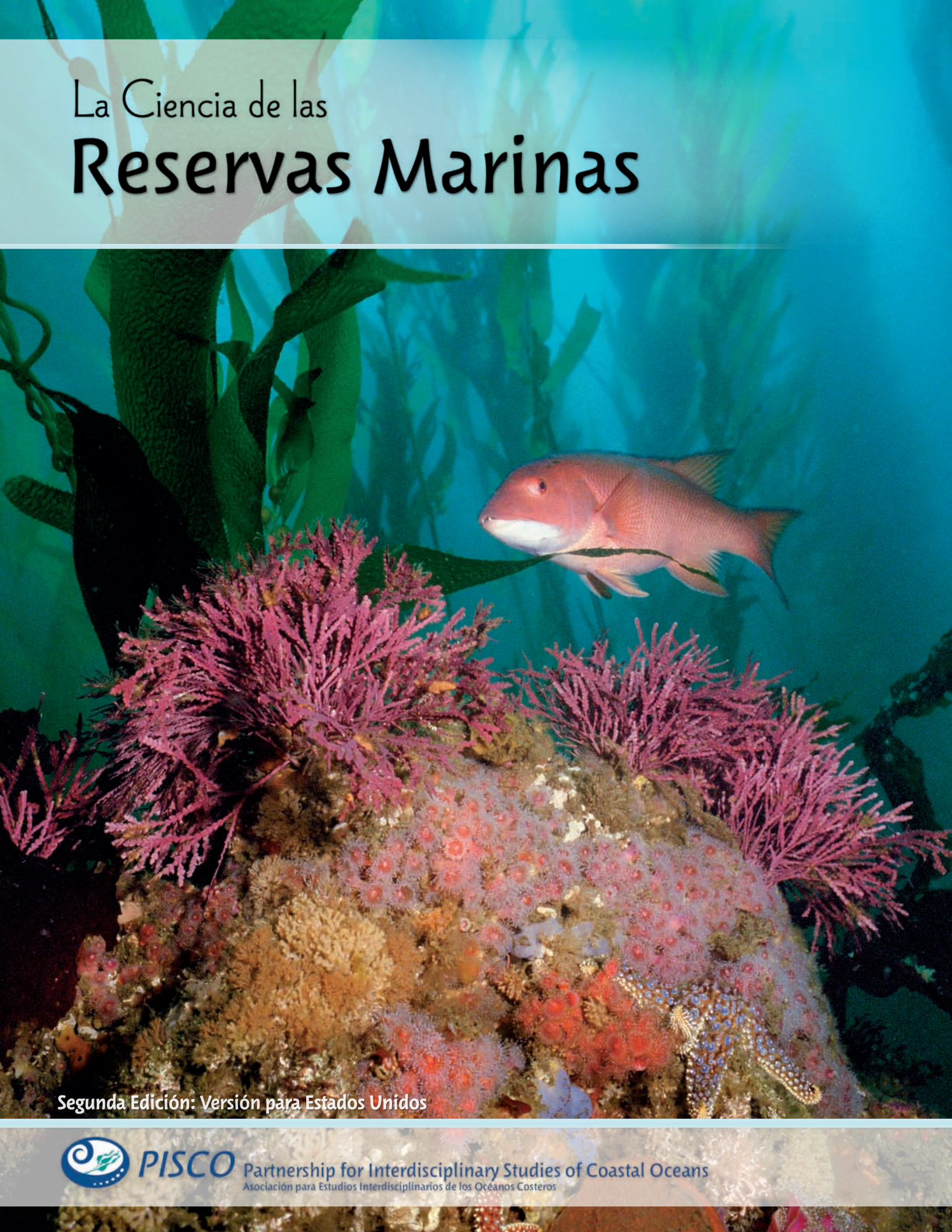


An underwater photograph of a vibrant pink fish swimming over a diverse coral reef. The reef features various types of coral, including branching pink corals and a prominent blue and white spotted starfish. The water is clear and blue, with some green seaweed visible in the background.

La Ciencia de las Reservas Marinas

Segunda Edición: Versión para Estados Unidos



PISCO

Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans
Asociación para Estudios Interdisciplinarios de los Océanos Costeros

La Asociación para Estudios Interdisciplinarios de los Océanos Costeros (PISCO) por sus siglas en inglés) produjo este reporte en colaboración con la Asociación de Comunicación para la Ciencia y el Mar (COMPASS por sus siglas en inglés, www.compassonline.org).

PISCO es un consorcio de científicos y académicos de las siguientes universidades: Oregon State University; University of California, Santa Barbara; University of California, Santa Cruz; y Stanford University. PISCO se dedica al avance del conocimiento de los ecosistemas marinos y costeros, y a la divulgación del conocimiento científico a diversas audiencias.

Visite www.piscoweb.org/outreach/pubs/reserves si desea obtener una versión PDF descargable de este reporte, así como de material relacionado que incluye enlaces con referencias científicas que figuran en este documento, e información sobre PISCO. Para solicitar copias de este informe, contacte una de las direcciones que figuran al final del folleto. Se permite la copia y distribución de este documento, siempre que sea sin fines de lucro y el material sea debidamente acreditado a PISCO.

Autores principales

Jane Lubchenco (Oregon State University)
Steven Gaines (University of California, Santa Barbara)
Kirsten Grorud-Colvert (Oregon State University)
Satie Aïramé (University of California, Santa Barbara)
Stephen Palumbi (Stanford University)
Robert Warner (University of California, Santa Barbara)
Brooke Simler Smith (Oregon State University)

