



## CAPÍTULO 3

# PATRIMONIO NATURAL DE LA TIERRA

### **Autores principales:**

Bastian Bertzky, Monika Bertzky  
y Graeme L. Worboys

### **Autor de apoyo:**

Lawrence S. Hamilton

### **CONTENIDO**

- Introducción
- Procesos naturales de la Tierra
- Geodiversidad
- Biodiversidad
- Áreas protegidas como salvaguardas para el patrimonio natural de la Tierra
- Prioridades mundiales de conservación de la biodiversidad
- Introducción al manejo ecosistémico
- Conclusión
- Referencias



Convention on  
Biological Diversity

## AUTORES PRINCIPALES

**BASTIAN BERTZKY** es investigador postdoctoral de la Comisión Europea, Centro Común de Investigación, Italia, y miembro de la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMAP) de la UICN.

**MONIKA BERTZKY** es consultora independiente con sede en Italia y miembro de la CMAP de la UICN.

**GRAEME L. WORBOYS** es co-vicepresidente de Conservación de la Conectividad y Montañas en la CMAP de la UICN, y becario adjunto en la Escuela Fenner, Universidad Nacional de Australia.

## AUTOR DE APOYO

**LAWRENCE S. HAMILTON** es miembro honorario de la UICN, asesor principal de la CMAP de la UICN y miembro del Grupo Ejecutivo de Especialistas en Conservación de la Conectividad y Montañas de la CMAP.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Guy Castley y a dos revisores anónimos por sus valiosos comentarios de revisión, así como a las siguientes personas y organizaciones por sus contribuciones a este capítulo: Clinton Jenkins, Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Brasil; Naomi Kingston y Diego Juffe-Bignoli, Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (CMMC-PNUMA); Christelle Perruchoud, UICN; Yichuan Shi, UICN y CMMC-PNUMA; y Javier Martínez-López, Comisión Europea, Centro Común de Investigación.

## CITACIÓN

Bertzky, B.; Bertzky, M.; Worboys, G.L. y Hamilton, L.S. (2019). Earth's natural heritage. En G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary y I. Pulsford (eds.). *Gobernanza y gestión de áreas protegidas*, pp. 43-80. Bogotá: Editorial Universidad El Bosque y ANU Press.

## FOTOGRAFÍA DE LA PÁGINA DEL TÍTULO

**Jirafa (*Giraffa camelopardalis*), Parque Nacional Kruger, Sudáfrica. La jirafa es el animal terrestre más alto del mundo, de pie mide de cinco a seis metros, y tiene un inconfundible cuello y patas largas. Este animal es nativo de las sabanas áridas africanas y bosques abiertos, y puede ramonear más alto que ningún otro mamífero. Es una especie notable y parte del rico patrimonio natural de la Tierra.**

Fuente: Graeme L. Worboys



## Introducción

La Tierra es un lugar muy especial. Puede parecer grande, quizás incluso de un tamaño infinito, pero al ver las imágenes capturadas por robots remotos en Marte a principios del siglo XXI, puede apreciarse rápidamente cómo la Tierra es solo un punto brillante en una vasta extensión del espacio. Desde Marte, la Tierra se ve empuñecida por la inmensidad de la Vía Láctea y el Universo distante; imágenes como estas son las que nos ayudan a entender que la Tierra es realmente un arca finita de la vida. La Tierra alberga maravillas naturales extraordinarias, formadas por más de cuatro mil quinientos millones de años de cambios geológicos y evolutivos. Es un mundo dinámico que muestra no solo acontecimientos geológicos impresionantes, sino también turbulencias oceánicas y atmosféricas, el avance inexorable de las fuerzas de la meteorización, y la erosión y el desarrollo de accidentes geográficos; asimismo, alberga un conjunto extraordinariamente rico de formas de vida con su propia dinámica de adaptación, evolución y contribuciones críticas a un planeta sano y habitable.

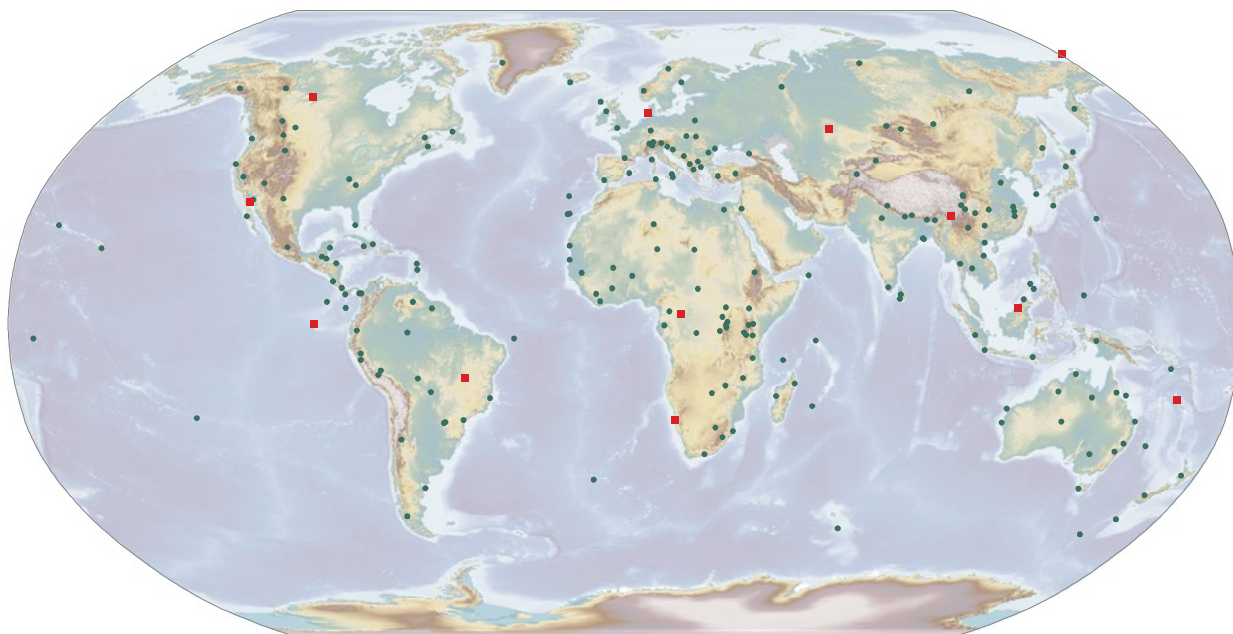
Por todas estas razones, la Tierra es un planeta único. Es crucial para los seres humanos y todas las otras especies en la Tierra que sus valores intrínsecos sean comprendidos y respetados, y sus sistemas de soporte vital estén protegidos y conservados. Asegurar el patrimonio natural de la Tierra refuerza el papel y la importancia de las áreas protegidas y las prácticas de conservación en la Tierra a escala mundial. Estas áreas y tales acciones ayudan a conservar no solo el patrimonio natural de la Tierra, sino también hábitats, especies y procesos ecosistémicos esenciales que ayudan a sustentar la vida. La influencia moderadora proporcionada por la protección y la conservación es esencial, en particular si se considera que la población humana en aumento tiene una capacidad voraz de consumir y alterar los recursos naturales a un ritmo que amenaza los sistemas planetarios de soporte vital (MEA, 2005).

Para los profesionales encargados de la gestión de las áreas protegidas es imperativo tener una comprensión amplia de los valores naturales intrínsecos de nuestro planeta. En este capítulo ofrecemos esta visión general y describimos algunos de los procesos naturales de la Tierra, su geodiversidad y biodiversidad excepcionales. Luego presentamos brevemente, a escala global, los impactos que a comienzos del siglo XXI están generando los seres humanos sobre el patrimonio natural de la Tierra. Esto ayuda a enfatizar por qué se necesitan áreas protegidas de todo tipo, incluidas las áreas gubernamentales, no gubernamentales y privadas, al igual que los Territorios y Áreas Conservados por Pueblos Indígenas y Comunidades Locales (TICCA); a su vez, esto ayuda a entender por qué son tan críticos los esfuerzos de

cada administrador o guardaparque que trabaja para apoyar su área protegida local o el sistema de áreas protegidas. En esencia, la suma total de estos esfuerzos de conservación individuales y locales es lo que contribuye a que la vida en la Tierra se mantenga.

Este capítulo también ofrece un contexto ecorregional para estas contribuciones individuales de conservación. Asimismo, enfatiza la manera en que los esfuerzos de conservación y protección de cada uno de los profesionales de áreas protegidas, de cada organización de área protegida y de cada nación, son en efecto parte de un esfuerzo global mucho mayor en pro de conservar la diversidad de la vida. Los administradores de parques y guardaparques de todo el mundo se esfuerzan por conservar especies icónicas y amenazadas, al tiempo que mejoran la viabilidad de las poblaciones protegidas. Por ejemplo, esto podría incluir administradores de áreas protegidas en Australia que ayudan a conservar el koala (*Phascolarctos cinereus*) y el canguro (*Macropus spp.*); sus homólogos de la India y Nepal que conservan el tigre (*Panthera tigris*) y el rinoceronte (*Rhinoceros unicornis*); en África, el elefante (*Loxodonta africana*) y el león (*Panthera leo*); y en Norteamérica, el oso pardo (*Ursus arctos*) y el bisonte (*bison bison*), y así sucesivamente. El punto clave aquí es que se trata de un mundo finito y la conservación de la biodiversidad se beneficia de una gran cantidad de trabajo profesional relacionado con las áreas protegidas. En el caso de muchos empleados y organizaciones también existe una colaboración transfronteriza con el fin de ayudar a conservar los hábitats de las especies migratorias internacionales.

Además del texto principal, este capítulo incluye breves descripciones de doce sitios de patrimonio mundial para ejemplificar aspectos del excepcional patrimonio natural de la Tierra. Los estudios de caso representan los principales fenómenos naturales y tipos de ecosistemas en los ambientes terrestres, dulceacuícolas y marinos (Figura 3.1). La Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, adoptada en 1972, busca fomentar la identificación y protección del patrimonio cultural y natural de “valor universal excepcional”. A comienzos del siglo XXI, la Convención cuenta con una adopción casi universal entre las naciones del mundo, y en 2014 incluía 222 de las áreas protegidas más grandes del mundo en su prestigiosa Lista del Patrimonio Mundial. En conjunto, los 222 bienes naturales y mixtos (naturales y culturales) abarcan el 7% del total registrado de áreas protegidas terrestres y el 19% del total registrado de áreas protegidas marinas (IUCN, 2013a), lo cual representa una amplia gama de categorías de gestión y tipos de gobernanza de áreas protegidas.



**Figura 3.1** Distribución de los 222 sitios naturales y mixtos del patrimonio mundial, y ubicaciones de los estudios de caso (marcas rojas)

Fuente: IUCN y UNEP-WCMC, 2014

## Procesos naturales de la Tierra

Las áreas protegidas ayudan a conservar la naturaleza, pero las fuerzas de la misma afectan directamente a dichas áreas y la manera en que se administran. Existe la expectativa básica de que los administradores de áreas protegidas están muy bien informados sobre cómo la naturaleza, en todas sus manifestaciones dinámicas, puede interactuar y afectar su área de responsabilidad. Comprender e interpretar cuándo está funcionando la naturaleza y cuándo no mejora la toma de decisiones y la implementación de intervenciones humanas correctivas.

## Procesos geológicos

La corteza terrestre es la capa externa fría y quebradiza que incluye la corteza oceánica y la corteza continental, y se le conoce colectivamente como la litosfera. Existen siete placas tectónicas principales que se mueven constantemente y cubren la mayoría de esta litosfera. Dicho movimiento es poco perceptible si se analiza año tras año, pero se manifiesta claramente sobre el tiempo geológico; de hecho, este movimiento dio lugar a la distribución continental actual. Los efectos localizados de una litosfera dinámica pueden observarse en varios lugares de todo el mundo. Los fenómenos geológicos como la expansión del suelo marino, el movimiento de las placas oceánicas, incluidos los movimientos descendentes por debajo de los continentes (subducción), la formación de montañas, el volcanismo, los terremotos, la erosión, la disolución y la formación de depósitos son procesos que afectan la corteza terrestre. Si bien estos procesos se producen a lo



**Parque Nacional de Sagarmatha (Monte Everest), paisaje Patrimonio Mundial y lugar de antiguas prácticas de conservación**

Fuente: Ashish Kothari

largo de períodos geológicos, las áreas protegidas pueden verse afectadas directamente por ellos de vez en cuando, y en especial por los terremotos, el volcanismo, la meteorización y la erosión. Es primordial que los administradores responsables de estas áreas entiendan las causas subyacentes de estos eventos para estar preparados frente a los posibles efectos e incidentes geológicos.

Muchas áreas protegidas famosas ayudan a conservar las evidencias geológicas del dinamismo de la corteza terrestre (véase el Capítulo 18). Ejemplos sobresalientes de los efectos de estos procesos geológicos son, para las montañas, el Monte Everest y las Dolomitas; para el carst, las inmensas cavernas en el Parque Nacional Phong Nha-Ke Bang en Vietnam; para las cascadas grandes e imponentes, el salto Yosemite en Estados Unidos; y para el volcanismo, los volcanes activos en la península de Kamchatka, Rusia.

## Estudio de caso 3.1 Islas Galápagos, Ecuador: patrimonio mundial desde 1978

**Reino biogeográfico: neotropical; bioma: desiertos y matorrales xerófilos.**

Las Islas Galápagos, un archipiélago de 127 rocas, islotes e islas volcánicas situadas a unos mil kilómetros de la costa ecuatoriana en el Océano Pacífico, cubren más de 140.600 kilómetros cuadrados de tierra y océano. La diferencia de edad entre las islas más jóvenes en el oeste y las más antiguas en el este revela pistas sobre los procesos geológicos y volcánicos en curso. Las Islas Galápagos se encuentran en la unión de tres grandes placas tectónicas, lo que conduce a una constante actividad sísmica. De hecho, las dos islas más jóvenes, Isabela y Fernandina, todavía están en formación.

Charles Darwin fue el primero en dar a conocer la extraordinaria biodiversidad en las Islas Galápagos. El proceso evolutivo de radiación adaptativa puede observarse no solo en el archipiélago aislado en comparación con el continente, sino también de una isla a la otra. Es posible que

los pinzones de Darwin sean el ejemplo más conocido de este proceso en el mundo, pero no es el único. Asimismo, se ha demostrado que los sinsontes, las iguanas marinas, los caracoles terrestres, los cormoranes de las Galápagos, las tortugas gigantes y varios grupos de plantas e insectos demuestran especializaciones evolutivas similares, por lo que los niveles de endemismo son elevados.

El mar que rodea las islas está bien protegido en la Reserva Marina de Galápagos y la biodiversidad en estas aguas es tan impresionante como en la tierra. Aquí confluyen tres corrientes oceánicas, lo cual apoya el hecho de que se considere uno de los ecosistemas marinos más ricos del mundo. Hasta la fecha, se han registrado más de dos mil novecientas especies marinas, con niveles de endemismo superiores al 18%. Como consecuencia de todo lo anterior, las Islas Galápagos son también conocidas como un museo viviente y una vitrina de la evolución.

Fuente: adaptado de UNESCO (2014)

Para los administradores de muchas de estas áreas, la probabilidad de tales eventos geológicos puede ser pequeña, pero en otras es un riesgo siempre presente. Por ejemplo, en las Islas Galápagos de Ecuador, declaradas Patrimonio Mundial (Estudio de caso 3.1), se encuentran en la placa de más rápido movimiento en la Tierra, la Placa Tectónica de Nazca. Esta placa se mueve al este y al sur hacia Sudamérica, y se ha movido sobre una pluma térmica estacionaria volcánica, lo cual ha provocado frecuentes erupciones volcánicas (Constant, 2004). Estas erupciones volcánicas (durante un período considerable) formaron un archipiélago de islas, con las más jóvenes en la pluma térmica (o *hotspot*) y las más antiguas, reubicadas por movimientos tectónicos de placas, más cerca del continente sudamericano. La sucesión primaria de islas cada vez más jóvenes, al igual que el aislamiento y la adaptación de las especies ayudó a que uno de los más grandes naturalistas del mundo, Charles Darwin, formulara su teoría de la selección natural como una explicación para la evolución.

### Clima

A menudo tomamos la atmósfera de la Tierra por sentado y asumimos que ha sido y será siempre la misma. Pero hacemos esta suposición a nuestro propio riesgo, pues la atmósfera es finita, dinámica y ha cambiado sustancialmente en los cuatro mil quinientos millones de años de la historia de la Tierra. Lo más importante es que los seres humanos entiendan que es la vida en la Tierra la que en realidad ha creado las condiciones adecuadas para todas las formas de vida que dependen del oxígeno. El oxígeno en nuestra atmósfera, el oxígeno que respiramos, ha sido producido por organismos vivos y este oxígeno es el que continúa siendo mantenido por la vida en la Tierra.



**Isla Bartolomé, Islas Galápagos, sitio patrimonio mundial, Ecuador**

Fuente: Biblioteca de fotos de la UICN © Imène Meliane

### Composición atmosférica

En el siglo XXI, la atmósfera está dominada por nitrógeno (cerca del 78 %), oxígeno (cerca del 21 %) y argón (cerca del 1 %), con otros gases como dióxido de carbono y vapor de agua, además de polvo y partículas de humo. Sin embargo, el oxígeno no estaba presente en la Tierra primitiva. Hace aproximadamente tres mil ochocientos millones de años, la atmósfera temprana del planeta fue establecida por una intensa actividad volcánica y la liberación de nitrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua, amoníaco, metano y cantidades más pequeñas de otros gases. No había oxígeno



atmosférico, pero el agua proveniente de la salida de vapor de los volcanes ayudó a formar los océanos primigenios en la Tierra (Palmer, 2009).

Los organismos vivos, como las algas verde-azuladas, utilizaban el sol, el dióxido de carbono y el agua de la Tierra primigenia para producir carbohidratos, y lo que es más importante, el oxígeno como producto de desecho (Biello, 2009). Los niveles de oxígeno se acumularon gradualmente en la atmósfera, con fluctuaciones en el tiempo, lo cual apoyó la evolución de la vida. En algunos momentos críticos no ha habido suficiente oxígeno. Por ejemplo, durante el período Pérmico-Triásico, hace unos 252 millones de años, se produjeron cambios repentinos y dramáticos en la composición de la atmósfera de la Tierra y se produjo un evento de extinción masiva. Durante este tiempo hubo una intensa actividad volcánica y la expulsión asociada de dióxido de azufre y de vapor de agua en las escaleras siberianas, y el oxígeno se hizo muy escaso en los océanos, con la extinción de la mayoría de las especies marinas y de muchas especies terrestres de plantas y animales (McNamara, 2009).

David Beerling, en su libro *The Emerald Planet* (2007, p. 44), describe el papel del oxígeno atmosférico en los tiempos geológicos más recientes (durante el Fanerozoico) de la siguiente manera: “el contenido de oxígeno atmosférico de la Tierra está íntimamente ligado a la evolución de la vida vegetal [...] Este comienza con la fotosíntesis de las plantas que liberan oxígeno a la atmósfera a medida que fabrican biomasa”.

Afirma que cuando las plantas mueren (marinas o terrestres) “hay una rica cosecha para animales, bacterias y hongos que descomponen sus restos, con consumo de oxígeno en el proceso” (Beerling, 2007, p. 44). No obstante, Beerling (2007, p. 44) también menciona que no todo el material orgánico se descompone y:

que el entierro gradual y continuo de los restos fragmentarios de las plantas en la tierra y en el mar significa que una fracción del oxígeno producido durante su síntesis no puede recuperarse en procesos químicos o biológicos. En su lugar, se acumula libremente, lo cual añade año tras año pequeñas cantidades de oxígeno a nuestra atmósfera.

Luego, procesos geológicos de elevación, meteorización y erosión exponen y degradan estas rocas, lo cual consume oxígeno en el proceso (Beerling, 2007). Durante esta oxidación se restablece el equilibrio del oxígeno en la atmósfera y este proceso controla el contenido de oxígeno en la atmósfera durante el tiempo geológico, aun-

que “el contenido de oxígeno en el aire que respiramos no está fijo en el 21 [por ciento]” (Beerling, 2007, p. 59), este varía.

La composición de la atmósfera es dinámica y los niveles de oxígeno son mantenidos por la vida en la Tierra, así que las actividades humanas como la destrucción del hábitat afectan este equilibrio y los procesos. Las áreas protegidas ayudan a mantener ecosistemas saludables que benefician directamente los niveles de oxígeno en la atmósfera, los procesos ecológicos y la salud de nuestra atmósfera que soporta la vida.

La concentración en la atmósfera del dióxido de carbono, un poderoso gas de efecto invernadero, varía, especialmente en los últimos tiempos, como consecuencia de la actividad humana. Este cambio en la concentración por la contaminación causada por el ser humano tiene serias consecuencias en el clima (véase el Capítulo 17), y la retención y el manejo de las reservas naturales y de los sumideros de carbono es una parte importante de la respuesta humana a esta amenaza. Por ejemplo, las áreas protegidas ayudan a conservar los bosques naturales —el mayor sumidero terrestre de carbono del mundo— para que estos puedan seguir capturando carbono. El mantenimiento de los bosques naturales es una “solución natural” crucial para hacer frente al desafío cada vez mayor del cambio climático en la Tierra (Dudley *et al.*, 2010) (véase el Capítulo 17). Algunos ambientes marinos claves como las praderas marinas también son sumideros de carbono importantes (véase el Capítulo 20). Las áreas protegidas tienen el potencial de ser un elemento clave en nuestros esfuerzos para reducir la contaminación por dióxido de carbono en pro de minimizar los efectos negativos del calentamiento global. Las áreas protegidas también ayudan a reducir el polvo y los contaminantes aéreos, y a lograr una composición química más saludable de la atmósfera.

