribución de las poblaciones de peces son a menudo el resultado de una combinación compleja de causas. La reducción de esas poblaciones suele deberse a la pesca excesiva, y con frecuencia es difícil distinguir entre los efectos del cambio climático y la pesca excesiva. Esto es verdad, por ejemplo, de los casos de desaparición del bacalao de Grand Banks, frente a las costas del Canadá, y su sustitución por especies de crustáceos, tales como la langosta, y de la declinación del bacalao del Mar del Norte y el aumento del bacalao en el Mar de Barents.

42. En los trópicos, la pesca en pequeña escala es muy importante como fuente de alimentos para el consumo

humano y de ingresos. Un número considerable de mujeres trabajan en la pesca en pequeña escala y muchos pueblos indígenas y sus comunidades dependen de ese tipo de pesca. La mayoría de quienes recurren a la pesca en pequeña escala viven en países en desarrollo, tienen bajos ingresos y a menudo dependen del trabajo informal.

43. Los peces de arrecife constituyen gran parte de las capturas de esta pesca en pequeña escala, en particular en el Océano Pacífico. Además de responder directamente a los cambios de temperatura del mar descritos más arriba, la abundancia de los peces de arrecife depende de la condición y las dimensiones de los arrecifes de coral que habitan. La abundancia puede duplicarse y aumentar hasta 10 veces a lo largo del tiempo, en función, en gran medida, de la pérdida y recuperación subsiguiente de los hábitats de los arrecifes de coral después de tormentas y episodios de decoloración. La pesca en pequeña escala suele ser más vulnerable a los efectos del cambio climático y enfrentar una mayor incertidumbre que la pesca en gran escala, ya que tiene menos oportunidades de redespliegue a nuevas pesquerías.

44. Con el desplazamiento de las actividades pesqueras a nuevas zonas en busca de las poblaciones de peces que cambian de hábitat, pueden producirse efectos secundarios en los ecosistemas. Por ejemplo, como resultado de la reducción de la cubierta de hielo marino del Ártico puede suceder que zonas no explotadas anteriormente se abran a la pesca ordinaria y la pesca de arrastre de fondo, con la consiguiente captura incidental de especies que probablemente nunca se habían visto hasta ahora sometidas a esa presión.

45. En consecuencia, los cambios de los ecosistemas se registran a diferentes velocidades, desde casi nula hasta muy rápida. La investigación de esos efectos no es sistemática y ha dado resultados diversos, pero, como el clima oceánico sigue cambiando, esas consideraciones suscitan una preocupación cada vez mayor en cuanto a la producción de alimentos. La mayor incertidumbre con respecto a la pesca crea inquietudes sociales, económicas y de seguridad alimentaria, que complican la ordenación sostenible.

## H. Productividad de crustáceos y moluscos

46. Los crustáceos y moluscos son particularmente susceptibles a la disminución de la cantidad de iones de carbonato disueltos en el agua que los rodea porque eso les impide formar sus caparazones de carbonato

de calcio. En partes del Pacífico septentrional, donde se producen corrientes ascendentes estacionales de agua de pH bajo, ya se han observado los efectos sobre la formación y el crecimiento de los caparzones de especies de crustáceos y moluscos. Esto ha obligado a adoptar medidas de adaptación para reducir al mínimo esos efectos en la acuicultura industrial de mariscos. Cabe prever que, a medida que el pH oceánico y las concentraciones de iones de carbonato disueltos sigan disminuyendo en general, se producirán cambios de mayor alcance en los ecosistemas y, por consiguiente, en las industrias que dependen de los crustáceos y moluscos silvestres. La acidificación del mar no se distribuye de manera uniforme, de modo que los efectos tampoco serán uniformes en todas partes y habrá considerables variaciones en escalas espaciales pequeñas. Además, la estratificación puede hacer que las concentraciones de oxígeno disueltos en las aguas del fondo no sean suficientes para la vida de crustáceos y moluscos, reduciendo así su productividad.

47. Además, los cambios de la temperatura, la salinidad y otras propiedades oceánicas también modificarán, para mejor o para peor, la distribución y la productividad de los crustáceos y moluscos en diferentes zonas. Al igual que en el caso de la pesca, el curso que seguirán esos cambios es muy incierto y podrían perturbar las actividades actuales de pesca y acuicultura de mariscos (cap. 11).