Directora del proyecto de la Ciencia de las Reservas Marinas

Kirsten Grorud-Colvert

Asesora de producción

Satie Aïramé

Autores contribuyentes

Angel Alcalá (Silliman University, Filipinas), **George Branch** (University of Cape Town, Sudáfrica), **Daniel Brumbaugh** (American Museum of Natural History, EEUU), **Eugenio Carpizo** (Universidad Autónoma de Baja California, México), **Juan Carlos Castilla** (Pontificia Universidad Católica de Chile), **Patrick Christie** (University of Washington, EEUU), **Christopher Costello** (University of California, Santa Barbara, EEUU), **Paolo Guidetti** (Università del Salento, Italy), **Benjamin Halpern** (National Center for Ecological Analysis and Synthesis, EEUU), **Sarah Lester** (University of California, Santa Cruz, EEUU), **Fiorenza Micheli** (Stanford University, EEUU), **Camilo Mora** (Dalhousie University, Canadá), **Serge Planes** (University of Perpignan, Francia), **Hugh Possingham** (University of Queensland, Australia), **Callum Roberts** (University of York, Reino Unido), **Benjamin Ruttenberg** (Universidad Autónoma de Baja California, México), **Yvonne Sadovy** (University of Hong Kong, China), **Enric Sala** (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España)

Editor de estilo: Peter H. Taylor

Dirección creativa: Monica Pessino

Traducción: A. Paulina Guarderas

Asesores de traducción: Eugenio Carpizo Ituarte, Omar Defeo y Juan Carlos Castilla

PISCO agradece a más de 100 expertos en reservas marinas de todo el mundo que revisaron los borradores de este folleto. El contenido final es de exclusiva responsabilidad de PISCO.

El financiamiento para su realización fue proporcionado por:

La Fundación David y Lucile Packard, Oregon State University, University of California, Santa Barbara

Foto de la portada: ©2007 Jim Knowlton/www.jimknowlton.com. Fotos de la página opuesta, de arriba a abajo: Peter H. Taylor, Josh Pederson/MBNMS, Joshua Cinner, Jared Figurski, Evan D'Alessandro, Evan D'Alessandro.

Por favor cite este documento de la siguiente manera:

PISCO (Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans). 2007. La Ciencia de las Reservas Marinas (2da Edición, Versión para los Estados Unidos). www.piscoweb.org. 22 páginas.

Tabla de contenido

- 1 ¿Qué es una reserva marina?
- 2 Reservas marinas estudiadas en el mundo
- EFFECTOS DE LAS RESERVAS MARINAS**
- 4 Efectos de las reservas marinas dentro de sus límites
- 6 ¿Cuánto tiempo se requiere?
- 8 Caso de estudio: Dry Tortugas, Florida, Estados Unidos
- 9 Caso de estudio: isla Anacapa, California, Estados Unidos
- 10 Efectos de las reservas marinas fuera de sus límites
- 11 Caso de estudio: golfo de Maine, Nueva Inglaterra, EEUU
- CONSIDERACIONES PARA SU DISEÑO**
- 12 Consideraciones científicas para el diseño de reservas marinas
- 13 Los ecosistemas marinos dependen de la conectividad entre hábitats
- 14 Consideraciones para la creación de reservas marinas individuales
- 15 Consideraciones para la creación de redes de reservas marinas
- 16 La gente y el diseño de las reservas marinas
- UBICACIÓN DE LAS RESERVAS**
- 18 La ciencia y la planificación de las reservas marinas
- 18 Caso de estudio: Australia
- 19 Caso de estudio: California, Estados Unidos
- 19 Caso de estudio: Filipinas
- 20 Resumen: las reservas marinas contribuyen a la salud del océano
- 21 Referencias

Visión general:

LOS océanos del mundo continúan degradándose como consecuencia de las actividades humanas. Numerosos estudios científicos muestran que la abundancia de peces, invertebrados y otras especies marinas ha disminuido en muchos lugares. Estos cambios han afectado la capacidad de los océanos para proveer alimento, mantener la calidad del agua y recuperarse del estrés ambiental. Estos y otros beneficios, llamados **servicios ambientales**, dependen de ecosistemas saludables.

En la búsqueda de soluciones para reducir los efectos negativos antes mencionados y, al mismo tiempo, propiciar la salud y resiliencia del océano, tanto agencias gubernamentales y no gubernamentales, grupos comerciales, científicos, así como el público en general, plantean con mayor frecuencia la necesidad de crear reservas marinas para complementar otros esfuerzos dirigidos a restituir los ecosistemas marinos.

Las reservas marinas se definen como áreas del océano completa y permanentemente protegidas de actividades que extraen animales y plantas o alteran los hábitats, con excepción de aquellas requeridas para el monitoreo científico. En dichas áreas se prohíbe la pesca, acuicultura, dragado y minería y se permiten ciertas actividades como natación, navegación y buceo. A diferencia de estrategias de protección a corto plazo, las reservas marinas protegen completa y permanentemente. Las reservas marinas protegen hábitats y la diversidad de plantas y animales que viven en ellos y en consecuencia, constituyen una forma única de protección del ecosistema. No obstante, una reserva marina es efectiva sólo si su protección es respetada.

Existen muchas clases de áreas marinas protegidas (AMP) que excluyen sólo algunas actividades humanas que afectan a animales, plantas y hábitats. Estas AMP proveen beneficios a los ecosistemas, pero no producen los mismos resultados que las reservas marinas, ya que no proporcionan protección completa y permanente.

Las reservas marinas son un instrumento efectivo de manejo y conservación, pero no pueden resolver por sí solas ciertos problemas como la contaminación, el cambio climático y la sobrepesca, por lo que se requieren otras estrategias de manejo complementarias.

Este folleto resume la información científica más reciente acerca de las reservas marinas e incluye casos de estudio de los Estados Unidos. La evidencia científica demuestra que las reservas marinas contribuyen a aumentar la abundancia, diversidad y tamaño de las especies marinas que viven dentro de sus límites; explica cómo pueden ocurrir estos cambios y provee información útil para el diseño de reservas marinas.

¿qué es una reserva marina?



Las reservas marinas difieren de otras áreas marinas protegidas

Hasta el año 2006, existían al menos 4500 áreas marinas protegidas (AMP) en el mundo, cifra que cubre aproximadamente 849,000 millas cuadradas, o 0.6% de los océanos. De éstas, sólo pocas AMP constituyen reservas marinas que reciben protección completa y permanente, y abarcan menos de 13,900 millas cuadradas o 0.01% de los océanos.