## Circulación atmosférica

El aire se mueve constantemente, y de una manera simplista la circulación atmosférica puede describirse como el aire caliente en movimiento hacia las latitudes más altas y el aire frío en movimiento hacia los trópicos, aunque por supuesto esto se complica por el efecto de Coriolis y los efectos de la corriente de chorro. Los marineros antiguos aprovechaban los vientos predominantes de la Tierra, de la misma manera en que los cambios estacionales en la dirección del viento anuncian la llegada de los monzones y las lluvias vivificantes requeridas para la agricultura. Tales cambios en las condiciones estacionales del viento también pueden reflejar el inicio de la estación seca.

La circulación atmosférica general influye en el clima experimentado por cualquier área protegida. Esta circulación influye en la naturaleza de las estaciones, en las condiciones

**Tabla 3.1 Los doce diferentes climas de la Tierra**

<b>Climas tropicales lluviosos</b>	
En los climas tropicales lluviosos, las temperaturas anuales promedio son superiores a 18°C, no hay temporada de invierno, la precipitación anual es alta y supera la evaporación anual. Estos incluyen:	
	Climas cálidos con lluvia durante todo el año (la precipitación del mes más seco es > 6 cm)
	Climas cálidos con lluvia de monzón (la precipitación del mes más seco es < 6 cm)
	Climas cálidos con lluvias estacionales, climas de sabana tropical (la precipitación del mes más seco es < 6 cm y la estación seca se desarrolla intensamente)
<b>Climas secos</b>	
En los climas secos, la evaporación supera la precipitación en promedio durante todo el año. Estos climas incluyen:	
	Climas esteparios, caracterizados por pastizales (este es un clima intermedio entre los climas desérticos y climas más húmedos)
	Climas desérticos (son zonas áridas donde la precipitación anual es < 40 cm)
<b>Climas húmedos templados</b>	
Los climas húmedos templados tienen un verano y un invierno, con una temperatura en el mes más frío < 18°C, pero > -3°C, y por lo menos un mes > 10°C. Estos climas incluyen:	
	Climas húmedos templados sin estación seca (la precipitación en el mes más seco es > 3 cm)
	Climas húmedos templados con un invierno seco (en los que el 70% de la precipitación cae en los seis meses más cálidos)
	Climas húmedos templados con un verano seco (en los que el 70 % de la precipitación cae en los seis meses del invierno)
<b>Climas de bosque nevado</b>	
La temperatura promedio del mes más frío es < -3°C y la temperatura promedio del mes más cálido es > 10°C. Estos climas incluyen:	
	Clima de bosque nevado con un invierno húmedo (sin estación seca)
	Clima de bosque nevado con un invierno seco
<b>Climas polares</b>	
La temperatura promedio del mes más cálido es < 10°C y no hay verano verdadero. Estos climas incluyen:	
	Clima de tundra (en el cual la temperatura promedio del mes más cálido es > 0°C pero < 10°C)
	Clima de hielo perpetuo (en el que las temperaturas promedio de todos los meses son < 0°C)

Fuente: Strahler, 2011, pp. 260-262

meteorológicas diarias y en la condición y el cambio en la condición de las especies y sus hábitats. Las mayores temperaturas del aire causadas por el cambio climático pueden resultar en una mayor evaporación, una mayor humedad en la atmósfera, mayores niveles de energía y eventos de tormenta de alta energía más frecuentes en algunas áreas. En otras zonas, estas mayores temperaturas han mejorado la aridez y las sequías. En el mundo del cambio climático en el siglo XXI, la naturaleza de la circulación atmosférica está cambiando, y los administradores de áreas protegidas necesitan comprender las implicaciones de esta dinámica en términos de los eventos meteorológicos que los cambios pueden desencadenar, así como los cambios consecuentes en los entornos naturales de las áreas protegidas de las que son responsables.

## Los climas del mundo

El clima es el patrón promedio del tiempo determinado durante un período temporal muy largo por mediciones tales como temperatura, precipitación, viento y presión

atmosférica. Para cualquier área protegida dada, el clima también estará influenciado por la latitud, la altitud, el terreno, la proximidad a las montañas y la proximidad a grandes cuerpos de agua. Los climas principales del mundo fueron mapeados con el sistema de clasificación climática de Köppen-Geiger, el cual reconoce doce climas distintos para la Tierra (Tabla 3.1)

Los climas de la Tierra cambian. Los meteorólogos utilizan modelos que les permiten predecir cambios en los climas a partir del aumento de las concentraciones de dióxido de carbono, y se han identificado patrones amplios que incluyen mayores temperaturas, más o menos precipitaciones, sequías intensificadas y eventos de tormentas intensas más frecuentes. Estos efectos del cambio climático desafiarán a los administradores de áreas protegidas y su gestión de la conservación de la biodiversidad, ya que estos cambios climáticos pueden traer a su vez cambios en las distribuciones de especies que no pueden abarcarse con los límites estáticos de las áreas protegidas.

## Océanos

Los cinco grandes océanos que cubren más del 70% de la superficie del planeta son una parte considerable de la tierra dinámica. Estos están perpetuamente en movimiento, ya sea por las mareas, la circulación de aguas superficiales, los efectos del viento y las olas, las corrientes locales, las corrientes de aguas profundas, las surgencias u otros procesos. A esto se suman las influencias de tormentas intensas y sus mareas de tempestad asociadas, así como los terremotos y sus posibles fenómenos de maremoto. El nivel del mar relativo también ha cambiado a lo largo del tiempo geológico y estas fluctuaciones han ayudado a formar nuestros ambientes costeros. Por ejemplo, los puntos bajos del nivel del mar en el Pleistoceno y el Holoceno influenciaron el movimiento de los seres humanos fuera de África y la colonización de otros continentes (véase el Capítulo 4). Como resultado del cambio climático causado por el ser humano, el mundo de hoy está presenciando el aumento del nivel del mar debido a la expansión térmica del agua marina y al derretimiento de los glaciares alrededor del mundo; en particular la capa de hielo de Groenlandia y la capa de hielo de la Antártica (IPCC, 2013).

Los mayores niveles de dióxido de carbono en la atmósfera y sus consecuentes aumentos en las temperaturas están afectando tanto a las temperaturas medias de los océanos del mundo como a su acidez (dadas las mayores cantidades de dióxido de carbono disuelto y la formación de un ácido leve). Esto a su vez ha afectado la vida en los océanos, incluido el blanqueamiento de los sistemas de arrecifes de coral y otros impactos de la acidificación como la tasa de calcificación o disolución de organismos marinos como corales, crustáceos y moluscos (véanse los Capítulos 17 y 20).

La tasa reciente de cambios atmosféricos causados por el ser humano ha sido un catalizador para potenciar los fenómenos naturales. El aumento del nivel del mar y una mayor energía en los sistemas de tormentas traerá la transformación de accidentes geográficos costeros que han sido estables al menos ocho mil años, así como la creación de nuevos accidentes geográficos. Esto podría incluir la erosión de los depósitos de arena en las costas tales como playas, espolones arenosos, dunas costeras y sistemas de barrera de dunas; el hundimiento de marismas, humedales, valles poco profundos y deltas; y una erosión más intensa y enérgica de los promontorios y de los sistemas de arrecifes de barrera debido al aumento en la frecuencia de los eventos de tormentas de alta energía (Short y Woodroffe, 2009).

Los administradores de áreas protegidas deben comprender estos procesos marinos dinámicos además de las necesidades de conservación de la biodiversidad marina y costera del mundo. En el futuro, muchas áreas protegidas costeras y marinas sentirán toda la fuerza de la

naturaleza potenciada y afectada por el clima. Poder anticipar y responder a estas situaciones inevitables requerirá que los administradores utilicen la ciencia para integrar su conocimiento de estas fuerzas y de los impactos asociados, junto con su experiencia de las circunstancias locales. Sin duda, estas estrategias también estarán influenciadas por regímenes sociopolíticos variables y actitudes globales frente al cambio climático.

Los administradores también deben anticipar la alta probabilidad de que se presenten respuestas políticas reactivas a los problemas de las áreas protegidas cuando finalmente se reconozcan todos los efectos del cambio climático. Un enemigo que enfrentan los administradores es la respuesta política aparentemente “rápida y sencilla”, ya que tales respuestas son potencialmente dañinas para sus áreas protegidas. El administrador debe anticipar los problemas inevitables y presentar, con mucha antelación, soluciones cuidadosamente consideradas basadas en la ciencia rigurosa. Los administradores deben presentar estos casos de manera clara y constante para tener respuestas adaptativas (véase el Capítulo 17).

## Geodiversidad

La geodiversidad es el término utilizado para describir el componente geológico de la naturaleza abiótica, y Gray (2004, p. 8) lo define como “[el] rango natural (diversidad) de las características geológicas (rocas, minerales, fósiles), geomorfológicas (procesos de los accidentes geográficos) y del suelo. Esto incluye sus ensamblajes, relaciones, propiedades, interpretaciones y sistemas”.

Para los administradores, una parte integral de la conservación de áreas protegidas es tener una comprensión fundamental de la geodiversidad y de conceptos más específicos como geopatrimonio y geoconservación. En este libro se definen todos estos términos (véase el Capítulo 18) y también se presenta la importancia de la geodiversidad como base para la vida y como un determinante clave de la biodiversidad en un área protegida.

La geodiversidad de la Tierra se encuentra en un estado dinámico. Las nuevas rocas se forman a través de procesos plutónicos (debajo de la superficie de la Tierra) y volcánicos (por encima de la superficie de la Tierra), a través del depósito y la compactación sedimentaria, y a través del metamorfismo y efectos metasomáticos. Cuando quedan expuestas en la superficie, estas rocas se ven afectadas no solo por la meteorización física, química y biológica, sino también por la erosión. La erosión puede ser por el agua, el viento y el hielo (glaciación), y la formación subsiguiente de depósitos del material erosionado puede producir depósitos arrastrados por el agua, el viento y los glaciares.



## Estudio de caso 3.2 Parque Nacional Gunung Mulu, Malasia: patrimonio mundial desde 2000

**Reino biogeográfico: bioma indomalayo: bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales.**

Ubicado en la isla de Borneo, el Parque Nacional Gunung Mulu cubre casi quinientos treinta kilómetros cuadrados de terreno e incluye la zona cárstica tropical más estudiada del mundo. Con sus profundos cañones, ríos salvajes, cascadas y montañas cubiertas de selva tropical, la más alta de las cuales alcanza casi 2380 metros, el paisaje de Gunung Mulu tiene una espectacular belleza natural. Además, debajo de su superficie, cuenta con algunas de las cuevas más grandes del mundo. La Cámara de Sarawak, de seiscientos metros de largo, 415 metros de ancho y una altura de ochenta metros, es considerada una de las cámaras de cueva más grandes a de todo el mundo. Aquí puede encontrarse el récord mundial para el pasaje de cueva más grande, al igual que la cueva más larga de Asia. El sitio también es significativo por ser un ejemplo extraordinario de los importantes cambios en la historia de la Tierra. Existen tres formaciones rocosas principales compuestas de esquistos, areniscas y caliza, y sus

depósitos aluviales terrestres, junto con la geomorfología e hidrología subterráneas, revelan información importante sobre la evolución tectónica y climática de Borneo.

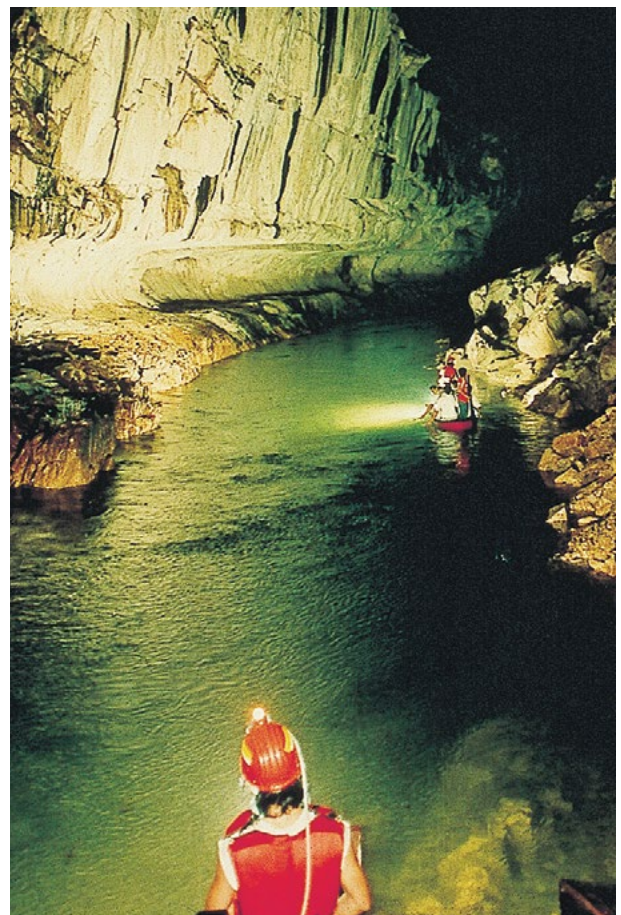
La biodiversidad de Gunung Mulu también es excepcional. Dentro de diecisiete diferentes tipos de vegetación, el sitio cuenta con cerca de tres mil quinientas especies de plantas vasculares, y al albergar 109 especies de palmas, está entre los sitios más ricos de estas plantas en el mundo. Se han identificado más de doscientas especies de fauna troglobia. La Cueva del Ciervo alberga la mayor riqueza de especies de murciélagos registrada en una sola cueva. También es el hogar de una de las colonias más grandes del mundo de murciélagos de cola libre (*Chaerephon plicata*), con más de tres millones de individuos. Otra cueva alberga la colonia de salanganas (*Aerodramus sp.*) más grande del mundo. Muchas especies que se encuentran aquí son endémicas y 41 de ellas se consideran en peligro de extinción.

Fuente: adaptado de UNESCO, 2014

Las erupciones volcánicas producen ceniza, flujos piroclásticos (flujo de cenizas volcánicas ultra-calientes que se desplaza rápidamente hacia abajo) y depósitos de aerosoles. Los raros impactos de meteoritos crean cráteres y potencialmente estructuras en forma de anillo.

El movimiento en masa de material en pendientes pronunciadas puede generar, además de avalanchas de detritos rocosos, el movimiento de suelos y detritos no consolidados, y lahares que se mueven rápidamente (flujos de lodo y rocas saturados de agua). Los derrumbes, los colapsos de acantilados, la solifluxión (movimiento causado por el congelamiento y el derretimiento) y los desplomes en pendientes pronunciadas forman parte de estos procesos dinámicos de la erosión. También se generan nuevos accidentes geográficos. La actividad tectónica puede dar lugar a nuevas estructuras montañosas o cuencas; también puede precipitar deslizamientos de tierra que represen ríos y causar maremotos. Es posible que se formen nuevos volcanes, las áreas geotérmicas con sus géiseres producen depósitos de sínter; los ríos cargados de carbonatos generan travertinos y depósitos de tufa; y las cascadas y los sistemas de ríos cargados de sedimentos crean diques, islas y deltas. La geodiversidad de la Tierra es realmente rica en procesos naturales dinámicos que los administradores de áreas protegidas deben considerar al planear y administrar el geopatrimonio de su área (Gray, 2004). Es posible que los administradores deban tener en cuenta cierto nivel de detalle técnico, tal como se ilustra en los siguientes ejemplos.

- Tipo de roca: la presencia de serpentinita y otras rocas ultramáficas suele incluir concentraciones elevadas de cromo y níquel que son tóxicas para algunas plantas e influyen en la composición de la vegetación.



**Parque Nacional Gunung Mulu, Borneo, Malasia**

Fuente: Biblioteca de fotos de la UICN © Jim Thorsell

- Conveniencia de los tipos de roca como materiales de caminos y carreteras: la composición química de las diferentes rocas volcánicas y plutónicas, en especial el tipo

de feldespato (un mineral formador de rocas) presente, influye en la conveniencia del tipo de roca como material de construcción de caminos, y si un camino o carretera debe construirse dentro de dicho material parental. Esto también influirá en el costo de construcción del camino.

- Caliza y dolomita cárstica: la necesidad de manejo de las corrientes subterráneas, la fauna troglóbica y la conservación y protección de cuevas, espeleotemas, depósitos subfósiles y valores culturales en cuevas como en el Parque Nacional Gunung Mulu en Malasia, sitio patrimonio mundial, (Estudio de caso 3.2).
- Áreas geotérmicas: la necesidad de abordar el tema de la seguridad de los visitantes en ambientes de barro y agua sobrecalentada, y la rara flora y fauna extremófila.
- Montañas y áreas de acantilados: consideraciones para la seguridad de las personas en caso del posible colapso de acantilados y deslizamientos de tierra.

Los equipos de gestión de áreas protegidas pueden incluir geólogos o geofísicos, o pueden buscar tal experticia para ayudar en la toma de decisiones respecto a varios de estos procesos dinámicos de la Tierra.

## Biodiversidad

La vida en la Tierra es preciosa y tiene un extraordinario desarrollo evolutivo, el cual refleja el comienzo con las formas de vida más simples hace miles de millones de años hasta los últimos seiscientos millones de años. La vida ha sufrido cinco grandes eventos de extinción y puede estar al borde del sexto; el primero en ser causado por los seres humanos (Cuadro 3.1). La vida tiene una inmensa diversidad, desde los polos hasta el ecuador, y de continente a continente. La distribución de plantas, animales y otros organismos no es uniforme y está influenciada por procesos geológicos dinámicos, los climas del mundo, su geodiversidad y su desarrollo evolutivo basado en la geografía. En esta sección presentamos esta rica biodiversidad, incluidas las especies de la Tierra y sus principales hábitats.

Para el establecimiento y gestión de áreas protegidas efectivas es esencial tener al menos un entendimiento básico de las características de la biodiversidad de un área, incluidas las especies y los ecosistemas clave, su estado de conservación y las acciones de conservación requeridas para mantener o mejorar su estado. La información sobre la imposibilidad de reemplazar el área a nivel nacional o mundial respecto a la conservación de características específicas de su biodiversidad, en caso de estar disponible, también puede ayudar a orientar el establecimiento y gestión de áreas protegidas (Ricketts *et al.*, 2005; Langhammer *et al.*, 2007; Le Saout *et al.*, 2013).

## Definición de biodiversidad

Entonces, ¿qué es la biodiversidad? El término “diversidad biológica” o “biodiversidad” se refiere a la variedad de vida en la Tierra. Esto incluye plantas, animales, hongos y microorganismos, la información genética que contienen, los ecosistemas que forman y los procesos ecológicos que los unen a través de múltiples escalas. La biodiversidad está definida en el Artículo 2 del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) de las Naciones Unidas como la “variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (CBD, 1992, p. 3).

Una especie está ampliamente definida como un grupo de organismos con una reserva genética compartida y cerrada (por ejemplo, el panda gigante, *Ailuropoda melanoleuca*, es una especie), aunque la especiación también puede ocurrir sin un aislamiento genético. Los genes guardan la información para desarrollar y mantener las células de un organismo y transmitir esta información a la descendencia. Un hábitat es el ambiente natural en el que vive un organismo particular (por ejemplo, los bosques templados de montaña con densos rodales de bambú en China son el hábitat del panda gigante), y un ecosistema es una comunidad de organismos vivos junto con su entorno no viviente (por ejemplo, un bosque con sus suelos, un lago o un río con su lecho, o un ecosistema de arrecifes de coral con sus aguas circundantes).

## Principales divisiones de las especies

Casi todas las especies dependen directa o indirectamente de la producción primaria a través de la fotosíntesis o quimiosíntesis. Las plantas son organismos multicelulares en el reino taxonómico *Plantae* e incluyen, por ejemplo, todas las plantas con flores (angiospermas), coníferas y otras gimnospermas, helechos y musgos. Al utilizar la energía de la luz (fotosíntesis), la mayoría de las plantas producen oxígeno y compuestos orgánicos tales como carbohidratos a partir de moléculas inorgánicas tales como dióxido de carbono y agua. Las plantas son los principales productores de la mayoría de los ecosistemas terrestres y constituyen la base de la red alimentaria en tales ecosistemas. Las algas y el fitoplancton cumplen la misma función en los ecosistemas marinos y acuáticos. Algunos microorganismos como las bacterias también pueden utilizar la energía liberada por las reacciones químicas (quimiosíntesis) para producir materia orgánica.

**Tabla 3.2 Especies eucariotas descritas y posible número total de especies**

Reino	Número estimado de especies descritas	Número estimado del total de especies
<i>Animalia</i> (animales)	1'424.153	6'836.330
<i>Plantae</i> (plantas)	310.129	390.800
<i>Fungi</i> (hongos)	98.998	1'500.000
Otros eucariotas (por ejemplo, algas)	53.915	> 1'200.500
Total	1'887.195	9'927.630

Fuente: adaptado de Chapman, 2009

Los animales son organismos multicelulares en el reino taxonómico *Animalia* e incluyen, por ejemplo, mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces, insectos, corales y esponjas. Los animales actúan como consumidores en las redes alimentarias terrestres, marinas y acuáticas, y obtienen carbono orgánico al comer a los productores primarios u otros animales. A diferencia de las plantas, la mayoría de los animales son capaces de moverse espontánea y activamente de una manera decidida, al menos en alguna etapa de su vida.

Los hongos forman su propio reino taxonómico (reino *Fungi*), ya que no son ni plantas ni animales, y pueden ser unicelulares (por ejemplo, levaduras) o multicelulares (por ejemplo, setas y champiñones). Estos organismos cumplen un papel esencial en la descomposición de la materia orgánica, y junto con todos los demás organismos, desempeñan un papel importante en el ciclo de nutrientes, el reciclaje y el funcionamiento de los ecosistemas.