48. La elevación de la temperatura del agua de mar, sumada a las altas concentraciones de nutrientes, es una de las causas a las que se ha atribuido el aumento de los fenómenos tóxicos asociados con las floraciones de ciertas especies de fitoplancton. Esos fenómenos de toxicidad incluyen casos de intoxicación paralizante por crustáceos y moluscos de personas que consumen mariscos infectados. La intoxicación suele producir síntomas muy rápidamente (en un plazo de 30 minutos), que pueden incluir parálisis de brazos y piernas, pérdida de coordinación motriz y habla incoherente, y, muchas veces, causar la muerte. En los últimos tres decenios se ha observado un aumento de la frecuencia de esas floraciones tóxicas de fitoplancton, en particular en las aguas de las costas occidental y oriental del Atlántico Norte (cap. 20).

## I. Eutrofización

49. Las descargas excesivas de nutrientes antropógenos, en particular nitratos, que llegan al mar desde la costa, o transportados por la atmósfera, causan eutrofización. La disponibilidad de altas concentraciones de nutrientes, en particular compuestos de nitrógeno,

puede dar lugar a floraciones de algas, que se producen cuando hay suficiente luz solar para permitir la fotosíntesis por las algas. Finalmente, los nutrientes se agotan y la desintegración de las algas elimina el oxígeno del agua al descomponerse las algas muertas por acción de las bacterias. El aumento de la estratificación resultante del cambio climático puede agravar esos problemas. La descomposición de las algas también puede intensificar la acidificación local. Además, puede suceder que las corrientes ascendentes de agua rica en nutrientes, bajo la presión de las corrientes oceánicas, generen zonas hipóxicas, o incluso zonas muertas (zonas anóxicas). Este fenómeno puede agravar los problemas de eutrofización costera en los puntos donde se producen esas corrientes ascendentes (*ibid.*).

## J. Inundaciones y erosión costeras

50. La elevación del nivel del mar, que se debe al calentamiento de los océanos y la fusión del hielo terrestre, constituye una amenaza grave para los sistemas costeros y las tierras bajas de todo el mundo a causa de las inundaciones, la erosión del litoral y la contaminación de las reservas de agua dulce y los cultivos alimenticios. Dado que son consecuencia de condiciones que ya existen, esos efectos son, en gran medida, inevitables y, si no se emprenden actividades de mitigación y adaptación, podrían resultar devastadores. Comunidades enteras en las islas de tierras bajas (Kiribati, Maldivas y Tuvalu) no tienen dónde refugiarse. Muchas regiones costeras, particularmente algunos deltas bajos, están muy densamente poblados. Se calcula que más de 150 millones de personas viven en tierras cuya altitud está a no más de 1 m por encima del nivel actual de la pleamar y que 250 millones viven a altitudes que están a no más de 5 m por encima de ese nivel. Debido a su gran densidad de población, las ciudades costeras son particularmente vulnerables a la elevación del nivel del mar y otros efectos del cambio climático, como la modificación del régimen de las tormentas. La elevación del nivel del mar también puede dar lugar a la erosión adicional de las costas, cuando el mar rebasa las actuales defensas o cuando las costas sufren tormentas con mayor frecuencia (caps. 5, 7, 26 y 44).

## K. Pérdida de hielo marino en latitudes altas y efectos asociados

51. Los ecosistemas cubiertos de hielo de latitudes altas albergan una diversidad biológica de importancia mundial. Por sus dimensiones y carácter, esos ecosis-

temas son fundamentales para el equilibrio biológico, químico y físico de la biosfera. La biodiversidad de esos sistemas se ha adaptado de forma notable para sobrevivir en condiciones climáticas tanto extremadamente frías como muy variables. Los mares de latitudes altas presentan una productividad biológica relativamente baja y las comunidades de algas del hielo, privativas de esas latitudes, desempeñan una función particularmente importante en la dinámica de sistemas.

52. Se calcula que las algas del hielo son responsables de más del 50% de la producción primaria en el Ártico central, que está cubierto de hielo permanentemente. A medida que disminuye la cubierta de hielo marino, podría reducirse esta productividad y volverse más abundantes las especies de aguas abiertas. Los ecosistemas de latitudes altas están experimentando cambios a un ritmo más rápido que los de otros lugares del planeta. En los últimos 100 años, las temperaturas medias del Ártico han subido a un ritmo casi dos veces más rápido que el promedio mundial. La reducción del hielo marino, y especialmente el paso a hielo marino de menos años, afectará a una amplia diversidad de especies en esas aguas, en particular las que dependen del hielo marino para reproducirse, descansar y alimentarse.