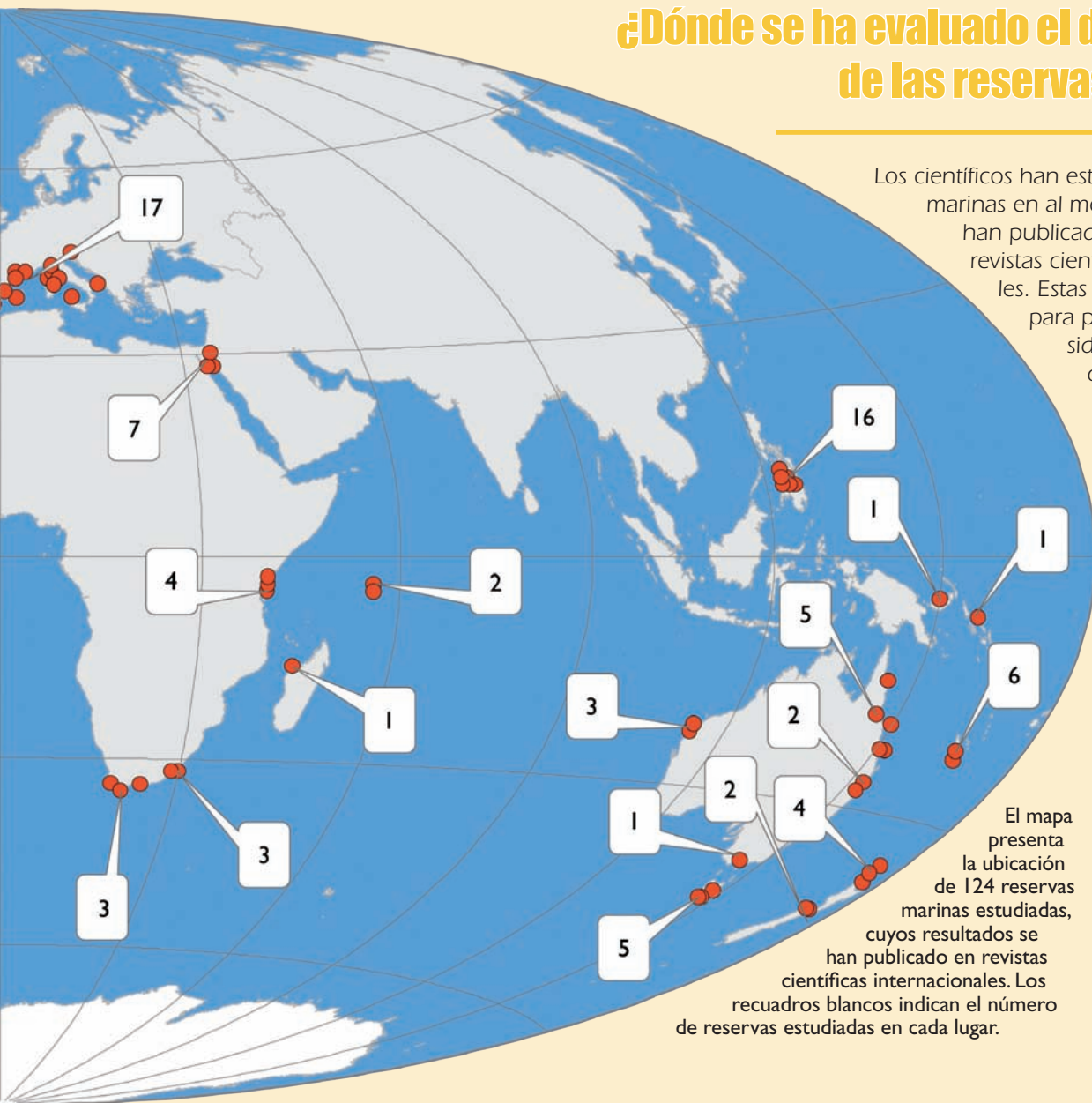
Los beneficios que se obtienen con la protección total de una reserva marina son mucho mayores que aquellos obtenidos con niveles menores de protección. Por ejemplo, estudios en Nueva Zelanda han demostrado que las langostas se beneficiaron dentro de las reservas marinas, pero no cuando se encontraban en un AMP donde se permitía la pesca recreativa. En Kenia y Tanzania, las reservas marinas mantuvieron la biodiversidad de peces y corales, mas no las áreas de manejo que permitían actividades pesqueras.

A veces se piensa que la clausura temporal o la rotación de áreas podrían proveer beneficios similares a los que ofrecen las reservas marinas, sin las desventajas de las clausuras permanentes. Si bien la rotación tradicional de áreas puede ser culturalmente importante, y dar como resultado pesquerías sostenibles, estudios realizados en Hawái, Islandia y Filipinas mostraron que la apertura de áreas a la pesca produjo una rápida pérdida de los beneficios derivados de una protección permanente y de largo plazo. Las poblaciones de animales acumuladas por décadas dentro de las reservas marinas pueden agotarse en tan sólo uno o dos años. En contraste, pueden pasar décadas o incluso siglos para que hábitats frágiles, como arrecifes de coral, o algunas especies de ciclos de vida largos y crecimiento lento, puedan recuperarse de la explotación humana.



reservas marinas estudiadas en el mundo

¿Dónde se ha evaluado el desempeño de las reservas marinas?



Los científicos han estudiado las reservas marinas en al menos 29 naciones y han publicado los resultados en revistas científicas internacionales. Estas reservas se crearon para proteger la biodiversidad, regular las pesquerías o promover la recuperación de especies marinas.

Antillas Holandesas

Argentina

Australia

Bahamas

Barbados

Belice

Brasil

Canadá

Chile

Costa Rica

Cuba

Egipto

España

Estados Unidos

Filipinas

Francia

Islas Caimán

Islas Canarias

Islas Salomón

Israel

Italia

Jamaica

Kenia

Nueva Caledonia

Nueva Zelanda

Papúa Nueva Guinea

Santa Lucía

Seychelles

Sudáfrica

Información clave sobre reservas marinas

- Las reservas marinas cubren menos del 0.01% de los océanos del mundo.
- Los científicos han estudiado al menos 124 reservas marinas, cuyos resultados han sido publicados en revistas científicas internacionales.
- La mayoría de las reservas son pequeñas. La mitad de las 124 reservas estudiadas cubrieron menos de 1.5 millas cuadradas.
- En una evaluación de 255 reservas marinas, tan sólo 12 demostraron ser vigiladas periódicamente para prevenir la pesca ilegal.

efectos de las reservas marinas dentro de sus límites

Cuando se establece una reserva marina, el objetivo fundamental consiste en incrementar la abundancia y diversidad de organismos marinos dentro de sus límites. Investigaciones científicas demuestran que las reservas marinas cumplen este objetivo de manera consistente.