## Medición de la biodiversidad

La diversidad biológica se puede medir de muchas maneras (Gaston, 2000; Purvis y Hector, 2000; Groombridge y Jenkins, 2002; Hoekstra *et al.*, 2010). Desde una perspectiva de su “composición”, una de las preguntas más frecuentes es: ¿cuántas especies hay en la Tierra? Las estimaciones globales de especies varían mucho, y en el pasado oscilaban entre tres millones y más de cien millones de especies. Una estimación reciente llega a 9,9 millones de especies eucariotas, es decir “formas de vida superiores”, las cuales tienen un núcleo celular limitado por una membrana, de las cuales se ha descrito el 19% (Chapman, 2009, Tabla 3.2). Otro estudio reciente estima que existen 8,7 millones ( $\pm 1,3$  millones) de especies eucariotas a nivel mundial, de las cuales se ha descrito cerca del 14% (Mora *et al.*, 2011). Es difícil estimar el número de especies procariotas, es decir las que no tienen un núcleo celular limitado por una membrana (por ejemplo, las bacterias), y las estimaciones recientes todavía varían entre diez mil y más de un millón (Chapman, 2009; Mora *et al.*, 2011).

### Cuadro 3.1 El sexto evento de extinción más importante: ¿provocado por los seres humanos?

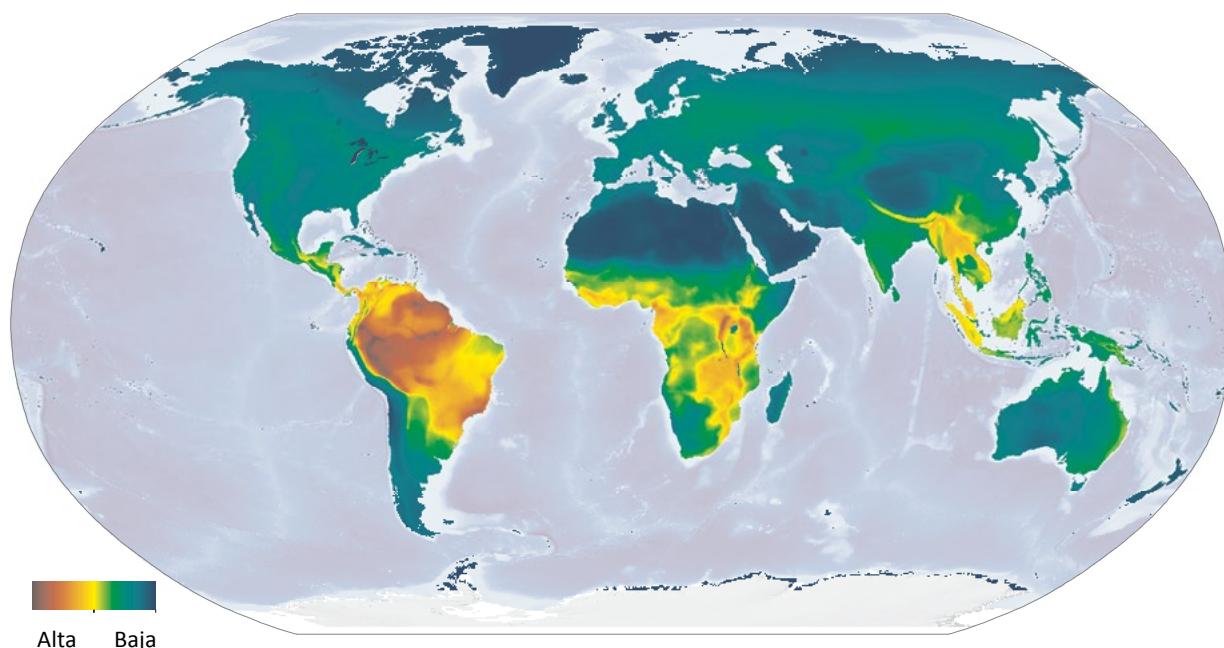
Es probable que el número de especies vivas nunca haya sido mayor que hoy, aunque hasta el 99% de todas las especies que han vivido en nuestro planeta están extintas. La extinción es un proceso natural diseminado que suele ocurrir lentamente y afecta solo un pequeño número de especies durante largos períodos (Barnosky *et al.*, 2011). Sin embargo, como resultado de las actividades humanas, es probable que las poblaciones de muchas especies se extingan en un futuro próximo o se hayan extinguido en épocas prehistóricas e históricas (Barnosky *et al.*, 2011; Dullinger *et al.*, 2013; Duncan *et al.*, 2013).

Debido a diversas causas naturales, en el pasado la Tierra sufrió cinco extinciones en masa, y cada vez perdió más del 75% de todas las especies en un período geológicamente corto (de varios cientos de miles a varios millones de años) (Barnosky *et al.*, 2011). El más famoso de estos es el evento del Cretáceo alrededor de 65 millones de años atrás, con una alta probabilidad de ser provocado por el impacto de un meteorito y el posterior enfriamiento global rápido, el cual dio final a la “edad de los dinosaurios”.

Basándose en las tasas de extinción recientes, que ya son sustancialmente más altas que en los períodos previos a los humanos (Pimm *et al.*, 1995), y el riesgo de extinción de especies existentes que figuran en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (IUCN, 2013b), se ha estimado que la Tierra podría perder de nuevo el 75% de todas las especies dentro de tan solo tres siglos (Barnosky *et al.*, 2011). Esto sugiere que la sexta extinción en masa está en marcha; por primera vez causada por una especie individual: los humanos.

A medida que las sociedades humanas comienzan a responder a la actual crisis de extinción de la biodiversidad, las acciones de conservación –incluidas las medidas de conservación basadas en áreas, como las áreas protegidas– pueden ayudar a prevenir extinciones o reducir el riesgo de extinción de especies y poblaciones (véase, por ejemplo Butchart *et al.*, 2006, 2012). Un caso que sirve como ejemplificación es el de la Alianza para la Cero Extinción (ACE), que está coordinando el trabajo para identificar y proteger los centros de extinción inminente en los que las especies altamente amenazadas están confinadas a sitios únicos (Ricketts *et al.*, 2005, Figura 3.10).





**Figura 3.2 Diversidad mundial de especies de anfibios, aves y mamíferos**

Fuente: modificado de SavingSpecies y Globaia, 2012, a partir de datos proporcionados por la UICN, BirdLife International y NatureServe

Muchas de las especies descritas hasta ahora se consideran amenazadas, es decir que se enfrentan a un mayor riesgo de extinción como resultado de los impactos naturales o derivados del ser humano. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN representa un estándar mundial para evaluar y registrar el estado de conservación de las especies, las amenazas que las afectan y las acciones de conservación que se realizan o que son requeridas (Rodrigues *et al.*, 2006; Mace *et al.*, 2008; Salafsky *et al.*, 2008). A comienzos del siglo XXI, a nivel global, el 41% de los anfibios, el 25% de los mamíferos y el 13% de las aves se consideran “en peligro crítico de extinción”, “en peligro de extinción” o “vulnerables” (IUCN, 2013b). Los grupos de plantas con una alta proporción de especies amenazadas incluyen las cícadas (63%), las coníferas (34%) y las cactáceas (31%) (IUCN, 2013b). Las tasas de extinción recientes se han estimado entre cien y mil veces más altas que en tiempos previos a los humanos (Pimm *et al.*, 1995), lo que ha llevado a sugerir que el sexto evento de extinción más importante en la historia de la Tierra podría estar en marcha (Leakey y Lewin, 1992; Cuadro 3.1).

## Principales divisiones de los ecosistemas

Un ecosistema se define como una comunidad biótica (una asociación de poblaciones de especies que interactúan) y su entorno abiótico (por ejemplo, el clima, el agua, el suelo y la luz solar), y estos ecosistemas pueden estar a varias escalas, con ecosistemas a mayor escala como sinónimo de paisaje terrestre o marino (Sinclair *et al.*, 2006).

La clasificación más básica de los ecosistemas distingue entre terrestres, dulceacuícolas y marinos. Dentro de cada una de estas amplias clases se pueden distinguir varios tipos principales, cada uno caracterizado por comunidades ecológicas y condiciones climáticas bastante similares (por ejemplo, bosques templados y tropicales, montañas, lagos, ríos y arrecifes de coral). Estos tipos de ecosistemas principales (o biomas) se describen en la siguiente sección. Al igual que las especies, los ecosistemas también pueden estar amenazados, y actualmente se está desarrollando una Lista Roja de Ecosistemas Amenazados de la UICN (Rodríguez *et al.*, 2011).

Todos los ecosistemas en conjunto conforman la biosfera del mundo, es decir, todos los lugares desde la cima de la atmósfera hasta el fondo del océano, e incluso las rocas y los suelos de la Tierra que están ocupados por organismos vivos. La biosfera es un sistema intrínsecamente interconectado, y en última instancia establece las reglas para la supervivencia de especies de todo tipo, incluidos los seres humanos (White, 2003). La biosfera ha evolucionado a lo largo de miles de millones de años en interacción con el medio ambiente inerte (atmósfera, hidrósfera y litosfera), y esto ha determinado la distribución natural de la biodiversidad en la Tierra.

Tabla 3.3 Algunos sistemas de clasificación biogeográfica para las áreas terrestres, dulceacuícolas y marinas

Sistema	Descripción	Unidades	Referencias
Ecorregiones terrestres del mundo (terrestrial ecoregions of the world, TEOW)	Brinda una clasificación de los ecosistemas terrestres del mundo. Se basa en la revisión de la información existente y el conocimiento experto. Se traslapan con ecorregiones de agua dulce.	Sistema anidado de ocho reinos, catorce biomas y 827 ecorregiones terrestres.	Olson <i>et al.</i> , 2001.
Ecorregiones de agua dulce del mundo (freshwater ecoregions of the world, FEOW)	Brinda una clasificación de los ecosistemas dulceacuícolas del mundo. Se basa en las distribuciones y composiciones de especies de peces de agua dulce y patrones ecológicos y evolutivos importantes. Se traslapan con ecorregiones terrestres.	426 ecorregiones de agua dulce.	Abell <i>et al.</i> , 2008.
Ecorregiones marinas del mundo (marine ecoregions of the world, MEOW)	Brinda una clasificación de las aguas costeras y de plataforma continental del mundo (< 200 m de profundidad). Se basa en la revisión de la información existente y el conocimiento experto de las biotas pelágicas y bentónicas. Se alinea estrechamente con las provincias pelágicas del mundo.	Sistema anidado de doce reinos, 62 provincias y 232 ecorregiones marinas.	Spalding <i>et al.</i> , 2007.
Provincias pelágicas del mundo	Brinda una clasificación de las aguas superficiales fuera de la plataforma continental (< 200 m de profundidad). Se basa en la revisión de la información existente y el conocimiento experto de la biota pelágica. Se alinea de cerca con las ecorregiones marinas del mundo.	Sistema anidado de cuatro reinos, siete biomas y 37 provincias pelágicas.	Spalding <i>et al.</i> , 2012.
Provincias bentónicas de aguas profundas del mundo	Propone provincias biogeográficas globales para el bentos abisal y batial más bajo (> 800 m de profundidad). Se basa en parámetros oceanográficos y datos de localización de especies marinas bentónicas seleccionadas.	El sistema propuesto incluye catorce provincias batiales más bajas (800-3500 m) y catorce abisales (3500-6500 m)	Watling <i>et al.</i> , 2013.

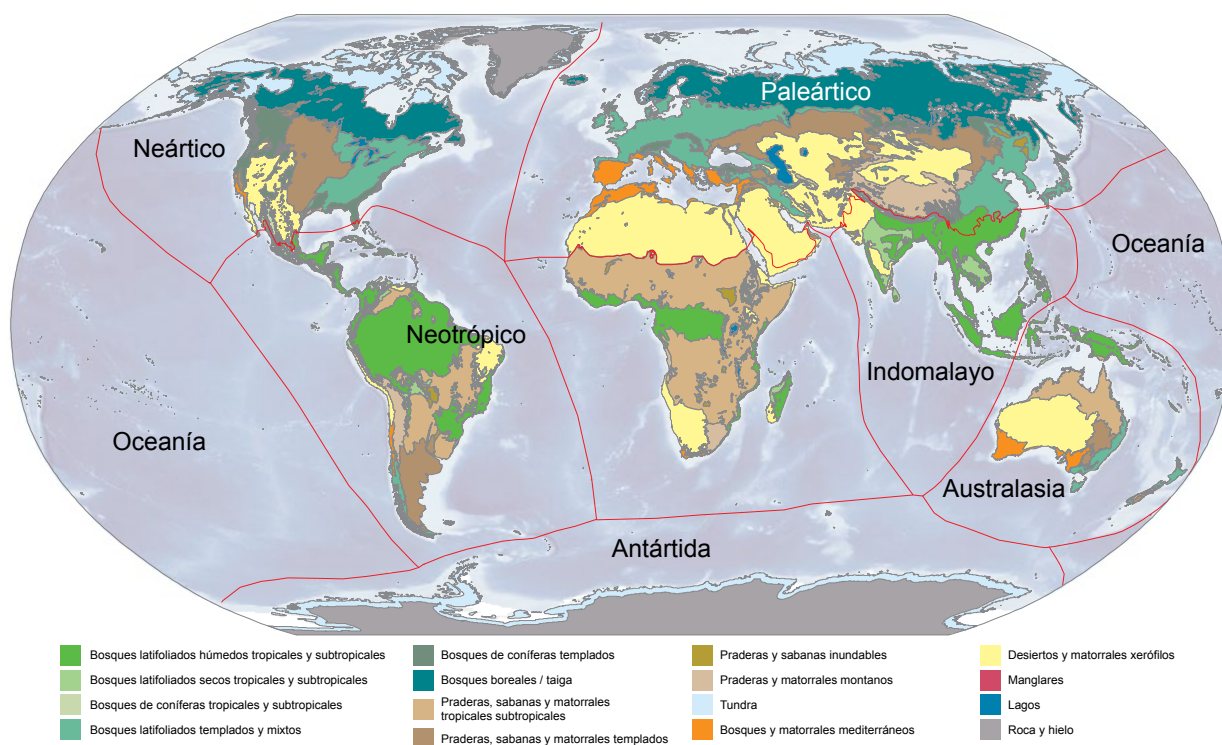
## Distribución de la biodiversidad

La biodiversidad no se distribuye uniformemente en toda la Tierra. El número y el tipo de especies y ecosistemas presentes cambian de acuerdo con factores como el clima, la altitud, la latitud, el espacio disponible, el tiempo y la energía (Gaston, 2000). Por ejemplo, la riqueza general de especies aumenta de las regiones polares a las regiones templadas, y de estas a los trópicos (Figura 3.2). Esto también se aplica en la mayoría de los grupos taxonómicos (por ejemplo, hay más especies de aves en los trópicos que en las regiones templadas) y en la mayoría de ecosistemas similares –por ejemplo, hay más especies en los bosques tropicales que en los bosques templados– (Gaston, 2000).

La biogeografía es el estudio de la distribución de especies y ecosistemas en el espacio y el tiempo. Los sistemas de clasificación biogeográfica buscan delimitar distintas áreas ecológicas de acuerdo con sus características bióticas y abióticas, incluidas las amplias zonas climáticas de la Tierra. Tales sistemas ayudan a comprender el patrimonio natural de la Tierra y son ampliamente considerados como herramientas esenciales para la ciencia, la política, la planeación y la gestión de conservación de la biodiversidad.

Los sistemas de clasificación mundial son utilizados por los convenios relacionados con la diversidad biológica como el CDB, la Convención de Ramsar y la Convención del Patrimonio Mundial, y sirven como guía para la identificación, clasificación y conservación de importantes sitios de biodiversidad, así como para establecer y gestionar redes ecológicamente representativas de áreas protegidas. El CDB también tiene varios programas temáticos que se encargan de “biomas” específicos, incluidos los ecosistemas marinos y costeros, las aguas continentales, las montañas, las islas, los bosques y las tierras áridas. Además de los sistemas de clasificación mundial, existen muchos sistemas de clasificación a nivel nacional y regional que brindan información sobre las políticas y prácticas de conservación.

Con el tiempo se han desarrollado y refinado diferentes perspectivas para la clasificación biogeográfica de los ambientes terrestres, dulceacuícolas y marinos del mundo, y aunque todas ellas tienen limitaciones, sirven para diferentes propósitos (Whitley y Whittaker, 2011). Algunas perspectivas recientes hacen uso de nuestro conocimiento cada vez mayor, pero todavía imperfecto, de las distribuciones de especies y de las relaciones filogenéticas de las especies para delinear regiones biogeográficas (Kreft y Jetz, 2010; Holt *et al.*, 2013).



**Figura 3.3 Los ocho reinos biogeográficos y catorce biomas del mundo**

Fuente: Modificado de Olson *et al.*, 2001

Otras perspectivas subdividen el mundo en grandes biomas y ecorregiones de acuerdo con la distribución de comunidades ecológicas.

Varias de las últimas metodologías se han desarrollado específicamente para el campo de la conservación de la biodiversidad y se ha encontrado que tienen una amplia aplicación en este campo. Tales metodologías incluyen las provincias biogeográficas definidas por Udvardy (1975) bajo el auspicio de la UICN, y las más recientes ecorregiones terrestres, marinas y dulceacuícolas del mundo (Tabla 3.3) (Olson *et al.*, 2001; Spalding *et al.*, 2007; Abell *et al.*, 2008). Estos sistemas se han utilizado, por ejemplo, para analizar las brechas ecológicas de la red mundial de áreas protegidas y para medir el progreso en las metas sobre áreas protegidas del CDB (Brooks *et al.*, 2004; Chape *et al.*, 2005; Spalding *et al.*, 2008; Jenkins y Joppa, 2009; CBD, 2010a; Bertzky *et al.*, 2012). Recientemente se desarrollaron, además, sistemas para cubrir alta mar (Tabla 3.3) (Spalding *et al.*, 2012; Watling *et al.*, 2013). Estos sistemas pueden utilizarse para la ciencia, la política, la planeación y la gestión de la conservación (Hoekstra *et al.*, 2010).

## Biomás terrestres

Para describir con mayor detalle la distribución natural de los ecosistemas terrestres en la Tierra, aquí se utiliza el sistema de “ecorregiones terrestres del mundo” de Olson *et al.* (2001). Este sistema re-



**Sitio trinacional de Sangha, Camerún, República Centroafricana y República del Congo**

Fuente: Biblioteca de fotos de la UICN © Charles Doumenge



## Estudio de caso 3.3 Sitio trinacional de Sangha, Camerún, República Centroafricana y República del Congo: Patrimonio Mundial desde 2012

**Reino biogeográfico: Afrotrópico; bioma: bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales**

Este sitio Patrimonio Mundial transfronterizo abarca aproximadamente 7500 kilómetros cuadrados de tierra, y combina tres parques nacionales en la cuenca del Congo – el Parque Nacional Lobeké en Camerún, el Parque Nacional Dzanga-Ndoki en la República Centroafricana y el Parque Nacional Nouabalé-Ndoki en la República del Congo–. Los diversos ecosistemas presentes incluyen bosques tropicales de hoja perenne, bosques pantanosos y bosques de inundación periódica, al igual que varios tipos de claros en el bosque, todos los cuales se conectan a nivel del paisaje.

Esta zona es excepcional debido a la conservación de los procesos ecológicos y evolutivos en un paisaje forestal a

gran escala casi intacto, y cuenta con una gran zona de amortiguación que rodea la propiedad en los tres países para ayudar a conservar su estado. La zona alberga poblaciones viables de muchas especies que viven en el bosque tales como el mukulungu (*Autranella congolensis*), una especie de árbol en peligro crítico, el gorila occidental (*Gorilla gorilla*) en peligro crítico de extinción, el chimpancé (*Pan troglodytes*) en peligro de extinción, las especies de antílope sitatunga (*Tragelaphus spekii*) y bongo (*Tragelaphus eurycerus*) en peligro de extinción, y el elefante africano de bosque (*Loxodonta cyclotis*). Los numerosos tipos de claros en el bosque son también el hogar de grupos de plantas sin igual.

Fuente: adaptado de UNESCO, 2014

conoce ocho reinos biogeográficos –grandes áreas dentro de las cuales los organismos han estado evolucionando en relativo aislamiento durante largos períodos– y catorce biomas de vegetación (Figura 3.3). Si bien los reinos se caracterizan por la historia evolutiva de los organismos que contienen, los biomas representan los principales tipos de ecosistemas caracterizados por comunidades ecológicas y condiciones climáticas bastante similares. Los biomas principales tales como bosques, pastizales y desiertos se reconocen fácilmente, incluso desde el espacio, e influyen en la distribución de las especies en la Tierra.

Las características clave de cada uno de los catorce biomas, de acuerdo con Olson *et al.* (2000), se resumen a continuación. Las montañas se describen brevemente como un bioma independiente, tal como lo reconoce Udvardy (1975). A lo largo de esta sección utilizamos estudios de caso de sitios patrimonio mundial para ilustrar una muestra seleccionada de los biomas del mundo con mayor extensión.

### **Bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales**

Este bioma se encuentra en todo el mundo, principalmente a lo largo del cinturón ecuatorial y entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, en forma de parches grandes y discontinuos de bosques semiperennifolios y perennifolios. Sus mayores extensiones pueden encontrarse en la cuenca amazónica, en la cuenca del Congo (Estudio de caso 3.3) y en los archipiélagos indomalayos. Este bioma se caracteriza por la baja variabilidad en la temperatura anual combinada con altos niveles de precipitación (> 2000 mm al año). Los bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales albergan un número de especies mayor que cualquier otro bioma terrestre –se estima que aquí se encuentra hasta la mitad



**Áreas Protegidas de los Tres Ríos Paralelos de Yunnan, China**

Fuente: Biblioteca de fotos de la UICN © Jim Thorsell

de las especies conocidas del mundo– (Figura 3.2). La riqueza de especies es mayor en los doseles del bosque, mientras que la falta de luz solar hace que la vida en el suelo del bosque sea menos variada. Sin embargo, un kilómetro cuadrado de estos bosques puede albergar hasta mil especies de árboles diferentes. Con un total de cincuenta ecorregiones, los bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales incluyen más ecorregiones que cualquier otro bioma, lo cual recalca aún más su diversidad y complejidad.