53. En el hemisferio austral, el kril antártico (*Euphausia superba*) es una especie esencial, pues es la presa preferida de numerosos depredadores, incluidos muchos peces, aves marinas, focas y ballenas. Dado que la abundancia del kril está estrechamente vinculada a la abundancia del hielo marino y sus algas del hielo en el invierno anterior (más hielo marino, más kril), es probable que todo cambio en la extensión del hielo marino acarree cambios en las redes alimentarias de las aguas antárticas. A medida que el agua se calienta y disminuye el área estacional del hielo marino, es probable que también disminuya la abundancia del kril y aumente en cambio la abundancia de especies de aguas menos frías, como los sálpidos (*Salpa fusiformis*). Aunque la alimentación de muchos de los depredadores puede pasar del kril a los sálpidos, la calidad nutritiva de estos es muy inferior a la del kril. Por consiguiente, el paso en el Océano Austral de las comunidades dominadas por el hielo marino a las comunidades de aguas abiertas puede tener efectos adversos en muchas especies marinas para las cuales el kril es un componente importante de su alimentación (caps. 36 G, 36 H y 46).

54. Aunque por ahora el número de barcos que navegan las aguas del Ártico es reducido, durante los últimos diez años ha ido en aumento. El retroceso del

hielo polar como resultado del calentamiento relacionado con el cambio climático significa que cada vez habrá más posibilidades de tráfico marítimo entre el Océano Atlántico y el Océano Pacífico, al norte de los continentes americano y eurásico, durante el verano. La circulación de especies entre los océanos Pacífico y Atlántico demuestra la escala de la posible repercusión. Las rutas que atraviesan el Océano Ártico son más cortas y pueden resultar más económicas que las utilizadas en la actualidad (se ha sugerido que quizá se consigan ahorros del 20% al 25%). El aumento de la navegación conlleva un mayor riesgo de contaminación crónica marina y contaminación aguda causada por desastres y la posible introducción de especies no autóctonas a través de las incrustaciones en el casco y la descarga de agua de lastre. El ritmo, muy lento, al que las bacterias pueden descomponer el petróleo derramado en condiciones polares y la lentitud de la recuperación, en general, de los ecosistemas polares, implican que los daños causados por dicha contaminación serían muy graves. Además, la infraestructura de respuesta y limpieza presente en otras cuencas oceánicas no existe hoy día en el Océano Ártico, lo que dificultaría la respuesta a estos tipos de contaminación desde el punto de vista logístico. En vista de esos factores, los problemas serían mucho más graves. Con el tiempo, el aumento del tráfico de transporte comercial en el Océano Ártico y el ruido que genera podrían causar el desplazamiento de animales, incluidos los mamíferos marinos, de hábitats de gran importancia (cap. 17).

## L. Riesgos para las comunicaciones

55. Los cables submarinos siempre han estado expuestos a roturas debidas al desprendimiento de tierras submarinas, sobre todo al borde de la plataforma continental. A medida que la distribución y la intensidad de los ciclones, huracanes y tifones cambien, según se prevé, de acuerdo con distintos supuestos en cuanto al cambio climático, zonas submarinas que han sido estables hasta ahora podrían volverse menos estables bajo los efectos de las tormentas. Esto podría dar lugar a una mayor incidencia de deslizamientos de tierra submarinos, con los consiguientes daños a los cables. Dada la creciente dependencia del comercio mundial de la transferencia digital de datos, esas roturas de cables submarinos, que se suman a las debidas a otras causas, como las anclas de los buques y la pesca de arrastre de fondo, podrían retrasar o interrumpir comunicaciones vitales para el comercio (cap. 19).

## IV. Conclusión

56. La mayor amenaza que se cierne sobre los océanos proviene de la incapacidad para abordar con rapidez los múltiples problemas que se describen más arriba. Muchas partes de los océanos, incluidas algunas zonas situadas fuera de la jurisdicción nacional, se han visto gravemente degradadas. Si no se encararan esos problemas, se corre un grave peligro de que se combinen para producir un ciclo destructivo de degradación en el cual los océanos ya no puedan ofrecer muchos de los beneficios de los que ahora disfruta el género humano.





Crédito de la foto: Mathieu Poutiquié Biosphoto