Más peces, invertebrados y otros organismos marinos

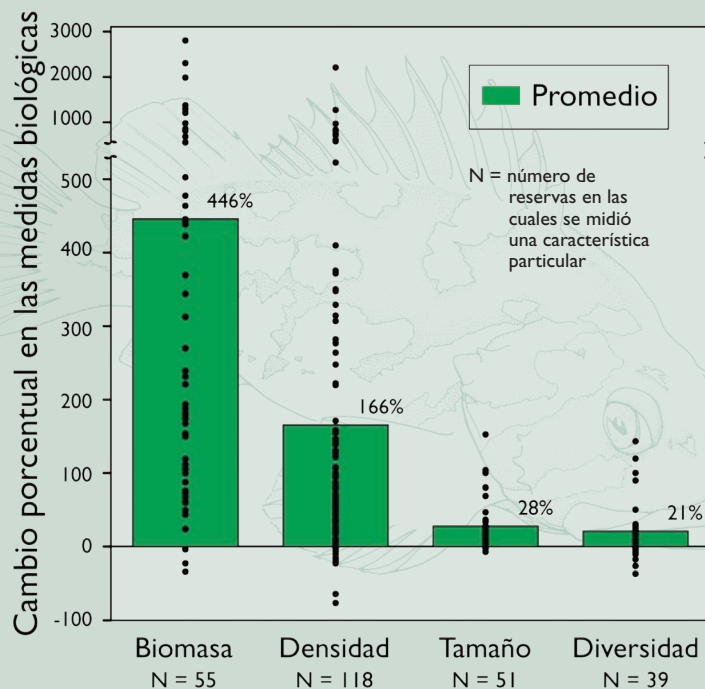
Existe considerable documentación, publicada en revistas científicas internacionales, que provee una idea clara de los resultados obtenidos al establecer reservas marinas.

Los científicos han estudiado más de 124 reservas marinas en el mundo y han documentado los cambios biológicos dentro de ellas. El número de especies consideradas en cada estudio varió entre 1 y 250.

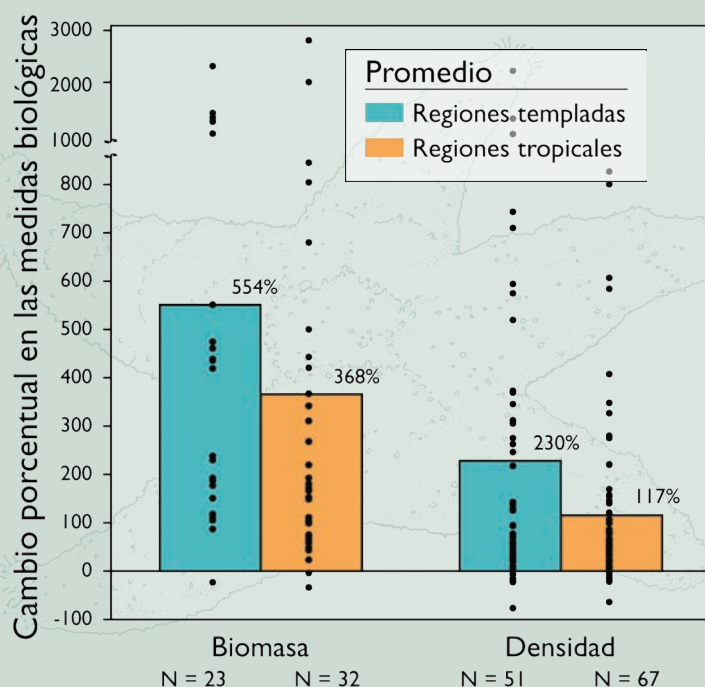
Como se indica en el gráfico superior, se ha documentado una amplia variación en los efectos de las reservas marinas, pero casi todos son positivos. Una revisión global de los resultados generados por dichos estudios reveló que los peces, invertebrados y algas tuvieron incrementos significativos dentro de las reservas. En **promedio**:

1. **La biomasa**, o masa de animales y plantas, se incrementó 446%.
2. **La densidad**, o número de plantas o animales en un área determinada, se incrementó 166%.
3. **El tamaño** de los animales se incrementó 28%.
4. **La diversidad**, o número de especies se incrementó 21%.

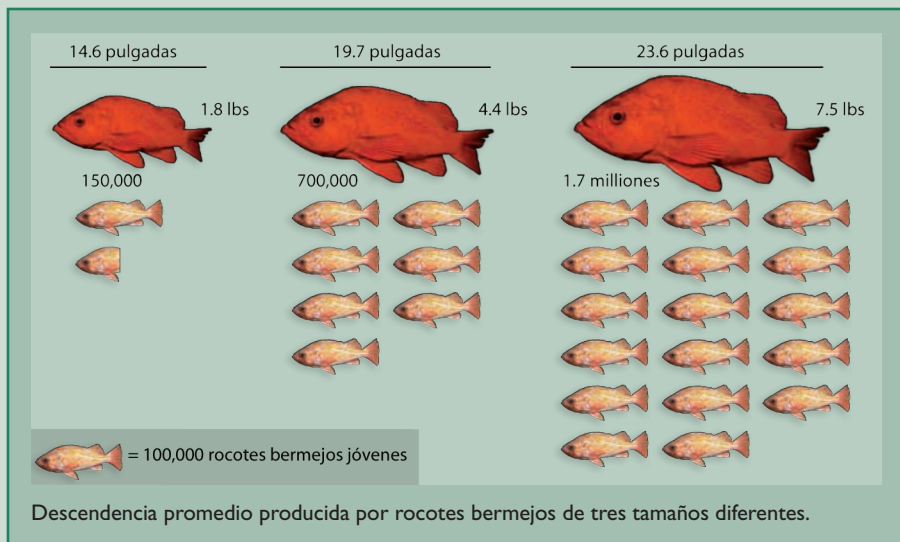
Las especies severamente explotadas tendieron a mostrar los incrementos más significativos en las reservas marinas y en algunos casos el incremento fue mayor a 1000% en biomasa o densidad. La diversidad de especies y el tamaño de los organismos presentaron cambios de menor magnitud, aunque importantes, ya que dichas variables tienen menor potencial de cambio que la biomasa o la densidad.