## Estudio de caso 3.4 Áreas Protegidas de los Tres Ríos Paralelos de Yunnan, China: patrimonio mundial desde 2003

**Reino biogeográfico: Paleártico; bioma: bosques de coníferas templados**

Con un total de diecisiete mil kilómetros cuadrados, las áreas protegidas de los Tres Ríos Paralelos de Yunnan en la provincia de Yunnan, al sur de China, combinan quince áreas protegidas agrupadas en ocho conglomerados geográficos. Como su nombre lo indica, este sitio serial (múltiples partes) incluye las cuencas altas de tres de los grandes ríos de Asia –el Yangtsé, el Mekong y el Salween– los cuales corren más o menos paralelos de norte a sur a través del Parque Nacional de los Tres Ríos Paralelos. El paisaje es impresionante, ya que los ríos atraviesan cañones de hasta tres mil metros de profundidad y están flanqueados por picos nevados de hasta seis mil metros de altitud. Las montañas exhiben una gama de diversos tipos y formas de rocas, incluido el carst alpino, los monolitos de granito y la piedra arenisca de Danxia, lo cual refleja la

variada historia geológica de la zona. Bosques densos, lagos y praderas dominan el paisaje entre los ríos.

La combinación de una amplia gama de altitudes, climas y hábitats cercanos a la intersección de tres grandes reinos biogeográficos (Asia Oriental, Sudeste Asiático y Meseta Tibetana) favorece una biodiversidad muy alta. En ninguna parte de China la biodiversidad es más rica que en el noroeste de la provincia de Yunnan, y en comparación con otras regiones templadas, esta zona puede ser la de mayor diversidad biológica. Hasta la fecha se han identificado cerca de seis mil especies de plantas, y se cree que hasta el 25% de los animales del mundo se encuentra aquí, muchos de los cuales son endémicos, relictos o en peligro de extinción. Ejemplos bien conocidos son el panda rojo (*Ailurus fulgens*), el urogallo chino (*Bonasa sewerzowi*) y el perro salvaje asiático (*Cuon alpinus*).

Fuente: adaptado de UNESCO, 2014

### **Bosques secos tropicales y subtropicales**

Al igual que en las selvas tropicales, en este bioma la temperatura varía poco y hay suficiente lluvia para que los bosques crezcan. Sin embargo, hay una estación seca que dura varios meses, lo que hace que las especies caducifolias, en lugar de las perennifolias, dominen el bosque. Cuando los árboles se desprenden de sus hojas para conservar el agua durante la estación seca, la luz solar puede alcanzar el suelo del bosque, lo cual fomenta el crecimiento de la vegetación densa del sotobosque. Los bosques secos tropicales y subtropicales proporcionan un hábitat importante para la vida silvestre, incluidos monos, grandes felinos, loros y aves de hábitos terrestres. No obstante, la biodiversidad en general es menor que en los bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales. Este bioma se encuentra en el sur de México, en los valles del norte de los Andes, en el litoral de Ecuador y Perú, en el este de Bolivia y en el centro de Brasil, en el Caribe, en el sureste de África, en Madagascar, en India central, en Indochina, en las Islas Menores de la Sonda y en Nueva Caledonia.

### **Bosques de coníferas tropicales y subtropicales**

Caracterizados por diferentes especies de coníferas, estos bosques se encuentran en climas semihúmedos de regiones tropicales y subtropicales. Son áreas con precipitaciones limitadas y una moderada variabilidad anual de la temperatura. Los bosques de coníferas tropicales y subtropicales tienen una cobertura densa, lo cual impide que mucha luz solar alcance el suelo del bosque. Hongos y helechos dominan el sotobosque, junto con algunos arbustos y pequeños árboles. Los bosques de coníferas tropicales y subtropicales son importantes para la biodiversidad, ya que a menudo las mariposas o las aves migratorias los usan como refugio de invierno. El endemismo local puede ser alto, especialmente



**Bisonte americano de bosque (*Bison bison athabasca*), Parque Nacional Wood Buffalo, Canadá**

Fuente: © Jim Thorsell

donde el bosque surge en áreas más húmedas o en suelos inusuales. Los bosques más diversos bajo esta categoría se encuentran en México. Las mayores extensiones pueden encontrarse en Norte y Centroamérica, aunque el bioma también se encuentra en algunas partes de Asia.

### **Bosques latifoliados templados y mixtos**

Se trata de bosques en climas templados, donde la variación de las lluvias y la temperatura durante el año es mucho mayor que en las regiones tropicales y subtropicales. Cuando las precipitaciones se distribuyen de manera más uniforme, las especies caducifolias pueden aparecer junto con las especies latifoliadas. En los bosques templados del norte se encuentran comúnmente el roble (*Quercus spp.*), la haya (*Fagus spp.*), el abedul (*Betula spp.*) y el arce (*Acer spp.*), mientras que en el hemisferio sur se encuentran las

## Estudio de caso 3.5 Parque Nacional Wood Buffalo, Canadá: patrimonio mundial desde 1983

**Reino biogeográfico: Neártico; bioma: bosques boreales y taiga**

Situado en la región norte-central de Canadá, el Parque Nacional Wood Buffalo, de 44.807 kilómetros cuadrados, contiene enormes extensiones de bosques boreales y la mayor extensión del ecosistema de praderas boreales de las Grandes Planicies de Norteamérica. También incluye el delta interior más grande del mundo, formado por los ríos Peace, Athabasca y Slave, y ecosistemas asociados como llanuras inundables y llanuras de marea.

La mayor población del bison americano de bosque (*Bison bison athabasca*) en Norteamérica recorre las

llanuras del Parque Nacional Wood Buffalo y es uno de los pocos lugares del mundo donde no se ha alterado la relación entre depredador y presa; aquí, el lobo gris (*Canis lupus*) y el bison americano de bosque. También es el único lugar en el mundo que provee un precioso hábitat de reproducción para la grulla trompetera (*Grus americana*), la cual está en peligro de extinción. El delta interior del río es un popular sitio de descanso para las aves acuáticas migratorias. En total, se han registrado 46 especies de mamíferos y 227 especies de aves, incluido el zorro ártico (*Vulpes lagopus*), el alce (*Alces alces*), el oso negro (*Ursus americanus*), el búho nival (*Bubo scandiacus*) y el carbonero boreal (*Parus hudsonicus*).

Fuente: adaptado de UNESCO, 2014

## Estudio de caso 3.6 Áreas Protegidas del Cerrado, Parques Nacionales Chapada dos Veadeiros y Emas, Brasil: patrimonio mundial desde 2001

**Reino biogeográfico: Neotrópico; bioma: praderas, sabanas y matorrales tropicales y subtropicales**

Las áreas protegidas del Cerrado cubren unos 3670 kilómetros cuadrados y contienen ejemplos excepcionales de uno de los ecosistemas de sabana tropical más antiguos y diversos del mundo. El área abarca dos parques nacionales, Chapada dos Veadeiros y Emas. El primero forma parte de la llanura más alta del centro de Brasil e incluye amplias mesetas, cascadas y manantiales, así como profundos cañones rocosos y valles. El Parque Nacional Emas forma parte de la meseta de la Serra dos Caiapós, una suave llanura que sirve de división entre los ríos La Plata y Amazonas.

El Cerrado sirvió de refugio para las especies clave durante los cambios climáticos pasados, y gracias a sus rangos

altitudinales y vastos hábitats no perturbados seguirá haciéndolo para las especies mientras se ajustan a los cambios recientes. Más del 60% de todas las especies de plantas del Cerrado y casi el 80% de sus especies de vertebrados están representadas dentro del área protegida, lo cual incluye la mayoría de sus mamíferos amenazados, como el armadillo gigante (*Priodontes maximus*) y el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*). El Parque Nacional Emas también alberga una serie de especies de aves especializadas en vivir en estas praderas, algunas de las cuales son endémicas, incluido el capuchino pecho blanco (*Sporophila palustris*) y el atajacaminos de ala blanca (*Eleothreptus candicans*) en peligro de extinción.

Fuente: adaptado de UNESCO, 2014

hayas sureñas (*Nothofagus spp.*). A diferencia de los bosques lluviosos tropicales, en estos bosques la biodiversidad es mucho más alta hacia el suelo en comparación con el dosel. Importantes áreas de bosques latifoliados templados y mixtos se encuentran en el este de Norteamérica, suroeste de Sudamérica, Europa, Rusia, el Cáucaso, el Himalaya, el Este de Asia, Australia y Nueva Zelanda.

### **Bosques de coníferas templados**

Los veranos calurosos y los inviernos fríos apoyan este tipo de bosque perenne, el cual se encuentra típicamente en áreas costeras con inviernos suaves y precipitaciones fuertes, además de tierra adentro, donde los climas son más secos o en áreas montañosas. El pino (*Pinus spp.*), el cedro (*Cedrus spp.*), el abeto (*Abies spp.*), el enebro (*Juniperus spp.*), la píce ( *Picea spp.*), los mañíos (*Podocarpus spp.*) y la secoya (*Sequoiadendron* y *Metasequoia spp.*)



**Áreas protegidas del Cerrado: Parques Nacionales Chapada dos Veadeiros y Emas, Brasil**

Fuente: © Bruno Poppe



## Estudio de caso 3.7 Saryarka, estepa y lagos de Kazajistán Septentrional: patrimonio mundial desde 2008

**Reino biogeográfico: Paleártico; bioma: praderas, sabanas y matorrales templados**

Saryarka comprende dos áreas protegidas –la reserva natural del Estado de Naurzum y la reserva natural del Estado de Korgalzhyn– localizadas cerca de trescientos cincuenta kilómetros aparte en las tierras altas de Kazakh. En conjunto, estas áreas protegidas cubren unos cuatro mil quinientos kilómetros cuadrados, de los cuales el 44% están formados por la estepa de Asia Central, y el resto está compuesto principalmente por lagos de agua dulce y salada y los ecosistemas de humedales asociados.

La estepa en Saryarka es el hogar de más de la mitad de las especies de flora típicas que se encuentran en el ecosistema de estepa de esta región. Cada año, cuando la hierba comienza a brotar, grandes manadas del antílope saiga (*Saiga tatarica*), el cual se encuentra en peligro crítico de extinción,

migran a través de la estepa de sur a norte. La especie solo se encuentra en la estepa de Asia Central, y Saryarka es importante para su supervivencia. Los humedales y lagos del área protegida son de importancia mundial para las aves acuáticas migratorias a lo largo de las rutas migratorias de Asia Central. Especies de África, Asia y Europa visitan los lagos de Saryarka en sus viajes a zonas de reproducción en el este y oeste de Siberia. En conjunto, los lagos de Saryarka albergan hasta ochocientos cincuenta mil aves acuáticas mientras anidan. Muchas de las especies amenazadas a nivel mundial se encuentran entre las migrantes, entre ellas la grulla siberiana (*Grus leucogeranus*), la cual está en peligro crítico de extinción, y dos especies en estado vulnerable, el pelicano ceñudo (*Pelecanus crispus*) y el pigargo de Pallas (*Haliaeetus leucoryphus*).

Fuente: adaptado de UNESCO, 2014

están entre las especies arbóreas más comunes. Las especies de hojas aciculares no siempre dominan este bioma; de hecho, en algunos lugares el bosque se compone de especies perennes latifoliadas o una mezcla de especies latifoliadas y aciculares. Los bosques de coníferas templados almacenan los niveles más altos de biomasa de todos los ecosistemas terrestres, y los árboles pueden alcanzar una altura promedio de 50-85 metros (*Sequoiadendron giganteum*). Estos bosques se encuentran, por ejemplo, en el oeste y sureste de Norteamérica y en muchas cordilleras del reino Paleártico (Estudio de caso 3.4).

### Bosques boreales y taiga

Este bioma se encuentra en sitios donde las temperaturas anuales son bajas y la precipitación, que cae principalmente como nieve, oscila entre cuatrocientos y mil milímetros por año. Los suelos pueden estar bajo el permafrost y, por consiguiente, el drenaje es deficiente, lo que lleva a bajos niveles de nutrientes. Muchas especies de árboles no son capaces de crecer en tales suelos, pero hay excepciones, como las coníferas latifoliadas entre las que se encuentran los abetos (*Abies spp.*), las píceas (*Picea spp.*), los alerces (*Larix spp.*), los pinos (*Pinus spp.*), los abedules (*Betula spp.*) y los álamos (*Populus spp.*). Típicamente, musgos y líquenes dominan el estrato del suelo. Aunque es menos rico en especies y endemismos, este bioma es una etapa importante de las migraciones a gran escala del caribú (*Rangifer tarandus*). Además, algunos lugares todavía albergan grupos intactos de depredadores con grandes rangos de hogar. Estas especies dependen de vastas extensiones de bosques boreales y taiga, o al menos corredores a gran escala del hábitat natural que les permitan movimientos en respuesta a regímenes naturales de perturbación. Este vasto bioma está restringido al norte del Paleártico y del Neártico, y las mayores extensiones se encuentran en el centro y este de Rusia, seguido por Canadá (Estudio de caso 3.5).



**Saryarka, estepa y lagos de Kazajistán Septentrional, Kazajistán**

Fuente: Biblioteca de fotos de la UICN © Jim Thorsell

### Praderas, sabanas y matorrales tropicales y subtropicales.

Este bioma se caracteriza por una pequeña variación anual de la temperatura, lluvias entre novecientos y mil quinientos milímetros, y distintas estaciones húmedas y secas. Las condiciones de sequía y los frecuentes incendios naturales durante la estación seca conducen a un paisaje dominado por hierbas y árboles dispersos. Típicamente, las praderas, las sabanas (pastizales arbolados) y los matorrales forman un bioma de transición entre bosques y desiertos. Mientras que los pastizales son dominantes, los árboles y los arbustos que existen suelen ser resistentes a las sequías, incendios o ramoneo. Los grandes herbívoros que atraviesan estas tierras son característicos y en algunas regiones alcanzan grandes números. Ningún otro bioma alberga tantos animales ungulados y en tal densidad, que a su vez dan sustento a grandes poblaciones de depredadores. El mayor y más rico de estos ecosistemas se puede encontrar en África, donde las composiciones de especies más intactas se encuentran en las sabanas

## Estudio de caso 3.8 Sistema Natural de la Reserva de la Isla Wrangel, Federación Rusa: patrimonio mundial desde 2004

### Reino biogeográfico: Paleártico; bioma: tundra

Situada en el alto Ártico entre el Mar de Chukotka y el Mar Siberiano del Este, la Reserva de la Isla Wrangel consta de la isla Wrangel y la isla Herald, junto con sus aguas circundantes, y llega a cubrir cerca de 9160 kilómetros cuadrados de tierra y agua.

La Reserva de la Isla Wrangel ha evolucionado de manera autosostenida e ininterrumpida por la glaciación en el Cuaternario. Esta fascinante historia natural es visible de muchas maneras. Se ha determinado que los colmillos y cráneos de mamut descubiertos aquí son tan recientes (algunos de solamente tres mil setecientos años) que la isla de Wrangel se considera el último lugar en el mundo donde vivieron estos animales. La gama de tipos de terreno y de formaciones geológicas, al igual que la rápida sucesión y mosaico de los tipos de tundra, crean una

variedad de diferentes hábitats para la flora y la fauna. El resultado de todo esto es una biodiversidad notablemente alta y un alto grado de endemismo. Por ejemplo, el número de especies de plantas vasculares identificadas es el doble que el de otros ecosistemas de tundra ártica de tamaño similar, e incluyen veintitrés endémicas. Aproximadamente cien especies de aves migratorias utilizan las islas como su campo de nidación más septentrional, y muchas de ellas están en peligro de extinción. La mayor población mundial de la morsa del Pacífico (*Odobenus rosmarus divergens*) reside en la isla Wrangel, allí también se reproduce la única población de Asia del ánsar nival (*Chen caerulescens*), y es donde se encuentra la mayor densidad de madrigueras de osos polares ancestrales. Las aguas alrededor de las islas, que son bajas en salinidad, pero altas en oxígeno, son un importante punto de alimentación en la migración de las ballenas grises (*Eschrichtius robustus*).

Fuente: adaptado de UNESCO, 2014

de acacias (*Acacia spp.*) de África Oriental y en las sabanas del Zambeze. Debido a su diversidad florística y de hábitat, los Llanos en Colombia y Venezuela son uno de los mejores ejemplos de este bioma en Sudamérica, pero en Brasil se pueden encontrar mayores extensiones (Estudio de caso 3.6). Este bioma también es importante en el norte de Australia y el sur de Papúa Nueva Guinea. Las sabanas australianas reflejan el dominio de las termitas como herbívoros y dan soporte a las singulares comunidades de marsupiales.

### Praderas, sabanas y matorrales templados

Por lo general, los niveles de precipitación en este bioma templado son demasiado bajos para que los árboles crezcan en abundancia, y la variación anual de temperatura, generalmente con veranos calurosos e inviernos fríos, es mucho mayor que en los trópicos y subtrópicos. Además, estas áreas suelen tener vientos fuertes, lo cual exacerba la evapotranspiración, y por lo tanto las condiciones de sequía. Por consiguiente, la composición de especies de las praderas, sabanas y matorrales templados es muy diferente de la de sus contrapartes tropicales y subtropicales. Los árboles están casi ausentes, con unas pocas excepciones, como los bosques riparios o de galería que se presentan a lo largo de arroyos y ríos. Un buen número de grandes mamíferos de pastoreo son característicos, junto con los depredadores asociados, y numerosas especies de aves e insectos. Los regímenes naturales del fuego son importantes para sostener este bioma, y se requieren grandes extensiones de tierra para que las especies escapen de tal disturbio, o para que puedan moverse entre los recursos esparcidos o estacionales. Este bioma está muy extendido y se conoce con diferentes nombres de un continente a otro, como praderas en Norteamérica, pampas en Sudamérica y estepas en Asia (Estudio de caso 3.7).



### Sistema Natural de la Reserva de la Isla de Wrangel, Federación Rusa

Fuente: © Gabrielle y Michelle Therin-Weise

### Praderas y sabanas inundables

Habitualmente ubicados en climas templados-cálidos a tropicales-cálidos, estas praderas y sabanas se inundan estacionalmente o durante todo el año, lo cual crea mosaicos de humedales en todo el paisaje. A menudo se les conoce como pantanos. El suelo es muy húmedo o saturado de agua y es rico en nutrientes. En estos hábitats, que albergan numerosas especies de aves, entre ellas muchas migrantes, se puede encontrar una gran variedad de plantas y animales con adaptaciones únicas. El bioma se encuentra en cuatro continentes—Norteamérica, Sudamérica, África y Asia— con los Everglades en Norteamérica como uno de los ejemplos más conocidos. Otros ejemplos bien conocidos son el Pantanal en Sudamérica y las sabanas inundadas del Sahel y el Zambeze, incluido el delta del Okavango, en África.

## Estudio de caso 3.9 Mar de arena del Namib, Namibia: patrimonio mundial desde 2013

**Reino biogeográfico: Afrotrópico; bioma: desiertos y matorrales xerófilos**

El Mar de Arena del Namib es un desierto hiperárido que cubre treinta mil kilómetros cuadrados de tierra a lo largo de la costa de Namibia, completamente dentro del Parque Namib-Naukluft. La zona cuenta con llanuras de grava, colinas rocosas, una laguna costera y ríos efímeros, pero se compone principalmente de diferentes tipos de dunas cambiantes cuya única fuente de agua es la niebla. Es el único desierto costero del mundo donde este es el caso. Mientras que la mayoría de las otras dunas se componen del material erosionado del lecho de roca *in situ*, el Mar de Arena del Namib se compone de la arena originada en el interior de África, la cual es transportada a la costa desde miles de kilómetros

por ríos, corrientes oceánicas y por el viento. Los procesos de transporte de arena impulsados por el viento configuraron posteriormente la geomorfología y la ecología del sitio, lo cual creó un paisaje de “mar de dunas de arena”.

La flora y la fauna están muy bien adaptadas a las condiciones climáticas, como se refleja en el comportamiento, la morfología y la fisiología de las especies, dando lugar a un gran número de endemismos. Más del 50% de las especies de plantas e insectos en el mar de arena son endémicas, y en cuanto a los arácnidos (arañas, escorpiones y garrapatas) esta cifra supera el 80%. Algunas adaptaciones fascinantes incluyen formas de filtrar la humedad del aire, lo cual permite que las especies minimicen su dependencia de otras fuentes de agua.

Fuente: adaptado de UNESCO, 2014

### Praderas y matorrales montanos

Este bioma, el cual se encuentran en áreas de gran elevación de las regiones tropicales, subtropicales y templadas en cinco continentes, se caracteriza por condiciones frías, a menudo húmedas, y una radiación solar intensa. Con frecuencia, los ecosistemas dentro de este bioma evolucionaron como islas virtuales, separadas de ecosistemas montanos similares por áreas de menor elevación y clima más cálido. Por lo tanto, su flora y fauna no solo se adaptan bien a las condiciones climáticas específicas (por ejemplo, por medio de superficies cerosas y hojas hirsutas), sino que también apoyan endemismos locales o regionales. Las plantas arrosetadas gigantes de diferentes familias, incluidas las del género *Lobelia* en África y las del género *Puya* en Sudamérica, son típicas de praderas y matorrales montanos tropicales y pueden crecer en altitudes de hasta 4600 m. Las praderas y matorrales montanos tropicales y subtropicales pueden encontrarse en los Andes septentrionales, donde el ecosistema recibe el nombre de páramo, en las montañas y las tierras altas de África Oriental y Meridional, en el Monte Kinabalu en Borneo y en las zonas montañosas de Papúa Nueva Guinea. Asimismo, pueden encontrarse praderas y matorrales montanos templados, más áridos, en la meseta tibetana y en la cordillera de Altái.