Cambios promedio (barras verdes) en peces, invertebrados y algas dentro de las reservas marinas en distintas partes del mundo. Aunque se observó una gran variación entre reservas (círculos negros), la mayoría tuvo cambios positivos. Datos: Ref. 9



Cambios promedio en peces, invertebrados y algas dentro de las reservas marinas en regiones templadas (barras azules) y tropicales (barras anaranjadas) del mundo. Aunque se observó una gran variación entre reservas (puntos negros), la mayoría tuvo cambios positivos en ambas regiones. Datos: Ref. 9



Los peces más grandes tienen descendencia más numerosa

Los peces e invertebrados alcanzan un tamaño mayor dentro de las reservas marinas que en áreas sin protección. Este efecto es muy importante, porque los animales grandes poseen una descendencia sustancialmente más numerosa que los pequeños. Por ejemplo, un rocote bermejo de 23 pulgadas de largo produce 17 veces más descendencia que uno de 14 pulgadas (figura izquierda).

Las reservas pequeñas son efectivas

El tamaño de las reservas marinas incluidas en los estudios científicos analizados en este folleto varió de 0.002 a 310 millas cuadradas. Una revisión global de la literatura científica demostró que algunas especies pueden beneficiarse aún en reservas marinas pequeñas manejadas apropiadamente. En dichos casos, las reservas pueden producir beneficios para las comunidades locales, lo cual contribuye a respetar su protección. Sin embargo, las reservas pequeñas por sí solas no protegen en forma efectiva a poblaciones más grandes, o bien a más especies y mayor variedad de hábitats que podrían protegerse en reservas más grandes.

Las reservas son efectivas en regiones tropicales y templadas

Una revisión global de la literatura científica demostró que los incrementos en la biomasa, densidad, tamaño individual y diversidad son positivos tanto en reservas tropicales como templadas, lo cual comprueba que son efectivas independientemente de la latitud (figura inferior, página anterior).

Las especies pueden aumentar o disminuir

Aunque dentro de las reservas tienden a producirse en promedio incrementos importantes en la biomasa, densidad, tamaño y diversidad, es probable que algunas especies no cambien o incluso disminuyan. En general, las especies explotadas tienden a aumentar dentro de las reservas marinas. Un análisis global mostró que 61% de las especies de peces fue más abundante dentro de las reservas que fuera de éstas, mientras 39% de las especies fue más abundante fuera de sus límites (figura derecha).

Algunas especies llegan a disminuir dentro de una reserva marina. Esta disminución puede reflejar interacciones biológicas, como el aumento en el número de depredadores que, a su vez, genera una disminución de sus presas. Por ejemplo, los erizos de mar pueden disminuir si un depredador clave, la langosta, se incrementa dentro de una reserva marina. Este incremento de los depredadores asociado a una disminución de sus presas ha sido documentado en algunas reservas marinas del mundo. Estos resultados sugieren que las interacciones biológicas naturales pueden mantenerse dentro de las reservas marinas.

Información clave

- En promedio, el tamaño de peces, invertebrados y algas aumentó 28%, la abundancia 166%, la diversidad 21% y la biomasa 446% dentro de las reservas marinas.
- Tanto las reservas marinas templadas como las reservas tropicales han sido efectivas.
- Los animales grandes dentro de las reservas marinas producen más descendencia que los animales pequeños fuera de ellas.
- En las reservas marinas estudiadas se incrementó la abundancia de muchas especies, en particular aquellas explotadas.

Respuestas de los peces en las reservas marinas



Un análisis global demostró una variación importante en la respuesta de los peces, como resultado del establecimiento de las reservas marinas. Datos: Ref. 14

¿Cuánto tiempo se requiere?

Aunque algunos cambios ocurren rápidamente, pueden pasar décadas antes de que todos los efectos de las reservas marinas sean evidentes. Algunas especies pueden no cambiar notablemente por algún tiempo en abundancia, tamaño, biomasa o diversidad. Las siguientes características influyen en el tiempo de respuesta después de establecer una reserva:

- Disponibilidad de adultos reproductores
- Rapidez de crecimiento de plantas y animales
- Edad de reproducción de plantas y animales
- Número y sincronización de la producción de huevecillos por hembra
- Características de cada fase del ciclo de vida, como la permanencia de plantas y animales jóvenes en la reserva o la dispersión fuera de ella
- Interacciones entre especies, como depredadores y presas
- Efectos humanos antes del establecimiento de la reserva, como la intensidad de pesca o dragado
- Efectos continuos externos, como contaminación y cambio climático
- Capacidad del hábitat para recuperarse después de haber sido deteriorado
- Nivel de control y vigilancia para prevenir la pesca ilegal dentro de la reserva

Las especies maduran a diferentes edades

Las tasas de crecimiento de peces e invertebrados, así como la edad a la cual pueden reproducirse por primera vez son altamente variables e influyen en su respuesta a la protección (figura inferior).

Algunas especies crecen y maduran rápidamente, y producen descendencia numerosa. El efecto de las reservas marinas es más rápido en estas especies, las cuales llegan a ser más abundantes en uno o dos años.

Otras especies, como rocotes y meros, crecen y maduran lentamente, lo cual las hace vulnerables a la sobrepesca. Pueden pasar muchos años antes de aumentar su abundancia dentro de una reserva.