### Tundra

Este bioma se caracteriza por inviernos largos y secos con meses de oscuridad y temperaturas muy bajas, típico de las regiones polares al norte del cinturón de la taiga. Los niveles de precipitación son muy bajos y la mayoría de las lluvias caen durante los meses de verano, mientras que los vientos fuertes tienden a estar durante todo el año. Los suelos, si no están permanentemente congelados, están saturados de agua y son ácidos. Durante los meses de verano, en los sitios donde el permafrost se derrite, la tundra está cubierta por marismas, lagos, pantanos y arroyos. En general, el paisaje es yermo, a menudo cubierto de rocas y parches de vegeta-



Mar de Arena del Namib, Namibia

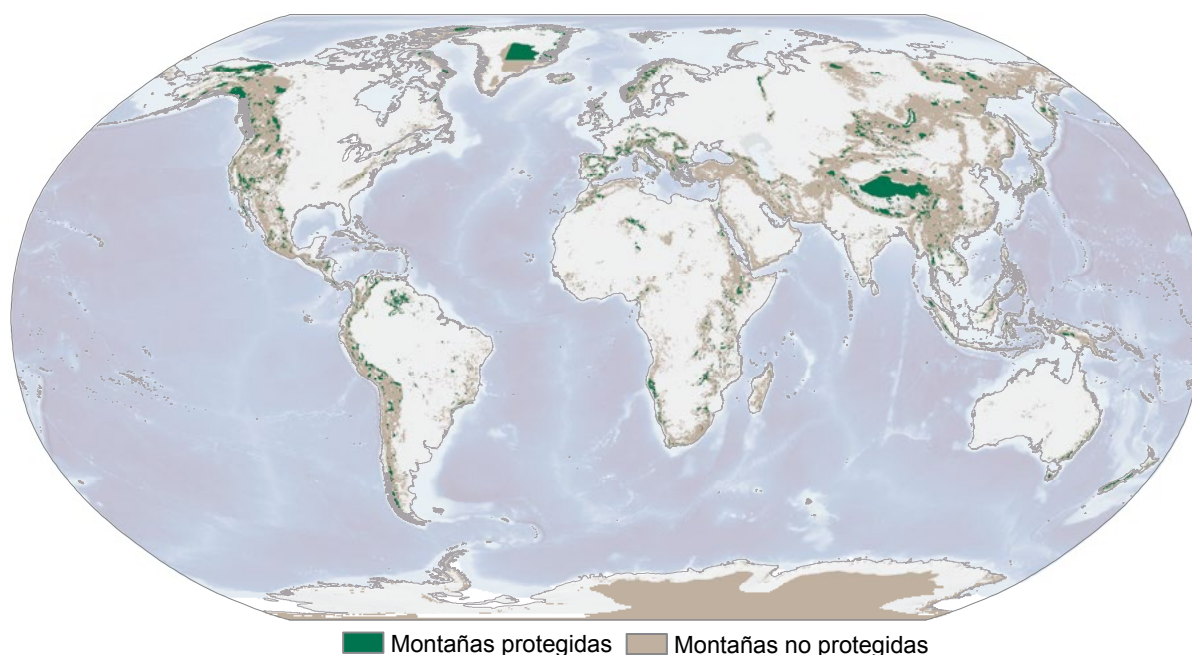
Fuente: Biblioteca de fotos de la UICN © Peter Howard

ción de bajo crecimiento, incluidos brezales, juncias y arbustos enanos, musgos y líquenes. Solo en algunos lugares se encuentran árboles, pero están dispersos. Por lo general, la biodiversidad en estas áreas es baja; no obstante, millones de aves migratorias visitan la tundra cada año para reproducirse en las marismas. Además, la tundra es un hábitat importante para la migración del caribú (*Rangifer tarandus*). La tundra se encuentra principalmente en Alaska, Canadá, Rusia (Estudio de caso 3.8), Groenlandia, Islandia y Escandinavia, así como en la Antártida y varias islas subantárticas.

### Bosques y matorrales mediterráneos

Este bioma se caracteriza por veranos largos, cálidos y secos, junto con inviernos suaves y lluviosos, lo cual resulta en diversos tipos de vegetación, que van desde bosques hasta sabanas, matorrales y pastizales. Muy a menudo varios de estos tipos de vegetación se presentan en un mosaico heterogéneo de acuerdo con las características del suelo, la topografía, la exposición al sol, el viento, la lluvia y la his-





**Figura 3.4 Áreas montañosas y áreas protegidas de montaña del mundo**

Fuentes: UNEP-WCMC, 2002; IUCN y UNEP-WCMC, 2014

### Cuadro 3.2 Los valores especiales de las montañas y las áreas protegidas de montaña

Las montañas son críticas para la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el bienestar humano. Gran parte de la biodiversidad nativa del mundo se encuentra en las montañas. La riqueza de especies y ecosistemas en las montañas se debe en gran parte a la extrema heterogeneidad de ambientes (climas y suelos) resultado de los rápidos cambios altitudinales, orientación variable (caras) y abundantes microhábitats de topografía rugosa. Por otra parte, una gran parte de las especies endémicas del mundo se encuentra en las montañas debido a la naturaleza insular aislada de los macizos de montaña, que suelen ser los últimos bastiones de la naturaleza silvestre.

Al mismo tiempo, las montañas son el hogar del 12% de la población humana del mundo y el 26% de todos los seres humanos vive en estas o en zonas adyacentes (Price, 2004). Más de la mitad de la humanidad depende del agua dulce que emana de las montañas (Linniger *et al.*, 1998), y las áreas protegidas de montaña desempeñan un papel crítico en el suministro de agua dulce para muchas ciudades y comunidades. Muchas montañas también son especiales porque tienen un profundo significado espiritual y cultural (por ejemplo, el monte Fuji en Japón). Para algunos pueblos tradicionales, las montañas despiertan reverencia o asombro, o son lugares sagrados donde se celebran ceremonias religiosas. Por otra parte, es frecuente que las cordilleras formen fronteras nacionales, y los conflictos fronterizos, incluso las guerras abiertas, no han sido pocos.

Los ecosistemas de montaña suelen ser frágiles y sus valores naturales y culturales enfrentan múltiples amenazas (Hamilton, 2002). La mitad de los *hotspots* de

biodiversidad del mundo se encuentra en las montañas (Kohler y Maselli, 2009), y de los 587 sitios amenazados con la extinción inminente de especies identificadas por la Alianza para la Cero Extinción (ACE), el 81% son montañosos (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2011).

Las áreas protegidas de montaña pueden brindar refugios para la biodiversidad. Casi el 17% de la superficie montañosa del mundo, fuera de la Antártida, se encuentra en áreas protegidas (no siempre bien gestionadas), pero muchas de las áreas montañosas prioritarias para la conservación de la biodiversidad continúan desprotegidas, incluido el 45% de las montañas identificadas por la ACE (Rodríguez Rodríguez *et al.*, 2011). Para conservar eficazmente la biodiversidad, las áreas protegidas de montaña deben ampliarse hacia abajo y su zona de amortiguación debe incluir tierras manejadas de manera sostenible. Las áreas protegidas de montaña que se encuentran aisladas necesitan estar conectadas a las tierras bajas para facilitar la migración altitudinal de las especies desde las áreas más bajas en respuesta al cambio climático o a la constante conversión del uso de la tierra. Cuando sea posible, también deben conectarse con otras áreas protegidas de montaña. Por fortuna, muchas cadenas montañosas brindan una conectividad natural para los corredores de conservación (véase el Capítulo 27).

Debido a sus valores naturales o culturales sobresalientes, muchas de las zonas de montaña han sido incluidas en la Lista del Patrimonio Mundial: 159 de los 222 sitios naturales y mixtos (naturales y culturales) del patrimonio mundial contienen áreas de montaña (UNEP-WCMC, 2002; IUCN y UNEP-WCMC, 2014) (Figura 3.1). Esto incluye muchos sitios bien conocidos como las montañas rocosas canadienses, los volcanes de Hawái, los montes Huascarán, el Kilimanjaro, el Kinabalu y el Sagarmatha (Everest), los Alpes suizos Jungfrau-Aletsch, el monte Tongariro y los volcanes de Kamchatka.

# Estudio de caso de 3.10 Islas y áreas protegidas del Golfo de California, México: patrimonio mundial desde 2005

Ubicadas en el Mar de Cortez en el noreste de México, las islas y áreas protegidas del Golfo de California incluyen 244 islas, islotes y áreas costeras que cubren casi seis mil novecientos kilómetros cuadrados. La belleza natural de este sitio contrasta los altos acantilados y las playas de arena de las islas desérticas, en su mayoría montañosas o volcánicas, con las aguas circundantes de color turquesa.

En estas aguas se pueden observar casi todos los grandes procesos oceanográficos, como las corrientes de surgencia, las corrientes creadas por los vientos y una alta mezcla de mareas, lo cual contribuye a la extraordinaria productividad marina y la biodiversidad que caracterizan al Golfo de California. Aquí se encuentran casi novecientas especies de peces, noventa de ellas endémicas, así como el 39% de

los mamíferos marinos del mundo. La biodiversidad terrestre también es alta y está soportada por la combinación de las islas oceánicas que fueron pobladas por aire y mar y las “islas puente” que fueron pobladas por tierra cuando los niveles oceánicos eran más bajos durante las glaciaciones pasadas. La composición de la flora refleja la del desierto de Sonora, con casi setecientas especies de plantas vasculares. Entre las especies típicas se encuentran el torote colorado (*Bursera microphylla*), el palo fierro (*Olneya tesota*), el chamizo (*Ambrosia spp.*), y los cactus como el cardón (*Pachycereus pringlei*), el viejito (*Mammillaria capensis*) y las peras espinosas (*Opuntia spp.*).

Fuente: adaptado de UNESCO, 2014

toria de incendios. La fauna y la flora se adaptan bien a la escasez de agua y muchas especies también se adaptan al fuego. La persistencia de algunas, de hecho, depende de los regímenes de incendios naturales. Típicamente, la biodiversidad es muy rica y es común el endemismo regional y local. El fynbos en la Región Florística de El Cabo en Sudáfrica es un ejemplo importante de este bioma. Aquí, el 68% de las ocho mil seiscientas especies de plantas vasculares conocidas que se encuentran en un área de solo noventa mil kilómetros cuadrados son endémicas. A nivel mundial, este bioma es relativamente raro, restringido a solo cinco regiones donde las condiciones climáticas mediterráneas específicas ocurren: el Mediterráneo, la zona centro-sur y suroeste de Australia, el fynbos del sur de África, el matorral chileno y los ecosistemas mediterráneos de California.



Islas y áreas protegidas del Golfo de California, México

Fuente: Biblioteca de fotos de la UICN © David Sheppard

Tabla 3.4 Ejemplos de los principales tipos de ecosistemas en ambientes marinos y dulceacuícolas

Marino	Agua dulce
Mar abierto	Lagos
Mar profundo	Estanques
Suelo marino	Ríos
Arrecifes de coral	Arroyos
Lechos de pastos marinos	Manantiales
Marismas	Humedales
Bosques de manglares	



El Mar de Frisia, Alemania y Países Bajos

Fuente: Biblioteca fotográfica de la UICN © Pedro Rosabal

## Estudio de caso 3.11 Mar de Frisia, Alemania y Países Bajos: patrimonio mundial desde 2009

El Mar de Frisia, declarado patrimonio mundial, combina el área de conservación del Mar de Frisia en Holanda con los parques nacionales del Mar de Frisia de Baja Sajonia y de Schleswig-Holstein en Alemania, y cubre 9820 kilómetros cuadrados de costa. El sitio representa uno de los pocos ecosistemas intertidales templados que quedan, donde los procesos naturales a gran escala –como la creación de islas de barrera, canales, llanuras y barrancos– se mantienen casi inalterados. Es también el sistema intacto de arena intertidal y llanuras de lodo más grande del mundo.

En el Mar de Frisia la diversidad de hábitats es notable, con canales de marea, bancos de arena, praderas marinas, lechos de mejillones, barreras de arena, llanuras de marea, marismas, estuarios, playas y dunas. Aunque los humedales costeros en general no tienen una clasificación muy

elevada en términos de su diversidad faunística, el Mar de Frisia es diferente. Las marismas albergan cerca de dos mil trescientas especies vegetales y animales, y otras dos mil setecientas especies habitan las áreas marinas y salobres. La abundancia de alimentos atrae a una gran cantidad de especies de aves. El Mar de Frisia es uno de los lugares más importantes del mundo para las aves migratorias y desempeña un papel crucial no solo para las especies que viajan por la Ruta Migratoria del Atlántico, sino también para las aves acuáticas migratorias africano-eurasiáticas.

Más de seis millones de aves pueden estar presentes en un solo momento, y se estima que diez a doce millones pasan por allí cada año.

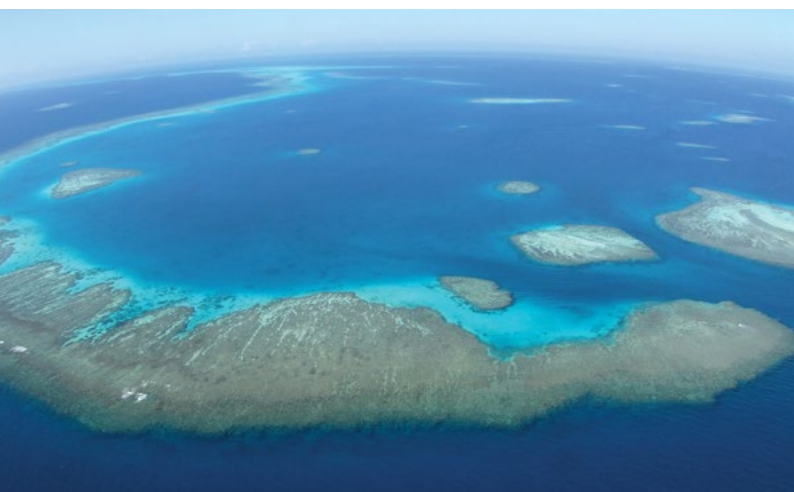
Fuente: adaptado de UNESCO, 2014

## Estudio de caso 3.12 Lagunas de Nueva Caledonia: diversidad de los arrecifes y ecosistemas conexos, Francia. Patrimonio mundial desde 2008

Las lagunas de Nueva Caledonia son vastas; de hecho, abarcan más de quince mil setecientos kilómetros cuadrados principalmente del paisaje marino en el archipiélago francés de Nueva Caledonia en el Océano Pacífico. Aquí se encuentran representados todos los principales tipos de arrecife de coral y ecosistemas asociados, que incluyen lagunas tropicales, islas coralinas, arrecifes periféricos, arrecifes de doble barrera y atolones, así como praderas marinas y manglares. Como una especialidad adicional, el complejo de arrecifes es “autónomo” en el océano, al rodear a Nueva Caledonia, y como consecuencia está expuesto a las corrientes frías y cálidas.

Estas barreras de arrecife y atolones están entre los tres sistemas de arrecifes más extensos del mundo y tienen una diversidad de corales y peces al menos igual o mayor que la Gran Barrera de Coral de Australia, que es mucho más grande. El impresionante mundo submarino de este sitio contiene fisuras, arcos y cuevas de arrecife, así como sorprendentes estructuras de coral y diversidad. Sus ecosistemas intactos dan soporte a poblaciones sanas de una variedad de peces amenazados, lo cual incluye no solo depredadores grandes, sino también tortugas marinas y la tercera población más grande del dugongo (*dugong dugon*), el cual tiene un estado vulnerable.

Fuente: adaptado de UNESCO, 2014



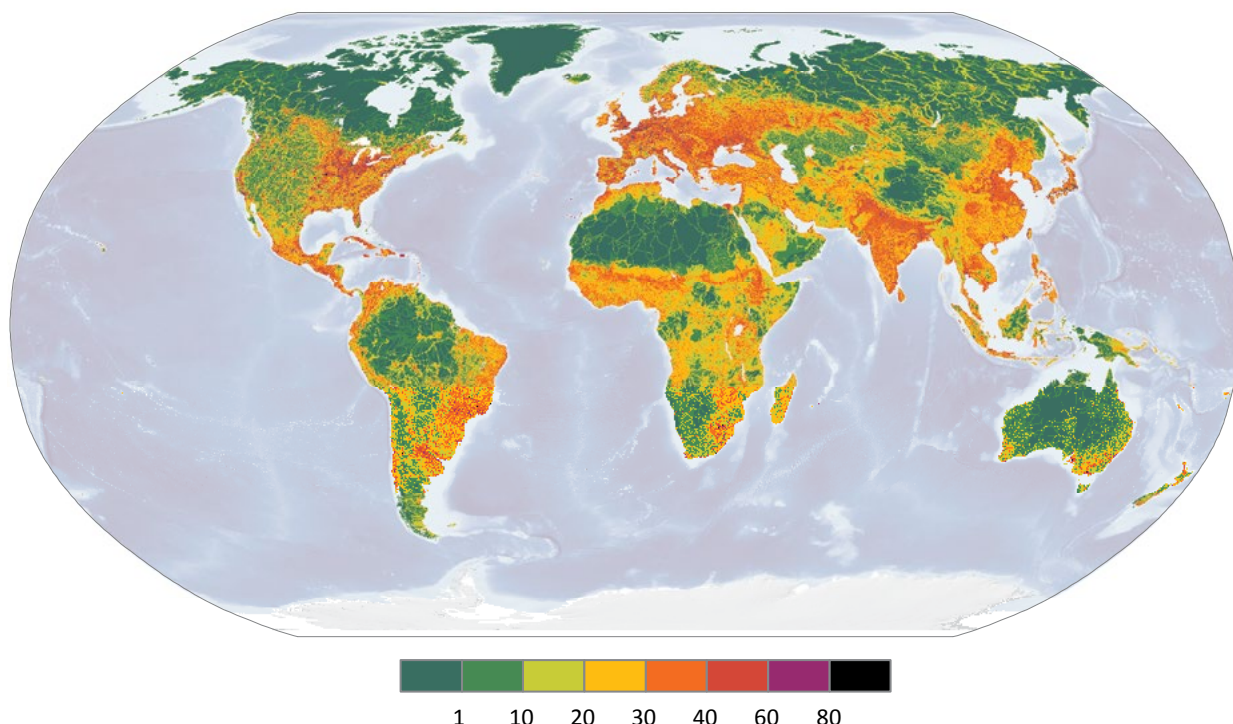
**Lagunas de Nueva Caledonia: diversidad de los arrecifes y ecosistemas conexos, Francia**

Fuente: Biblioteca de fotos de la UICN © Dan Laffoley

### *Desiertos y matorrales xerófilos*

Los desiertos y matorrales xerófilos se encuentran en regiones tropicales, subtropicales y templadas que reciben un máximo de doscientos cincuenta milímetros de lluvia por año. La evaporación suele exceder las precipitaciones, a veces por mucho. Es típica la variación extrema de la temperatura entre el día y la noche, con una caída abrupta de las temperaturas diurnas en la noche debido a la falta de aislamiento que en otras partes brindan la humedad y las nubes. Los suelos suelen ser arenosos o rocosos, y el contenido de material orgánico tiende a ser bajo. En los sitios donde se encuentra vegetación, esta se compone de arbustos de raíces leñosas y plantas especializadas para minimizar la pérdida de agua. Los animales están bien adaptados a estas duras condiciones climáticas y muchos de ellos son nocturnos para evitar la pérdida de humedad. La diversidad de plantas y animales





**Figura 3.5 La huella humana en el área terrestre mundial**

Fuente: modificado de Sanderson *et al.*, 2002

puede ser bastante alta, especialmente la fauna de reptiles, y el endemismo local puede ser alto en algunos lugares. Los desiertos y matorrales xerófilos representan el más grande de todos los biomas, y cubren un estimado del 19% de la superficie terrestre del mundo. A nivel de la flora, el ecosistema más diverso que pertenece a este bioma es el Namib-Karoo en el suroeste de África (Estudio de caso 3.9), seguido de cerca por el desierto de Chihuahua y los desiertos del centro de México en el Neotrópico.

### Manglares

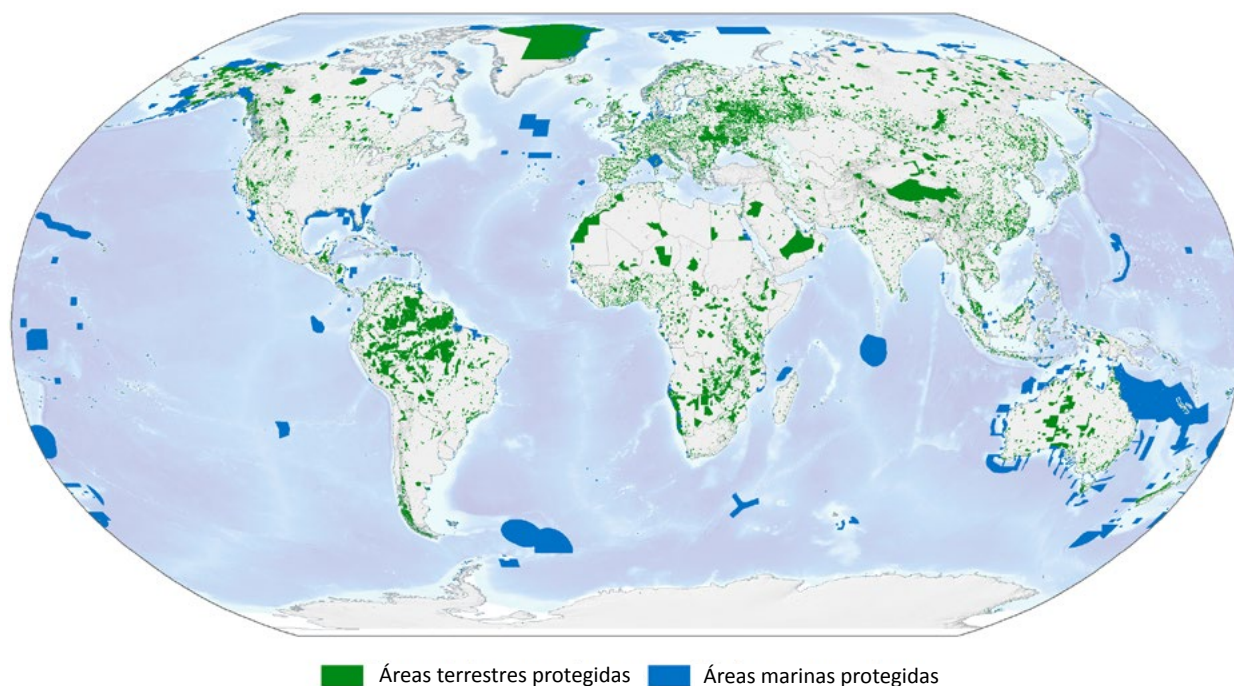
Los manglares son un tipo de vegetación dominado por especies de árboles tolerantes a la sal que crecen entre la zona intertidal y la marca de la marea alta de las costas tropicales y subtropicales. Las comunidades de manglares están conformadas por cerca de sesenta especies de árboles de doce géneros. Los suelos inundados poseen una alta concentración de sal y son pobres en oxígeno. A menudo los manglares están expuestos a los movimientos de las mareas y a las fluctuaciones climáticas estacionales. Se puede observar una variedad de adaptaciones diferentes para hacer frente a estas condiciones especiales: un sistema radicular extenso ayuda a los manglares a obtener un punto de apoyo en el suelo blando, las raíces aéreas captan oxígeno del aire y las hojas de los manglares pueden excretar el exceso de sal. Junto con una variedad de otras plantas acuáticas y salinas asociadas, los manglares proporcionan un hábitat importante; en especial, son campos de crianza para numerosas especies de animales marinos como ostras, langostas de lodo y camarones.

La biodiversidad de los manglares es más alta en el sur de Asia. Los manglares de Sundarbans compartidos por Bangladesh e India representan la extensión más grande del mundo de este tipo de vegetación.

Debido a sus características especiales, algunas veces las montañas se consideran un bioma separado (Udvardy, 1975), aunque apoyan una amplia gama de tipos de ecosistema importantes como desiertos, pastizales, bosques y tundra alpina. Las montañas son una importante característica de la Tierra; se encuentran en todos los continentes (Hamilton y McMillan, 2004) y en 197 de los 237 países del mundo (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2011). Las montañas desafían una definición precisa, pero muchos estudiosos de las mismas usan la definición desarrollada por el CMVC (UNEP-WCMC, 2002), la cual considera la elevación, la pendiente y el rango de elevación local, con la inclusión resultante de algunas montañas “bajas” del mundo. Con esta definición, las montañas cubren el 27% de la superficie de la Tierra (UNEP-WCMC, 2002). En el Cuadro 3.2 exploramos los valores especiales de las montañas.

### Biomás marinos y dulceacuícolas

En contraste con el sistema de “ecoregiones terrestres del mundo”, los sistemas correspondientes para las ecoregiones marinas y dulceacuícolas (Spalding *et al.*, 2007; Abell *et al.*, 2008) no diferencian los principales tipos de ecosistemas como los ejemplos que se muestran en la Tabla 3.4. El sis-



**Figura 3.6 Áreas protegidas del mundo**

Fuente: IUCN y UNEP-WCMC, 2014

**Tabla 3.5 Cobertura de áreas protegidas de los reinos terrestres**

Reino terrestre	Área terrestre total (km <sup>2</sup> )	Área protegida (km <sup>2</sup> )	Área protegida (%)
Afrotrópico	21'630.400	3'558.059	16,4
Australasia	9'268.092	1'375.024	14,8
Indomalayo	8'543.097	829.286	9,7
Neártico	20'472.280	2'534.229	12,4
Neotrópico	19'386.026	4'633.935	23,9
Oceanía	49.199	4.552	9,3
Paleártico	52'859.883	6'918.957	13,1

La cobertura se calculó sobre la base de todas las áreas protegidas que se muestran en la Figura 3.6, con la eliminación de las superposiciones de espacio de las diferentes áreas protegidas.

Fuentes: Olsen *et al.*, 2001; IUCN y UNEP-WCMC, 2014

tema de las “provincias pelágicas del mundo” (Spalding *et al.*, 2012) reconoce los siguientes siete grandes biomas en las aguas superficiales del mundo:

- Polar
- Giro
- Corrientes limítrofes orientales
- Corrientes limítrofes occidentales
- Ecuatorial
- Transicional
- Mares semicerrados

Los estudios de caso 3.10, 3.11 y 3.12 destacan la diversidad de los ecosistemas costeros y marinos.

### Impacto humano en la distribución de la biodiversidad

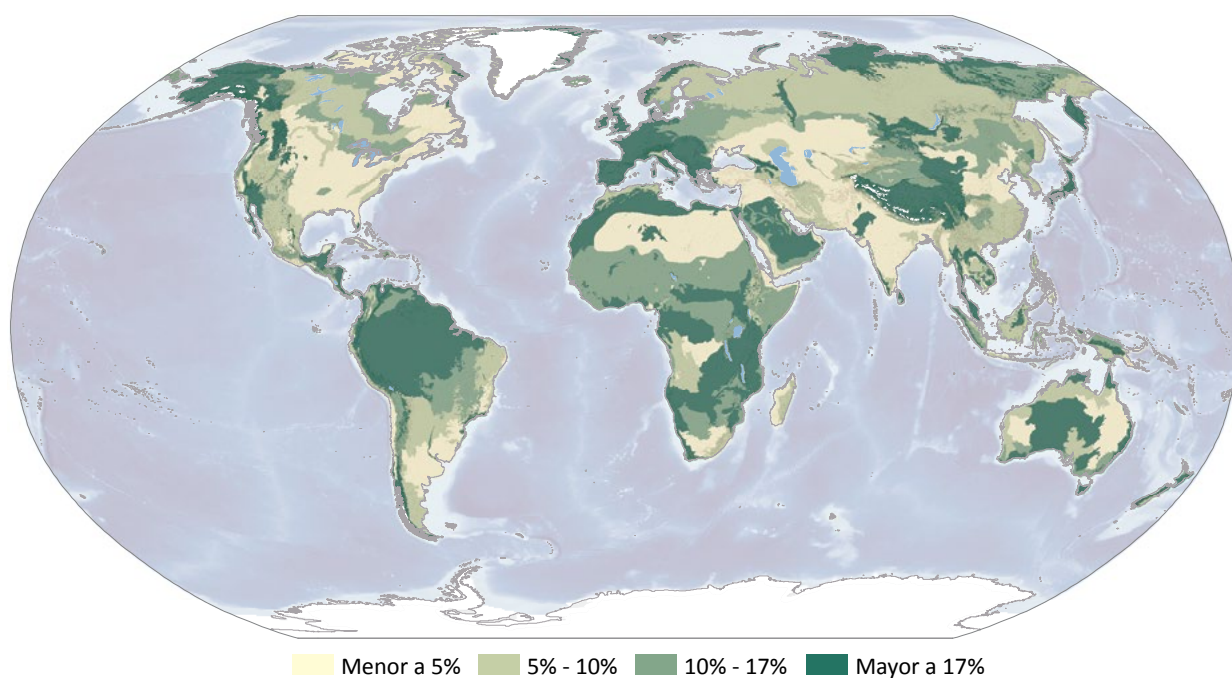
La alteración humana del medio ambiente mundial ha causado cambios considerables en la distribución natural de la biodiversidad (Chapin *et al.*, 2000; Ellis y Ramankutty, 2008; Ellis *et al.*, 2010; Barnosky *et al.*, 2012). El impacto humano sobre la biosfera puede evaluarse de muchas maneras. Por ejemplo, estimaciones recientes de la apropiación humana de la producción primaria neta sugieren que el 24% de la productividad primaria neta potencial de los ecosistemas terrestres del mundo es consumida por los seres humanos (Haberl *et al.*, 2007).

El nivel de influencia humana en la biosfera terrestre también se puede medir y mapear a través del índice de huella humana (Sanderson *et al.*, 2002) (Figura 3.5). Este índice combina la información sobre la densidad de la pobla-

**Tabla 3.6 Cobertura de áreas protegidas de los biomas terrestres**

Bioma terrestre	Área terrestre total (km²)	Área protegida (km²)	Área protegida (%)
Bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales	19'896.257	4'712.331	23,7
Bosques latifoliados secos tropicales y subtropicales	3'025.997	290.896	9,6
Bosques de coníferas tropicales y subtropicales	712.617	83.513	11,7
Bosques latifoliados templados y mixtos	12'835.688	1'540.766	12,0
Bosques de coníferas templados	4'087.094	687.694	16,8
Bosques boreales / taiga	15'077.946	1'570.569	10,4
Praderas, sabanas y matorrales tropicales subtropicales	20'295.446	2'973.704	14,7
Praderas, sabanas y matorrales templados	10'104.108	456.517	4,5
Praderas y sabanas inundables	1'096.130	339.170	30,9
Praderas y matorrales montañosos	5'203.411	1'393.007	26,8
Tundra	8'313.849	1'812.734	21,8
Bosques y matorrales mediterráneos	3'227.268	512.190	15,9
Desiertos y matorrales xerófilos	27'984.645	3'382.967	12,1
Manglares	348.519	97.983	28,1

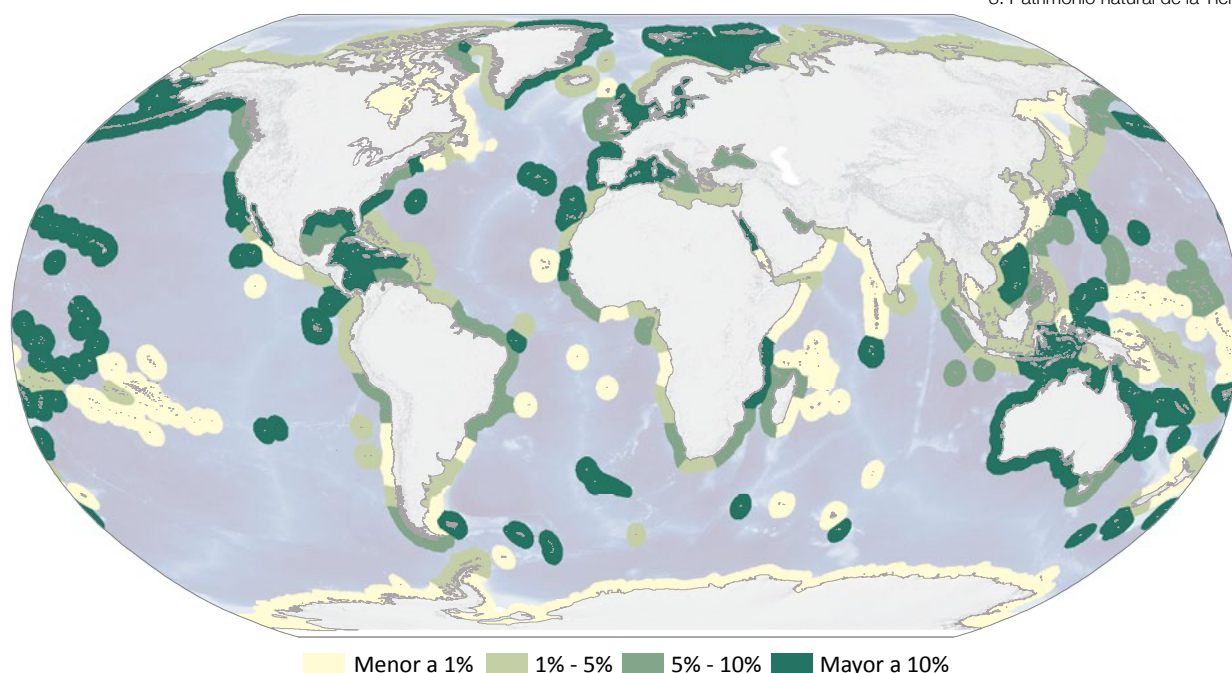
La cobertura se calculó sobre la base de todas las áreas protegidas que se muestran en la Figura 3.6, con la eliminación de las superposiciones de espacio de las diferentes áreas protegidas. Fuentes: Olsen *et al.*, 2001; IUCN y UNEP-WCMC, 2014



**Figura 3.7 Área porcentual de cada ecorregión terrestre cubierta por áreas protegidas**

Fuentes: Olsen *et al.*, 2001; IUCN y UNEP-WCMC, 2014





**Figura 3.8 Área porcentual de cada ecorregión marina (hasta doscientos metros de profundidad) cubierta por áreas protegidas**

Fuentes: Spalding *et al.*, 2007; IUCN y UNEP-WCMC, 2014

ción humana, la transformación de la tierra (por ejemplo, a través de la agricultura o en áreas edificadas), la accesibilidad humana (por ejemplo, a lo largo de carreteras, costas y ríos importantes) y la infraestructura de energía eléctrica (inferida a partir de las luces en la noche). Este índice mide la influencia humana relativa en cada bioma terrestre. Un valor de cero indica la parte menos influenciada de cierto bioma y un valor de cien indica la parte más influenciada del mismo. Así, un puntaje de diez en el índice para los bosques tropicales húmedos en el reino Afrotrópico indica que el área se encuentra entre el 10% de las áreas menos influenciadas en su bioma, lo mismo que un puntaje de diez en la tundra del reino Paleártico, aunque la magnitud absoluta de la influencia en estos dos lugares puede ser muy diferente (Sanderson *et al.*, 2002).

### Áreas protegidas como salvaguardas para el patrimonio natural de la Tierra

Las áreas protegidas manejadas eficazmente juegan un papel clave en la conservación del patrimonio natural de la Tierra. A través de los servicios ecosistémicos asociados, las áreas protegidas también apoyan los medios de subsistencia de más de mil millones de personas en todo el mundo (UN Millennium Project, 2005) y contribuyen con miles de millones de dólares a las economías locales, nacionales y globales (Kettunen *et al.*, 2011).

No obstante, para ser efectivas, las áreas protegidas no solo deben estar ubicadas en los lugares adecuados y estar bien gobernadas y administradas, sino también deben contar con una buena planeación y los recursos necesarios (Lockwood *et al.*, 2006). Esto se ha reconocido durante mucho tiempo en varios acuerdos ambientales multilaterales internacionales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), la Convención de Ramsar y la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial. En 2010, las 193 partes del CDB adoptaron el Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020, el cual incluye veinte metas globales conocidas colectivamente como las Metas de Biodiversidad de Aichi (CBD, 2010b). La Meta 11 se refiere específicamente a las áreas protegidas y establece una agenda ambiciosa para los próximos años:

Para 2020, al menos el 17% de las zonas terrestres y de aguas continentales y el 10% de las zonas marinas y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos, son conservadas por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados, y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y están integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios (CBD, 2010b, p. 9).

## Cobertura global de las áreas protegidas

A mediados de 2014, las áreas protegidas, incluyendo todas las áreas protegidas designadas a nivel nacional e internacional de todas las categorías de gestión y tipos de gobernanza de la UICN (incluidas las “desconocidas”), excepto las reservas de la biosfera de la UNESCO, que estaban registradas en la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas (BDMAP), cubrían el 15,4% de la superficie terrestre mundial (fuera de la Antártida) y el 3,4% de la superficie oceánica mundial (Figura 3.6, IUCN y UNEP-WCMC, 2014). Esto incluía el 8,4% de las áreas marinas bajo jurisdicción nacional, aquí definidas como aquellas que se extienden desde la costa hasta el límite exterior de la zona económica exclusiva (ZEE) a doscientas millas náuticas (370 kilómetros), y el 10,9% si solo se consideran las áreas cerca a la costa (0-12 millas náuticas, o 0-22 kilómetros, desde tierra).

La red mundial de áreas protegidas aún no cumple con el requisito de representatividad ecológica estipulado en la Meta 11, y varios reinos biogeográficos están subrepresentados, en particular los reinos Oceanía e Indomalayo (Tabla 3.5) (IUCN y UNEP-WCMC, 2014). También se necesita una mayor cobertura en varios biomas, en especial en las praderas, sabanas y matorrales templados y en los bosques latifoliados secos tropicales y subtropicales (Tabla 3.6). En la actualidad, trescientas cincuenta (43%) de las 823 ecorregiones terrestres fuera del continente antártico cumplen con el objetivo del 17% (Figura 3.7) (IUCN y UNEP-WCMC, 2014), y 78 (34%) de las 232 ecorregiones marinas cumplen el objetivo del 10% (Figura 3.8) (véase también Spalding *et al.*, 2013).

Muchos estudios también han demostrado que las redes de áreas protegidas existentes, desde escalas nacionales hasta mundiales, todavía no proporcionan una cobertura adecuada para las especies amenazadas (por ejemplo, Rodrigues *et al.*, 2004; Watson *et al.*, 2011) ni para los sitios clave que les dan soporte (Butchart *et al.*, 2012). No obstante, cabe señalar que un gran número de especies ya está totalmente confinado a áreas protegidas y algunas veces solo a una de ellas.

La cobertura es solo uno de los muchos indicadores que pueden utilizarse para evaluar las fortalezas y debilidades de las redes de áreas protegidas existentes. Los siguientes capítulos de este libro tratan en detalle las mediciones de la efectividad del manejo de áreas protegidas, incluidas la buena gobernanza, la administración competente, la planeación adecuada y los recursos de diferentes tipos de áreas protegidas. Dado que los recursos para la conservación siempre serán limitados, los esfuerzos de conservación deben priorizarse. Este es el tema que trataremos a continuación.

## Prioridades mundiales de conservación de la biodiversidad

Es necesario priorizar las acciones de conservación porque los recursos disponibles para esta son limitados, y la biodiversidad y las amenazas a ella no se distribuyen de manera uniforme (Brooks *et al.*, 2006, 2010). En resumen, la priorización ayuda a decidir dónde, cuándo y cómo actuar, con las áreas protegidas efectivas como una de las herramientas clave en el arsenal de acciones para la conservación. Con el fin de orientar las acciones y la asignación de recursos, se han desarrollado varias plantillas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial (Brooks *et al.*, 2006, 2010). Sin embargo, todos estos enfoques tienen sus puntos fuertes y débiles. Por ejemplo, en cuanto a su cobertura taxonómica o geográfica, los criterios y umbrales utilizados y el valor práctico para diseñar redes de áreas protegidas eficaces y eficientes.

Todas las plantillas aplican uno o más de los siguientes conceptos para priorizar sitios específicos, (eco)regiones o grupos de ecorregiones para la conservación (Margules y Pressey, 2000; Brooks *et al.*, 2006, 2010; Schmitt, 2011):

- Irremplazabilidad
- Vulnerabilidad
- Representatividad

La irremplazabilidad se refiere a las opciones disponibles para la conservación del espacio, es decir, a la importancia de un área para la conservación de características específicas de la biodiversidad como especies o ecosistemas. Con frecuencia, la irremplazabilidad se mide en función del número de especies endémicas presentes en un área, pero existen otras mediciones (Brooks *et al.*, 2006). Por el contrario, la vulnerabilidad es un indicador de las opciones disponibles de conservación temporal, o la urgencia para la acción de conservación. Por ejemplo, esto puede evaluarse en función de la aparición de especies amenazadas, la pérdida de hábitat pasada o presente, la tenencia de la tierra y la presión de la población humana (Brooks *et al.*, 2006). La representatividad se refiere a la necesidad de representar o muestrear toda la variedad de características de la biodiversidad, incluidos los patrones y procesos, dentro de una red de áreas prioritarias o áreas protegidas (Margules y Pressey, 2000).

La mayoría de las plantillas dan prioridad a la alta irremplazabilidad, pero algunas priorizan la alta vulnerabilidad y otras la baja vulnerabilidad (Brooks *et al.*, 2006). La representatividad fue una consideración importante, por ejemplo, en la identificación de las ecorregiones prioritarias de Global 200 (Olson *et al.*, 2000; Olson y Dinerstein, 2002; Schmitt, 2011).

En la Tabla 3.7 se presenta un resumen de seis plantillas de prioridades para la conservación de la biodiversidad. Con la excepción de las ecorregiones prioritarias de Global 200, que incluyen explícitamente 43 ecorregiones marinas prioritarias, la mayoría de las plantillas conocidas cubren únicamente los ambientes terrestres y dulceacuícolas. No obstante, en los últimos años, un número creciente de estudios también ha identificado áreas prioritarias en ambientes marinos a nivel mundial (Tittensor *et al.*, 2010; Selig *et al.*, 2014), y algunas plantillas existentes se están expandiendo para incluir cada vez más sitios marinos (BirdLife International, 2010).

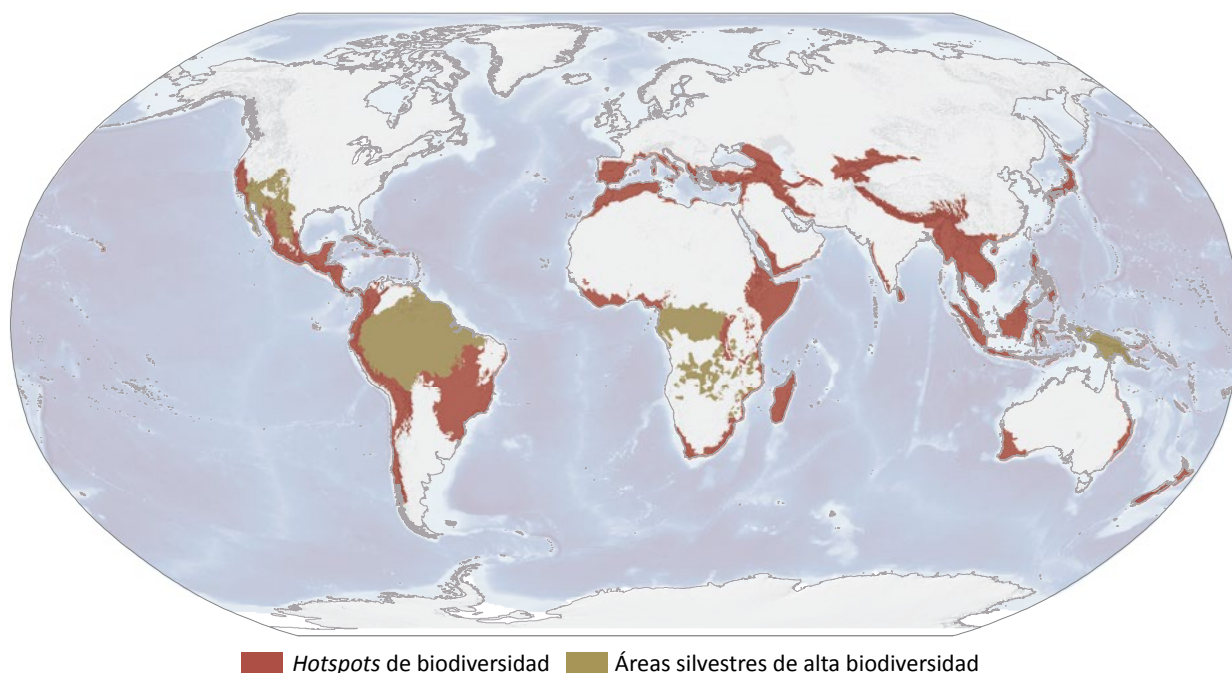
En Brooks *et al.* (2006, 2010) se puede encontrar un resumen de los enfoques a gran escala, mientras que los enfoques basados en áreas, conocidos colectivamente como “áreas clave para la biodiversidad” (ACB), se resumen en Langhammer *et al.* (2007). En las siguientes subsecciones describimos los *hotspots* de biodiversidad y las áreas silvestres de alta biodiversidad como ejemplos de enfoques a gran escala, y las ACB como un ejemplo de enfoques basados en el área. Cerramos esta sección con información sobre el estándar más amplio de las ACB que incluye los sitios de la ACE.