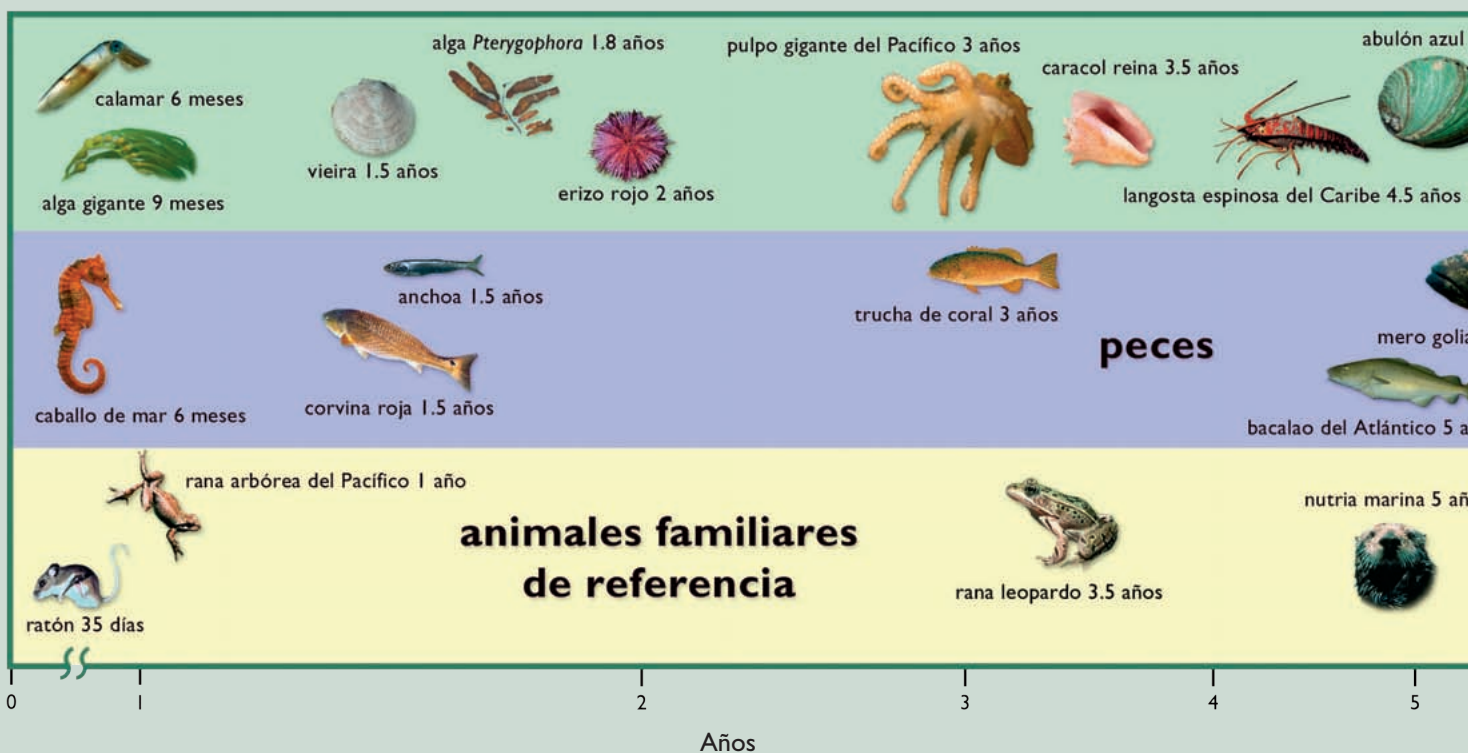


Una cherna enjambre en los Cayos de la Florida.
Foto: Evan D'Alessandro

Información clave

- En las reservas marinas, los animales que maduran rápidamente y producen descendencia numerosa pueden responder a la protección en uno o dos años, mientras que la respuesta de los animales de madurez lenta puede tomar años o décadas.
- Es posible que no se observen cambios ecológicos incluso después de años de haberse establecido una reserva.
- La protección y monitoreo a largo plazo son necesarios para evaluar los efectos totales de las reservas marinas.

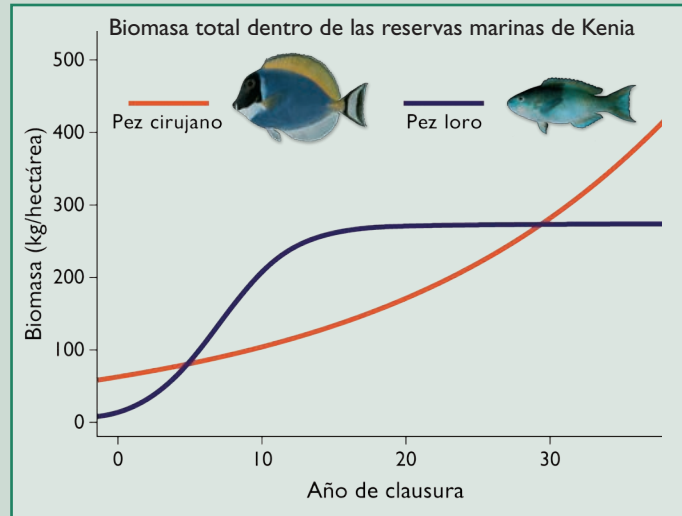
Edad de madurez de algunas especies



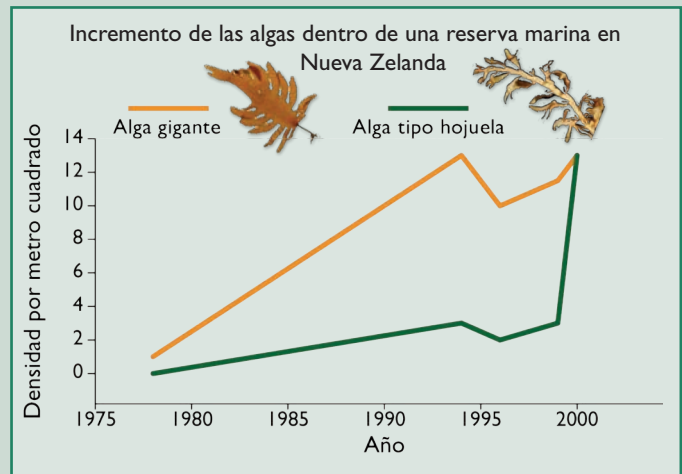
Los cambios ocurren en diferentes escalas temporales

Los programas de monitoreo en las reservas marinas de Kenia, Filipinas y Nueva Zelanda han demostrado que los animales de larga vida pueden necesitar décadas para recuperarse totalmente después de iniciar su protección. En Kenia, los científicos han monitoreado 4 reservas marinas durante 37 años de protección. Como se muestra en el gráfico de la derecha, el incremento de la biomasa de los peces de vida larga como cirujanos (línea roja) ha sido lento, incluso después de casi 4 décadas, mientras que los peces de vida más corta como loros (línea azul), respondieron más rápidamente y se estabilizaron después de 20 años.

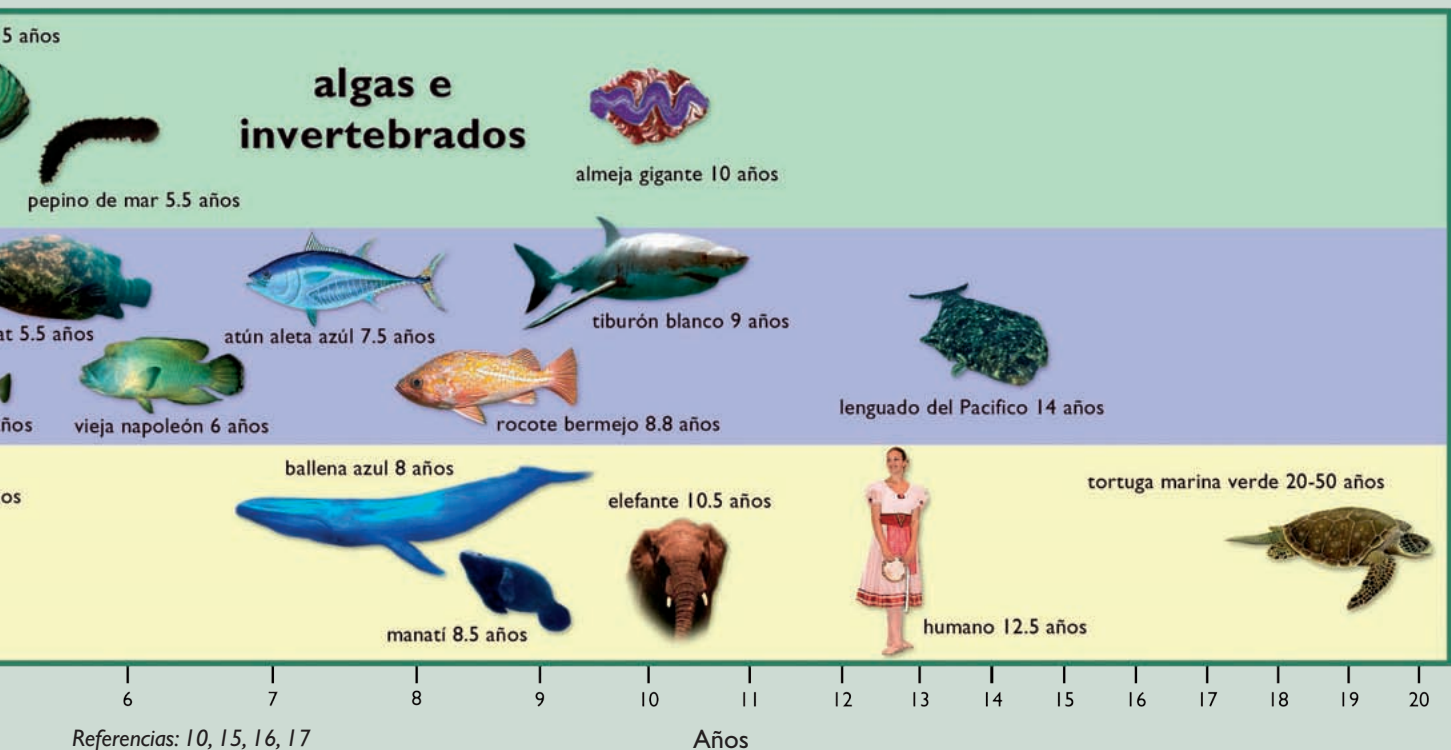
En Nueva Zelanda, la respuesta a la protección de 2 tipos de algas pardas en la Reserva Marina Leigh fue diferente. A profundidades medias, el incremento de las algas gigantes (kelp) fue relativamente rápido después del establecimiento de la reserva en 1978, y luego se estabilizó (figura derecha). A estas mismas profundidades, las algas de tipo hojuela (flapjack) requirieron mayor tiempo para responder y alcanzaron densidades comparables después de 22 años. Esto puede explicarse porque el alga gigante vive a profundidades medias, mientras que la otra alga crece mejor en aguas poco profundas. Hasta el año 2000, el alga gigante fue 12.5 veces más abundante, y el alga tipo hojuela, 28.5 veces más abundante dentro de la Reserva Marina Leigh que en áreas abiertas a la pesca. La evaluación apropiada de los efectos de la reserva marina en estas dos algas requirió monitoreo de las dos especies en un rango de profundidades, por dos décadas.



Incremento en especies de peces cirujano (línea roja) y peces loro (línea azul) en 4 reservas marinas de Kenia. Datos: Ref. 17



Dentro de la Reserva Marina Leigh en Nueva Zelanda, de 1978 a 2000, el alga gigante (línea anaranjada) tuvo un incremento más rápido que el alga tipo hojuela (línea verde) a profundidades medias. Datos: Ref. 10



Caso de estudio: Dry Tortugas, Florida, Estados Unidos



Pez ángel gris, mero rojo y vieja cabeza azul (de izquierda a derecha) en un arrecife de las islas Dry Tortugas. Foto: Jjiangang Luo



Fuerte Jefferson en el Parque Nacional Dry Tortugas. Foto: Anne Marie Eklund



Parque Nacional Dry Tortugas y Reserva Ecológica Tortugas

Distintas especies responden de manera diferente

Existen áreas con diferentes regulaciones de pesca en las Dry Tortugas, pequeñas islas rodeadas de arrecifes de coral, localizadas al oeste de los Cayos de la Florida:

1. No se permite la pesca en la Reserva Ecológica Tortugas, reserva marina establecida en 2001, ni en otra reserva marina creada en 2007.
2. Dentro del Parque Nacional Dry Tortugas, existe un AMP creada en 1992 donde sólo se permite la pesca recreativa con línea y anzuelo.
3. Se permite la pesca comercial y recreativa en otras áreas.