**Table 3.7 Métodos seleccionados para la priorización de la conservación de la biodiversidad**

Plantilla	Definición	Escala	Número de áreas o sitios	Área terrestre total (millones de km <sup>2</sup> )	Porcentaje del área terrestre mundial (%)	Referencias
<i>Hotspots</i> de biodiversidad	Agregaciones biogeográficamente similares de ecorregiones que albergan $\geq 0,5\%$ de las plantas del mundo como endémicas y con $\geq 70\%$ del hábitat primario ya perdido.	Clusteres de ecorregiones	35	23.6	15.9%	Myers <i>et al.</i> , 2000; Mittermeier <i>et al.</i> , 2004; Williams <i>et al.</i> , 2011
Áreas silvestres de alta biodiversidad	Agregaciones biogeográficamente similares de ecorregiones que albergan $\geq 0,5\%$ de las plantas del mundo como endémicas y con $\geq 70\%$ del hábitat primario restante y $\leq 5$ personas por km <sup>2</sup> .	Clusteres de ecorregiones	5	11.8	7.9%	Mittermeier <i>et al.</i> , 2002, 2003
Ecorregiones prioritarias de Global 200	Agregaciones de ecorregiones dentro de biomas caracterizados por una alta riqueza de especies, endemismo, singularidad taxonómica, fenómenos inusuales o rareza global del tipo de ecosistema principal.	Clusteres de ecorregiones	142 terrestres (más 53 dulceacuícolas y 43 marinos)	55.1	37.0%	Olson <i>et al.</i> , 2000; Olson y Dinerstein, 2002
Áreas de aves endémicas	Área única donde se encuentran $\geq 2$ especies de aves con rangos de reproducción mundial $< 50\,000$ km <sup>2</sup>	Región o sitio	218	14.2	9.5%	Stattersfield <i>et al.</i> , 1998
Sitios de la Alianza para la Cero Extinción	El sitio es un área única donde se encuentra una especie en peligro de extinción (EN) o en peligro crítico de extinción (CR) (o contiene $> 95\%$ de la población mundial de la especie EN o CR durante al menos una parte del ciclo de vida).	Site	588	0.6	0.4%	Ricketts <i>et al.</i> , 2005; AZE, 2012
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	Estos sitios albergan números significativos de una o más especies de aves amenazadas a nivel mundial; un área importante para la conservación de las aves es una de un grupo de áreas que en conjunto albergan, a su vez, un grupo de especies de aves de rango restringido o de especies de aves restringidas al bioma; o que tiene un número excepcionalmente grande de especies de aves migratorias o gregarias.	Site	10,993	8.8	5.9%	Evans, 1994; BirdLife International <i>et al.</i> , 2012

Fuentes: Brooks *et al.*, 2006, 2010; Schmitt, 2011; Bertzky *et al.*, 2013





**Figura 3.9 Hotspots de biodiversidad y áreas silvestres de alta biodiversidad del mundo**

Fuentes: Modificado de Mittermeier *et al.*, 2002, 2004; Williams *et al.*, 2011

### Hotspots de biodiversidad y áreas silvestres de alta biodiversidad

Tanto los *hotspots* de biodiversidad como las áreas silvestres de gran biodiversidad (high-biodiversity wilderness areas, HBWA) albergan concentraciones excepcionales de especies endémicas (Tabla 3.7). Cada una de estas áreas prioritarias a gran escala es el hogar de al menos mil quinientas especies endémicas de plantas vasculares; es decir, más del 0,5% del estimado de trescientas mil especies de plantas vasculares en el mundo (Myers *et al.*, 2000; Mittermeier *et al.*, 2002, 2004). Si bien los *hotspots* y las HBWA son comparables en términos de su irremplazabilidad general, difieren en su vulnerabilidad: los *hotspots* ya han perdido más del 70% de su vegetación primaria, mientras que las HBWA retienen más del 70% de su vegetación primaria y están poco pobladas (menos de cinco personas por kilómetro cuadrado).

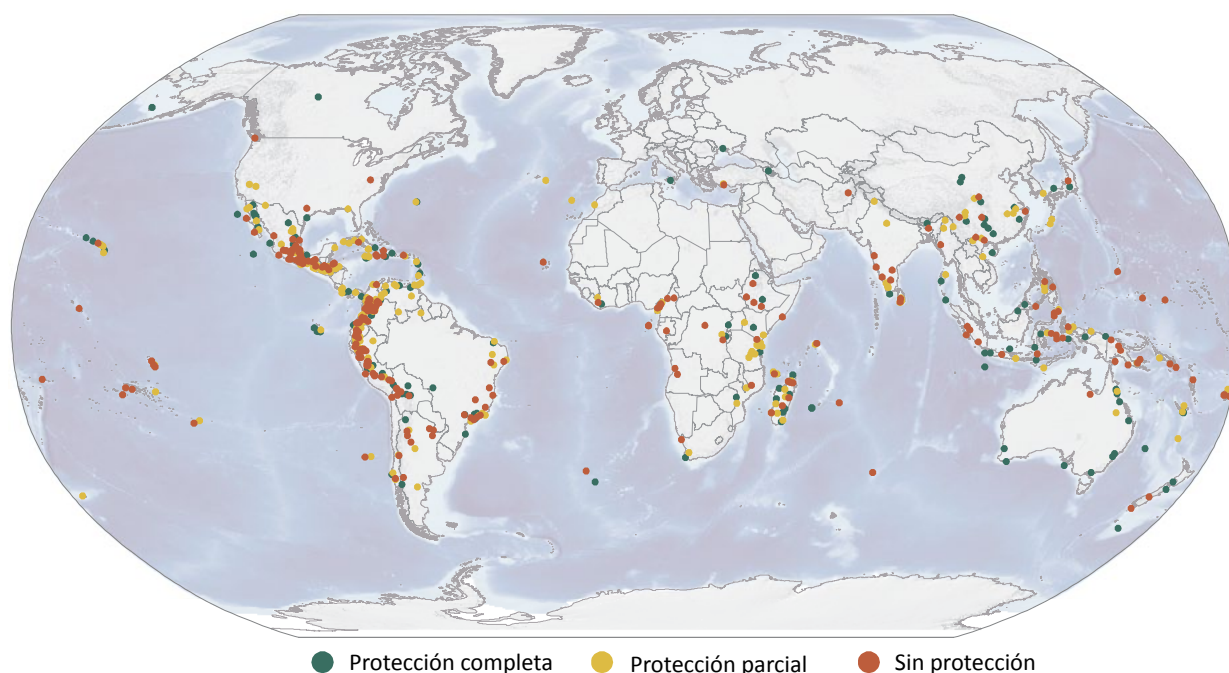
A la fecha, en todo el mundo se han identificado 35 *hotspots* y cinco HBWA (Figura 3.9). En conjunto, se ha estimado que los *hotspots* y las HBWA albergan más del 50% de todas las especies de plantas vasculares y de vertebrados terrestres (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), además de muchas otras especies incluidos invertebrados y hongos (Stork y Habel, 2013), sobre el 23,8% de la superficie terrestre mundial. Aunque es evidente que estas áreas son críticas para la supervivencia de la diversidad de la vida en la Tierra, debe señalarse que no compren-

den todas las áreas de prioridad global conocidas para los vertebrados (Jenkins *et al.*, 2013) y menos aún para otros grupos taxonómicos.

### Sitios de la Alianza para la Cero Extinción

Por otra parte, los sitios de la ACE son un ejemplo de áreas prioritarias a escala del sitio. En resumen, estos sitios son de excepcional irremplazabilidad y vulnerabilidad ya que representan “centros de extinción inminente, donde las especies altamente amenazadas están confinadas a sitios únicos” (Ricketts *et al.*, 2005, p. 18.497). Los 588 sitios de la ACE identificados hasta la fecha (Figura 3.10, Tabla 3.7) cubren solo el 0,4% de la superficie terrestre mundial, pero son críticos para la supervivencia de 919 especies de coníferas y vertebrados en peligro o en peligro crítico de extinción (Butchart *et al.*, 2012). Es probable que existan más sitios de este tipo para otros taxones, pero aún no se han identificado formalmente como sitios de la ACE.

La protección de los sitios de la ACE sigue siendo inadecuada, aunque se ha demostrado que las especies que se encuentran en aquellos con mayor cobertura de áreas protegidas tienden a estar mejor. Butchart *et al.* (2012) demostraron que el aumento en el riesgo de extinción durante las últimas dos décadas fue un tercio menor para los mamíferos, las aves y los anfibios restringidos a los sitios de la ACE completamente cubiertos por áreas protegidas en comparación



**Figura 3.10 Estado de protección de los sitios de la Alianza para la Cero Extinción**

Fuente: Modificado de Butchart *et al.* (en preparación)

con aquellos restringidos a sitios no protegidos o parcialmente protegidos. No obstante, también encontraron que solo el 22% de los 588 sitios conocidos de la ACE estaban completamente cubiertos por áreas protegidas, mientras que el 51% permanecía completamente desprotegido en 2008 (Figura 3.10). Los puntos verdes de la Figura 3.10 indican los sitios cubiertos completamente por áreas protegidas, los puntos amarillos los sitios parcialmente cubiertos y los puntos rojos los sitios no protegidos.

### Áreas clave para la biodiversidad

Los sitios de la ACE son el subconjunto de mayor prioridad de las Áreas Clave para la Biodiversidad (ACB), es decir, sitios que contribuyen significativamente a la persistencia global de la biodiversidad de acuerdo con los criterios estandarizados a nivel mundial (Langhammer *et al.*, 2007). Otros subconjuntos bien conocidos de las ACB incluyen las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA) (Tabla 3.7) y las áreas importantes para las plantas (important plant áreas, IPA), ya que ambas representan áreas prioritarias identificadas dentro de grupos taxonómicos específicos. El enfoque de ACB también puede aplicarse en ambientes marinos y dulceacuícolas (BirdLife International, 2010; Holland *et al.*, 2012) y, a través del CDB, el concepto complementario de áreas marinas ecológica o biológicamente significativas ha avanzado en los últimos años.

Los inventarios de las ACB han “informado la selección de sitios para la protección bajo la legislación nacional e internacional, considerados acordes con los estándares internacionales de desempeño de la sustentabilidad, e incluidos en acuerdos ambientales multilaterales” (IUCN, 2012, p. 2). Un ejemplo de esto es el uso de sitios de la ACE y de las AICA con el fin de lograr y medir el progreso hacia las Metas de Biodiversidad de Aichi del CDB –por ejemplo, como sitios prioritarios para una reducción en la pérdida de especies y hábitats a través del establecimiento y gestión de áreas protegidas–.

Actualmente, la UICN lidera un proceso de consulta global para consolidar los diferentes criterios y umbrales de las ACB existentes en un nuevo estándar para las ACB. Se ha propuesto que el nuevo estándar se lance en 2015, y se espera que encuentre una amplia aplicación en la planeación y la toma de decisiones respecto a la conservación.

El propósito final de este proceso es brindar una metodología objetiva y científicamente rigurosa que sea fácil de aplicar para identificar ACB a lo largo de los biomas terrestres, dulceacuícolas y marinos. Este nuevo estándar de la UICN orientará a los responsables de la toma de decisiones en las áreas que requieren salvaguardas, y ayudará a una serie de usuarios finales a definir sus prioridades de conservación, cumplir con sus compromisos internacionales y con sus políticas ambientales. (IUCN, 2012, p. 2)

## Planeación sistemática de la conservación

El conocimiento de las ACB y de otras áreas prioritarias también puede brindar información para el importante proceso de la planeación sistemática de la conservación. Este proceso puede ayudar a diseñar áreas protegidas y redes de áreas protegidas efectivas y eficientes que cumplan con los objetivos generales de representatividad y persistencia de la biodiversidad de la manera más costo-efectiva (Margules y Pressey, 2000). Para lograr esto, la planeación sistemática de la conservación utiliza los mejores datos disponibles sobre patrones y procesos de la biodiversidad, incluida su irremplazabilidad y vulnerabilidad, las áreas protegidas existentes, el costo de establecer y gestionar nuevas áreas protegidas y los costos de oportunidad de los usos competitivos de la tierra. En palabras de Margules y Pressey (2000, p. 243), el poder de la planeación sistemática de la conservación proviene de su “eficiencia en el uso de recursos limitados para alcanzar las metas de conservación, su capacidad de defensa y flexibilidad frente a los usos competitivos de la tierra, y su rendición de cuentas al permitir que las decisiones se revisen críticamente”. En el Capítulo 13 puede encontrarse más información sobre la planeación sistemática de la conservación.

## Introducción al manejo ecosistémico

En este apartado presentamos brevemente el patrimonio natural abiótico y biótico de la Tierra. Los administradores de áreas protegidas están en la primera instancia de gestión para la protección y conservación de los principales ecosistemas que ayudan a mantener la vida en la Tierra. Una vez que las áreas importantes para la biodiversidad que fueron identificadas gozan de una protección formal, deben ser efectivamente manejadas.

Dicho manejo puede incluir respuestas a amenazas tales como la destrucción y la fragmentación del hábitat, la sobreexplotación, las especies exóticas invasoras, las enfermedades, las perturbaciones, la contaminación y el cambio climático (véase el Capítulo 16).

No obstante, los problemas de las áreas protegidas suelen ser más complejos que simples contratiempos. Los administradores deben entender esta complejidad, la que hace parte de la gestión en un mundo dinámico (véase el Capítulo 10). Es importante evaluar y dar respuesta a las causas fundamentales de las amenazas a la biodiversidad de una manera más estratégica que reactiva, ya que esta última podría abordar solamente los síntomas de las amenazas (véase el Capítulo 16).

Un desafío complejo es el cambio climático, que representa una amenaza importante para todas las especies (véase el Capítulo 17), y las directrices estratégicas ofrecidas para la gestión de áreas protegidas comprenden los siguientes seis principios rectores:

1. Mantener un buen funcionamiento de los ecosistemas: “para asegurar un funcionamiento adecuado es crucial mantener o mejorar la resiliencia de los ecosistemas; no obstante, en el contexto del cambio climático, ¿cuándo se vuelve esto contraproducente y se hace más importante la facilitación de nuevos ecosistemas?” (Steffen *et al.*, 2009, p. 150). A medida que la transformación del cambio climático se vuelva más común a finales de este siglo, será crítico el monitoreo del funcionamiento de estos nuevos ecosistemas y su capacidad de prestar los servicios de los que depende la sociedad (véanse los Capítulos 11 y 21).
2. Proteger un conjunto representativo de sistemas ecológicos: “todos los ambientes deben estar representados en los sistemas de reserva regional, y diferentes arquitecturas paisajísticas, en lo que respecta a las distribuciones de parches y conexión de los hábitats, deberían estar representadas en los paisajes regionales que estén dentro y fuera de reservas” (Steffen *et al.*, 2009, p. 150) (véanse los Capítulos 13 y 27).
3. Eliminar o minimizar los factores de estrés existentes: “[Con] atención especial a los que pueden beneficiarse del cambio climático” (Steffen *et al.*, 2009, p. 150) (véase el Capítulo 16).
4. Gestionar una conectividad adecuada de especies, paisajes terrestres, paisajes marinos y procesos ecosistémicos: “este principio implica la necesidad de revertir la tendencia a la simplicidad y la eficiencia (pérdida de diversidad) en los paisajes terrestres y en la zona costera, y construir paisajes terrestres y ecosistemas con mayor complejidad, redundancia y resiliencia” (Steffen *et al.*, 2009, p. 151) (véase el Capítulo 27).
5. Es posible que se necesite una ingeniería ecológica para ayudar a la transformación de algunas comunidades en el contexto del cambio climático: “[Habrán] casos donde un enfoque pasivo de ‘permitir que la naturaleza se adapte’ puede y debe potenciarse con medidas más proactivas para conservar la biodiversidad” (Steffen *et al.*, 2009, p. 151).

## Conclusión

En este capítulo hemos brindado una visión global de asuntos críticos para los administradores de áreas protegidas desde una perspectiva de gestión del patrimonio natural. Enfatizamos que la Tierra es una maravilla de la naturaleza,





El mielero de Nueva Holanda (*Phylidonyris novaehollandiae*) es un visitante frecuente, bienvenido en muchas casas y jardines del sur de Australia. Es una de las 898 especies de aves registradas en Australia y es nativa de hábitats que incluyen bosques, riveras de arroyos, matorrales costeros y brezales. Aquí se ve con una de sus fuentes favoritas de néctar, la flor de una planta nativa del género *Grevillea*, de la familia *Proteaceae*, un vestigio de Gondwana (Gondwana es el antiguo súper continente que incluía la Antártida, Australia, África, India y Sudamérica). Algunos pájaros australianos muestran una evolución convergente con las especies de otras partes; por ejemplo, los mieleros se asemejan a las nectarinas del hemisferio norte

Fuente: Graeme L. Worboys

pero de un tamaño finito. La litosfera que ocupamos, la atmósfera que respiramos y la biosfera y formas de vida con las que compartimos la Tierra son finitas. Determinamos que nuestro planeta también es un lugar dinámico, con procesos geológicos que cambian constantemente la naturaleza de su geodiversidad, y cómo la vida primigenia en la Tierra ayudó a crear las condiciones atmosféricas adecuadas para los organismos presentes en la actualidad. Describimos cómo esto, a su vez, a través de respuestas evolutivas, culminó en un mundo natural rico y biodiverso. Presentamos esta diversidad y describimos los principales tipos de ecosistemas en la Tierra.

También presentamos cómo los sistemas de soporte a la vida de la Tierra han sido afectados por la actividad humana y el subsiguiente cambio climático. Reflexionamos sobre lo que esto significa para los administradores de áreas protegidas en el siglo XXI, y cuáles son los desafíos de trabajar en un mundo natural dinámico que ha sufrido el impacto de los humanos. En efecto, presentamos la naturaleza, el alcance, la complejidad

y la magnitud del desafío que tienen los administradores de áreas protegidas de todo el mundo respecto a su papel de ayudar a conservar la vida y los otros tesoros naturales de la Tierra. También mencionamos la base de otros capítulos de este libro que examinan con mayor detalle aspectos particulares de la profesión de gestión de áreas protegidas.

## Referencias




Lecturas recomendadas

Abell, R.; Thieme, M.L.; Revenga, C.; Bryer, M.; Kotterlat, M.; Bogutskaya, N.; Coad, B.; Mandrak, N.; Balderas, S.C.; Bussing, W.; Stiassny, M.L.J.; Skelton, P.; Allen, G.R.; Unmack, P.; Naseka, A.; Ng, R.; Sindorf, N.; Robertson, J.; Armijo, E.; Higgins, J.V.; Heibel, T.J.; Wikramanayake, E.; Olson, D.; López, H.L.; Reis, R.E.; Lundberg, J.G.; Pérez, M.H.S. y Petry, P. (2008).


- Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience*, 58, 403-414.
- Alliance for Zero Extinction (AZE). (2012). 2010 AZE Update: March 2012. Washington, DC.: Alliance for Zero Extinction. Recuperado de: [www.zeroextinction.org](http://www.zeroextinction.org)
- Barnosky, A.D.; Hadly, E.A.; Bascompte, J.; Berlow, E.L.; Brown, J.H.; Fortelius, M.; Getz, W. M.; Harte, J.; Hastings, A.; Marquet, P.A.; Martinez, D.; Mooers, A.; Roopnarine, P.; Vermeij, G.; Williams, J.W.; Gillespie, R.; Kitzes, J.; Marshall, C.; Matzke, N.; Mindell, D.P.; Revilla, E. y Smith, A.B. (2012). Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature*, 486, 52-58.
- Matzke, N.; Tomiya, S.; Wogan, G.U.; Swartz, B.; Quental, T.B.; Marshall, C.; McGuire, J.L.; Lindsey, E.L.; Maguire, K.C.; Mersey, B. y Ferrer, E.A. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471, 51-57.
- Beerling, D. (2007). *The Emerald Planet*. Oxford: Oxford University Press.
- Bertzky, B.; Corrigan, C.; Kemsey, J.; Kenney, S.; Ravilious, C.; Besançon, C. y Burgess, N.D. (2012). Protected Planet Report 2012: Tracking progress towards global targets for protected areas. Gland: IUCN, Cambridge: UNEP-WCMC.
- Shi, Y.; Hughes, A.; Engels, B.; Ali, M.K. y Badman, T. (2013). Terrestrial Biodiversity and the World Heritage List: Identifying broad gaps and potential candidate sites for inclusion in the natural World Heritage network. Gland: IUCN, Cambridge: UNEP-WCMC.
- Biello, D. (2009, agosto 19). The origin of oxygen in Earth's atmosphere. *Scientific American*. Recuperado de: [www.scientificamerican.com/article/origin-of-oxygen-in-atmosphere/](http://www.scientificamerican.com/article/origin-of-oxygen-in-atmosphere/)
- BirdLife International. (2010). Marine Important Bird Areas: Priority sites for the conservation of biodiversity. Cambridge: BirdLife International.
- BirdLife International, Conservation International and Partners. (2012). Global Key Biodiversity Areas Dataset: March 2012. Cambridge: BirdLife International. Recuperado de: [www.birdlife.org/datazone/site](http://www.birdlife.org/datazone/site)
- Brooks, T.M.; Bakarr, M.I.; Boucher, T.; da Fonseca, G.A.B.; Hilton-Taylor, C.; Hoekstra, J.M.; Moritz, T.; Olivier, S.; Parrish, J.; Pressey, R.L.; Rodrigues, A.S.L.; Sechrest, W.; Stattersfield, A.; Strahm, W. y Stuart, S.N. (2004). Coverage provided by the global protected-area system: is it enough? *BioScience*, 54, 1081-1091.
- Mittermeier, R.A.; da Fonseca, G.A.B.; Gerlach, J.; Hoffmann, M.; Lamoreux, J.F.; Mittermeier, C.G.; Pilgrim, J.D. y Rodrigues, S.L. (2006). Global biodiversity conservation priorities. *Science*, 313, 58-61.
- Mittermeier, R.A.; da Fonseca, G.B.; Gerlach, J.; Hoffmann, M.; Lamoreux, J.F.; Mittermeier, C.G.; Pilgrim, J.D. y Rodrigues, A.S.L. (2010). Global biodiversity conservation priorities: an expanded review. En J. Lovett y D.G. Ockwell (eds.). *A Handbook of Environmental Management*, pp. 8-29. Reino Unido: Edward Elgar, Cheltenham.
- Butchart, S.H.M.; Scharlemann, J.P.W.; Evans, M.I.; Quader, S.; Arico, S.; Arinaitwe, J.; Balman, M.; Bennun, L.A.; Bertzky, B.; Besançon, C.; Boucher, T.M.; Brooks, T.M.; Burfield, I.J.; Burgess, N.; Chan, S.; Clay, R.P.; Crosby, M.J.; Davidson, N.C.; de Silva, N.; Devenish, C.; Dutson, G.C.L.; Fernandez, D.; Fishpool, L.D.C.; Fitzgerald, C.; Foster, M.; Heath, M.F.; Hockings, M.; Hoffmann, M.; Knox, D.; Larsen, F.W.; Lamoreux, J.F.; Loucks, C.; May, I.; Millett, J.; Molloy, D.; Morling, P.; Parr, M.; Ricketts, T.H.; Seddon, N.; Skolnik, B. y Stuart, S. (2012). Protecting important sites for biodiversity contributes to meeting global conservation targets. *PLoS ONE*, 7(3), e32529.
- Stattersfield, A.J. y Collar, N.J. (2006). How many bird extinctions have we prevented? *Oryx*, 40(3), 266-278.
- Chape, S.; Harrison, J.; Spalding, M. y Lysenko, I. (2005). Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, B 360, 443-455.
- Chapin, F.S. III; Zavaleta, E.S.; Eviner, V.T.; Naylor, R.L.; Vitousek, P.M.; Reynolds, H.L.; Hooper, U.; Lavelle, S.; Sala, O.E.; Hobbie, S.E.; Mack, M.C. y Diaz, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 234-242.
- Chapman, A.D. (2009). *Number of Living Species in Australia and the World*. 2ª ed. Canberra: Australian Biological Resources Study.

- Constant, P. (2004). *Galapagos: a natural history guide*. 6a ed. Hong Kong: Odyssey.
- Convention on Biological Diversity (CBD). (1992). *Convention on Biological Diversity*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
-  (2010a). *Global Biodiversity Outlook 3*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- (2010b). Decision x/2 of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Dudley, N.; Stolton, S.; Belokurov, A.; Krueger, L.; Lopoukhine, N.; MacKinnon, K.; Sandwith, T. y Sekran, N. (eds.). (2010). *Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change*. Gland: IUCN WCPA y WWF, Arlington: The Nature Conservancy, Nueva York: UNDP y Wildlife Conservation Society, Washington D.C.: The World Bank.
- Dullinger, S.; Essl, F.; Rabitsch, W.; Erb, K.H.; Gingrich, S.; Haberl, H.; Hülber, K.; Jarošík, V.; Krausmann, F.; Kühn, I.; Pergl, J.; Pyšek, P. y Hulme, P.E. (2013). Europe's other debt crisis caused by the long legacy of future extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 7342-7347.
- Duncan, R.P.; Boyer, A.G. y Blackburn, T.M. (2013). Magnitude and variation of prehistoric bird extinctions in the Pacific. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 6436-6441.
- Ellis, E.C. y Ramankutty, N. (2008). Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6, 439-447.
- Goldewijk, K.K.; Siebert, S.; Lightman, y Ramankutty, N. (2010). Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 589-606.
- Evans, M.I. (1994). *Important Bird Areas in the Middle East*. Cambridge: BirdLife International.
- Gaston, K.J. (2000). Global patterns in biodiversity. *Nature*, 405, 220-227.
-  Gray, M. (2004). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Chichester, Reino Unido: Wiley y Sons.
-  Groombridge, B. y Jenkins, M.D. (2002). *World Atlas of Biodiversity: Earth's living resources in the 21st century*. Berkeley: University of California Press y Cambridge: UNEP-WCMC.
- Haberl, H.; Erb, K.H.; Krausmann, F.; Gaube, V.; Bondeau, A.; Plutzar, C.; Gingrich, S.; Lucht, W. y Fischer-Kowalski, M. (2007). Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 12.942-12.947.
- Hamilton, L.S. (2002). Why mountains matter. *IUCN World Conservation Bulletin*, 1, 4-5.
-  McMillan, L. (2004). *Guidelines for Planning and Managing Mountain Protected Areas*. Gland: IUCN.
-  Hoekstra, J.; Molnar, J.L.; Jennings, M.; Revenga, C.; Spalding, M. D.; Boucher, T. M.; Robertson, J. C.; Heibel, T.J. y Ellison, K. (2010). *The Atlas of Global Conservation: Changes, challenges, and opportunities to make a difference*. Berkeley: University of California Press.
- Holland, R.A.; Darwall, W.R.T. y Smith, K.G. (2012). Conservation priorities for freshwater biodiversity: the key biodiversity area approach refined and tested for continental Africa. *Biological Conservation*, 148, 167-179.
- Holt, B.G.; Lessard, J.P.; Borregaard, M.K.; Fritz, S.A.; Araújo, M.B.; Dimitrov, D.; Fabre, P.H.; Graham, C.H.; Graves, G.R.; Jönsson, K.A.; Nogués-Bravo, D.; Wang, Z.; Whittaker, R.J.; Fjeldså, J. y Rahbek, C. (2013). An update of Wallace's zoogeographic regions of the world. *Science*, 339, 74-78.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013). *Climate Change 2013: the physical science basis - Headline statements for policy makers*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. Recuperado de: [www.ipcc.ch/](http://www.ipcc.ch/)
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2012). *Consolidating the Criteria for Identifying Sites of Significance for Biodiversity: a global consultation process - Progress update*. Gland: IUCN.
- (2013a). *Natural World Heritage Facts and Figures 2013*. Gland: IUCN. Recuperado de: [www.iucn.org/about/work/programmes/wcpa\\_worldheritage/about/wcpa\\_whfacts/](http://www.iucn.org/about/work/programmes/wcpa_worldheritage/about/wcpa_whfacts/)
- (2013b). *The IUCN Red List of Threatened Species: Version 2013.2*. Gland: IUCN. Recuperado de: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)



- United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC). (2014). *Global Statistics from The World Database on Protected Areas (WDPA): August 2014*. Cambridge: UNEP-WCMC.
- Jenkins, C.N. y Joppa, L. (2009). Expansion of the global terrestrial protected area system. *Biological Conservation*, 142, 2166-2174.
- Jenkins, C.N.; Pimm, S.L. y Joppa, L. (2013). Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 2602-2610.
- Kettunen, M.; Dudley, N.; Bruner, A.; Pabon, L.; Conner, N.; Berghöfer, A.; Vakrou, A.; Mulongoy, K.J.; Ervin, J. y Gidda, S.B. (2011). Recognising the value of protected areas. En P. ten Brink (ed.). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making*, pp. 345-400. Londres: Earthscan.
- Kohler, T. y Maselli, D. (eds.). (2009). *Mountains and Climate Change: from understanding to action*. Berna: Geographica Bernensia.
- Kreft, H. y Jetz, W. (2010). A framework for delineating biogeographical regions based on species distributions. *Journal of Biogeography*, 37, 2029-2053.
-  Ladle, R.J. y Whittaker, R.J. (eds.). (2011). *Conservation Biogeography*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Langhammer, P.F.; Bakarr, M.I.; Bennun, L.A.; Brooks, T.M.; Clay, R.P.; Darwall, W.; de Silva, N.; Edgar, G.J.; Eken, G.; Fishpool, L.D.C.; da Fonseca, G.A.B.; Foster, M.N.; Knox, D.H.; Matiku, P.; Radford, E.A.; Rodrigues, A.S.L.; Salaman, P.; Sechrest, W. y Tordoff, A.W. (2007). *Identification and Gap Analysis of Key Biodiversity Areas: Targets for comprehensive protected area systems*. Gland: IUCN.
- Leakey, R. y Lewin, R. (1992). *The Sixth Extinction: patterns of life and the future of humankind*. Nueva York: Doubleday.
- Le Saout, S.; Hoffmann, M.; Shi, Y.; Hughes, A.; Bernard, C.; Brooks, T.M.; Bertzy, B.; Butchart, S.H.M.; Stuart, S.N.; Badman, T. y Rodrigues, S.L. (2013). Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science*, 342, 803-805.
- Linniger, H.; Weingartner, R. y Grossjean, M. (1998). *Mountains of the World: Water towers for the 21st century, Mountain Agenda*. Berna: University of Bern.
- Lockwood, M.; Worboys, G.L. y Kothari, A. (2006). *Managing Protected Areas: A global guide*. Londres: Earthscan.
- Mace, G.M.; Collar, N.J.; Gaston, K.J.; Hilton-Taylor, C.; Akçakaya, H.R.; Leader-Williams, N.; Milner-Gulland, E.J. y Stuart, S.M. (2008). Quantification of extinction risk: IUCN's system for classifying threatened species. *Conservation Biology*, 22, 1424-1442.
- Margules, C.R. y Pressey, R.L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405, 243-253.
- McNamara, K. (2009). *Prehistoric Life: the definitive visual history of life on Earth*. Londres: Permian, Dorling Kindersley.
-  Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and Human Well-Being*. Volume 1: Current State and Trends, Findings of the Condition and Trends Working Group. Washington: Island Press, DC.
- Mittermeier, R.A.; Gil, P.R.; Hoffman, M.; Pilgrim, J.; Brooks, T.; Mittermeier, C.G.; Lamoreux, J. y da Fonseca, G.A.B. (2004). *Hotspots Revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Ciudad de México: CEMEX.
- Mittermeier, C.G.; Brooks, T.M.; Pilgrim, J.D.; Konstant, W.R.; da Fonseca, G.A.B. y Kormos, C. (2003). Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100, 10.309-10.313.
- Mittermeier, C.G.; Gil, P.R.; Pilgrim, J.; da Fonseca, G.A.B.; Konstant, W.R. y Brooks, T. (2002). *Wilderness: Earth's last wild places*. Ciudad de México: CEMEX.
- Mora, C.; Tittensor, D.P.; Adl, S.; Simpson, A.G.B. y Worm, B. (2011). How many species are there on Earth and in the ocean? *PLoS Biology*, 9(8), e1001127.
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; da Fonseca, G.A.B. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- Olson, D.M. y Dinerstein, E. (2002). The Global 200: priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89, 199-224.

- Dinerstein, E.; Abell, R.; Allnutt, T.; Carpenter, C.; McClenachan, L.; d'Amico, J.; Hurley, P.; Kassem, K.; Strand, H.; Taye, M. y Thieme, M. (2000). *The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's distinctive ecoregions*. Washington, D.C.: WWF-US.
- Dinerstein, E.; Wikramanayake, E.D.; Burgess, N.D.; Powell, G.V.N.; Underwood, E.C.; d'Amico, J.A.; Itoua, I.; Strand, H.E.; Morrison, J.C.; Loucks, C.J.; Allnutt, T.F.; Ricketts, T.H.; Kura, Y.; Lamoreux, J.F.; Wettengel, W.W.; Hedao, P. y Kassem, K.R. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *BioScience*, 51, 933-938.
- Palmer, D. (2009). *Prehistoric Life: The definitive visual history of life on Earth, Young Earth*. Londres: Dorling Kindersley.
- Pimm, S.L.; Russell, G.J.; Gittleman, J.L. y Brooks, T.M. (1995). The future of biodiversity. *Science*, 269, 347-350.
- Price, M.F. (ed.). (2004). *Conservation and Sustainable Development in Mountain Areas*. Gland: IUCN.
- Purvis, A. y Hector, A. (2000). Getting the measure of biodiversity. *Nature*, 405, 212-219.
- Ricketts, T.H.; Dinerstein, E.; Boucher, T.; Brooks, T.M.; Butchart, S.H.M.; Hoffmann, M.; Lamoreux, J.F.; Morrison, J.; Parr, M.; Pilgrim, J.D.M.; Rodrigues, A.S.L.; Sechrest, W.; Wallace, G.E.; Berlin, K.; Bielby, J.; Burgess, N.D.; Church, D.R.; Cox, N.; Knox, D.; Loucks, C.; Luck, G.W.; Master, L.L.; Moore, R.; Naidoo, R.; Ridgely, R.; Schatz, G.E.; Shire, G.; Strand, H.; Wettengel, W. y Wikramanayake, E. (2005). Pinpointing and preventing imminent extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, 18.497-18.501.
- Rodrigues, A.S.L.; Andelman, S.J.; Bakarr, M.I.; Boitani, L.; Brooks, T.M.; Cowling, R.M.; Fishpool, L.D.C.; da Fonseca, G.A.B.; Gaston, K.J.; Hoffmann, M.; Long, J.S.; Marquet, P.A.; Pilgrim, J.D.; Pressey, R.L.; Schipper, J.; Sechrest, W.; Stuart, S.N.; Underhill, L.G.; Waller, R.W.; Watts, M.E.J. y Yan, X. (2004). Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, 428, 640-643.
- Pilgrim, J.D.; Lamoreux, J.F.; Hoffmann, M. y Brooks, T.M. (2006). The value of the IUCN Red List for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 21, 71-76.
- Rodríguez, J.P.; Rodríguez-Clark, K.M.; Baillie, J.E.M.; Ash, N.; Benson, J.; Boucher, T.; Brown, C.; Burgess, N.D.; Collen, B.; Jennings, M.; Keith, D.A.; Nicholson, E.; Revenga, C.; Reyers, B.; Rouget, M.; Smith, T.; Spalding, M.; Taber, A.; Walpole, M.; Zager, I. y Zamin, T. (2011). Establishing IUCN Red List criteria for threatened ecosystems. *Conservation Biology*, 25, 21-29.
- Rodríguez-Rodríguez, D.; Bomhard, B.; Butchart, S.H.M. y Foster, M. (2011). Progress towards targets for protected area coverage in mountains: a multi-scale assessment. *Biological Conservation*, 144, 2978-2983.
- Salafsky, N.; Salzer, D.; Stattersfield, A.J.; Hilton-Taylor, C.; Neugarten, R.; Butchart, S.H.M.; Collen, B.; Cox, N.; Master, L.L.; O'Connor, S. y Wilkie, D. (2008). A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology*, 22, 897-911.
- Sanderson, E.W.; Jaiteh, M.; Levy, M.A.; Redford, K.H.; Wannebo, A.V. y Woolmer, G. (2002). The human footprint and the last of the wild. *BioScience* 52: 891-904.
- SavingSpecies y Globaia. (2012). *Global Diversity of Mammal, Bird and Amphibian Species*. Recuperado de: [savingspecies.org/2012/stunning-new-biodiversity-maps-show-where-to-prioritize-conservation/](http://savingspecies.org/2012/stunning-new-biodiversity-maps-show-where-to-prioritize-conservation/)
-  Schmitt, C.B. (2011). A tough choice: approaches towards the setting of global conservation priorities. En F.E. Zachos y J.C. Habel (eds.). *Biodiversity Hotspots: Distribution and protection of conservation priority areas*, pp. 23-42. Berlin: Springer.
- Selig, E.R.; Turner, W.R.; Troëng, S.; Wallace, B.P.; Halpern, B.S.; Kaschner, K.; Lascelles, B.G.; Carpenter, K.E. y Mittermeier, R.A. (2014). Global priorities for marine biodiversity conservation. *PLoS ONE*, 9(1), e82898.
- Short, A.D. y Woodroffe, C.D. (2009). *The Coast of Australia*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Sinclair, A.R.E.; Fryxell, J.M. y Caughley. (2006). *Wildlife Ecology, Conservation and Management*. 2ª ed. Oxford: Blackwell.
- Spalding, M.D.; Agostini, V.N.; Rice, J. y Grant, S.M. (2012). Pelagic provinces of the world: a biogeographic classification of the world's surface pelagic waters. *Ocean and Coastal Management*, 60, 19-30.

- Fish, L. y Wood, L.J. (2008). Toward representative protection of the world's coasts and oceans - progress, gaps, and opportunities. *Conservation Letters*, 1, 217-226.
- Fox, H.E.; Allen, G.R.; Davidson, N.; Ferdaña, Z.A.; Finlayson, M.; Halpern, B.S.; Jorge, M.A.; Lombana, A.; Lourie, S.A.; Martin, K.D.; McManus, E.; Molnar, J.; Recchia, C.A. y Robertson, J. (2007). Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coast and shelf areas. *BioScience*, 57, 573-583.
- Meliane, I.; Milam, A.; Fitzgerald, y Hale, L.Z. (2013). Protecting marine spaces: global targets and changing approaches. En Chircop, S. Coffen-Smout y M. McConnell (eds.). *Ocean Yearbook* 27, pp. 213-248. Leiden: Brill/Nijhoff.
- Stattersfield, A.J.; Crosby, M.J.; Long, A.J. y Wege, C. (1998). *Endemic Bird Areas of the World: Priorities for biodiversity conservation*. Cambridge: BirdLife International.
- Steffen, W.; Burbidge, A.A.; Hughes, L.; Kitching, R.; Lindenmayer, D.; Musgrave, W.; Stafford Smith, M. y Werner, P. (2009). *Australia's Biodiversity and Climate Change*. Melbourne: CSIRO Publishing.
- Stork, N.E. y Habel, C. (2013). Can biodiversity hotspots protect more than tropical forest plants and vertebrates? *Journal of Biogeography*, 41, 421-428.
-  Strahler, A. N. (2011). *Introducing Physical Geography*, 5a ed. Hoboken: John Wiley y Sons.
- Tittensor, D.P.; Mora, C.; Jetz, W.; Lotze, H.K.; Ricard, D.; Berghe, E.V. y Worm, B. (2010). Global patterns and predictors of marine biodiversity across taxa. *Nature*, 466, 1098-1101.
- Udvardy, M.D.F. (1975). *A Classification of the Biogeographical Provinces of the World*. Morges, Suiza: IUCN.
- United Nations (UN) Millennium Project. (2005). *Environment and Human Well-Being: a practical strategy. Report of the Task Force on Environmental Sustainability*. Londres: Earthscan.
- United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC). (2002). *Mountain Watch: environmental change and sustainable development in mountains*. Cambridge: UNEP- WCMC.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO). (2014). *World Heritage List*. París: UNESCO. Recuperado de: [whc.unesco.org/en/list/](http://whc.unesco.org/en/list/)
- Watling, L.; Guinotte, J.; Clark, M.R. y Smith, C.R. (2013). A proposed biogeography of the deep ocean floor. *Progress in Oceanography*, 111, 91-112.
- Watson, J.E.M.; Evans, M.C.; Carwardine, J.; Fuller, R.A.; Joseph, L.N.; Segan, D.B.; Taylor, M.F.J.; Fensham, R.J. y Possingham, H.P. (2011). The capacity of Australia's protected area system to represent threatened species. *Conservation Biology*, 25, 324-332.
- White, M.E. (2003). *Earth Alive: from microbes to a living planet*. Sydney: Rosenberg Publishing.
- Whittaker, R.J.; Riddle, B.R.; Hawkins, B.A. y Ladle, R.J. (2013). The geographical distribution of life and the problem of regionalization: 100 years after Alfred Russel Wallace. *Journal of Biogeography*, 40, 2209-2214.
- Williams, K.J.; Ford, A.; Rosauer, D.F.; de Silva, N.; Mittermeier, R.; Bruce, C.; Larsen, F.W. y Margules, C. (2011). Forests of east Australia: the 35th biodiversity hotspot. En F.E. Zachos y J.C. Habel (eds.). *Biodiversity Hotspots: distribution and protection of conservation priority areas*, pp. 295-310. Berlín: Springer.



Este texto se tomó de *Protected Area Governance and Management*, editado por Graeme L. Worboys, Michael Lockwood, Ashish Kothari, Sue Feary e Ian Pulsford, publicado en 2019 por ANU Press, Universidad Nacional de Australia, Canberra, Australia.

La reproducción de esta publicación de ANU Press con fines educativos u otros fines no comerciales está autorizada sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos de autor, siempre y cuando se indique claramente la fuente. La reproducción de esta publicación para su reventa u otros fines comerciales está prohibida sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos de autor.

[doi.org/10.22459/GGAP.2019.03](https://doi.org/10.22459/GGAP.2019.03)