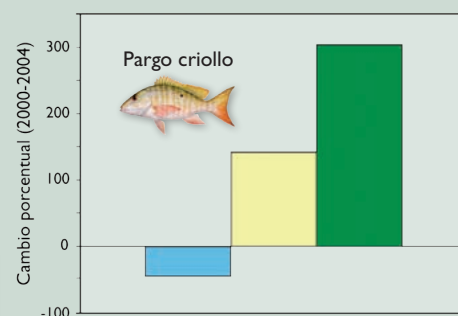
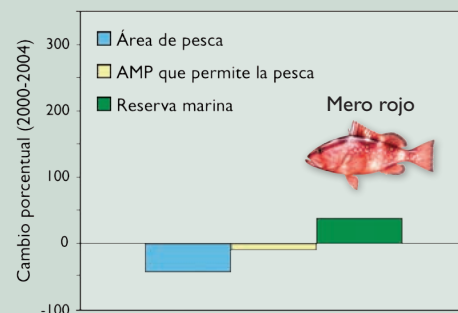
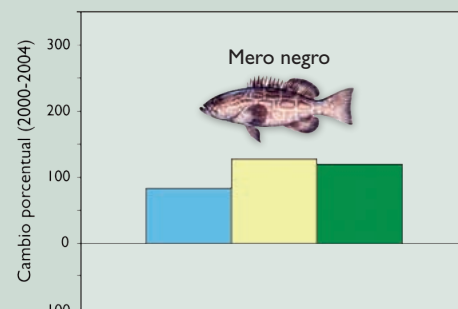
Los pescadores comerciales, agencias de buceo y miembros de grupos ambientalistas locales participaron en la creación de la Reserva Ecológica Tortugas, creada después de un intento fallido en 1996.

Los científicos estimaron la cantidad de peces en 1999-2000 y 2004, antes y después del establecimiento de la Reserva Ecológica Tortugas. Como se presenta en la figura de la derecha, tres especies de peces comerciales tuvieron respuestas diferentes. El mero negro llegó a ser significativamente más abundante en la reserva marina (120% de incremento) y en el parque nacional de pesca recreativa (128% de incremento), mientras la tendencia al incremento en el área de pesca no fue estadísticamente significativa. El mero rojo se incrementó 38% dentro de la reserva y declinó en las áreas de pesca. El pargo criollo aumentó 303% dentro de la reserva y 142% en el parque nacional, pero su incremento no fue significativo en el área de pesca.

Los incrementos dentro del parque nacional que permite la pesca recreativa fueron moderados durante el período de estudio, comparados con los mayores incrementos dentro de la reserva marina. Estos resultados demuestran que la respuesta de diferentes especies de peces puede variar después del establecimiento de reservas marinas y otras AMP.

Lecciones aprendidas

- Tres especies de peces comerciales incrementaron su abundancia y tamaño en 3 años, dentro de una reserva marina.
- En 2 de las 3 especies, las respuestas fueron más marcadas dentro de la reserva marina que en el AMP, durante el período de estudio.
- En las 3 especies, las respuestas fueron más marcadas dentro de la reserva marina y el AMP en relación con el área totalmente abierta a la pesca.

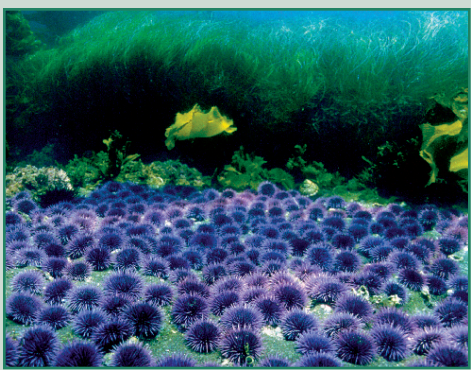


Cambio porcentual en la abundancia del mero negro, mero rojo y pargo criollo después de 3 años, dentro de una reserva marina (verde), un parque nacional donde se permite la pesca recreativa (amarillo), y un área totalmente abierta a la pesca comercial y recreativa (azul). Datos: Ref. 27

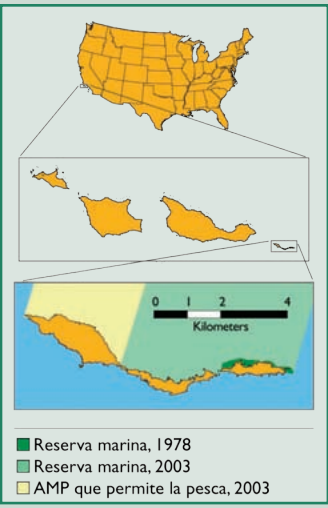
Caso de estudio: isla Anacapa, California, Estados Unidos



Un bosque de algas gigantes saludable en la isla Anacapa. Foto: Annie Crawley



Área estéril, llena de erizos de mar cerca de la isla Anacapa. Foto: Annie Crawley



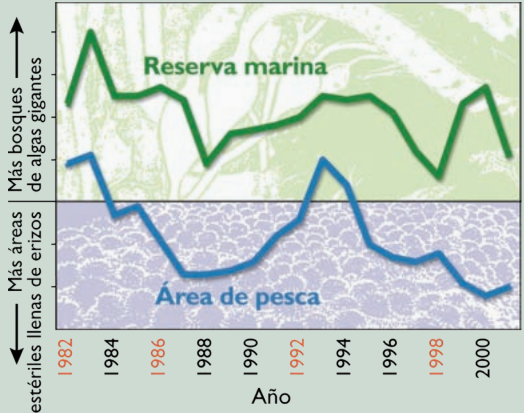
Reserva marina y área de conservación marina en la isla Anacapa

Las reservas marinas sostienen tramas alimenticias

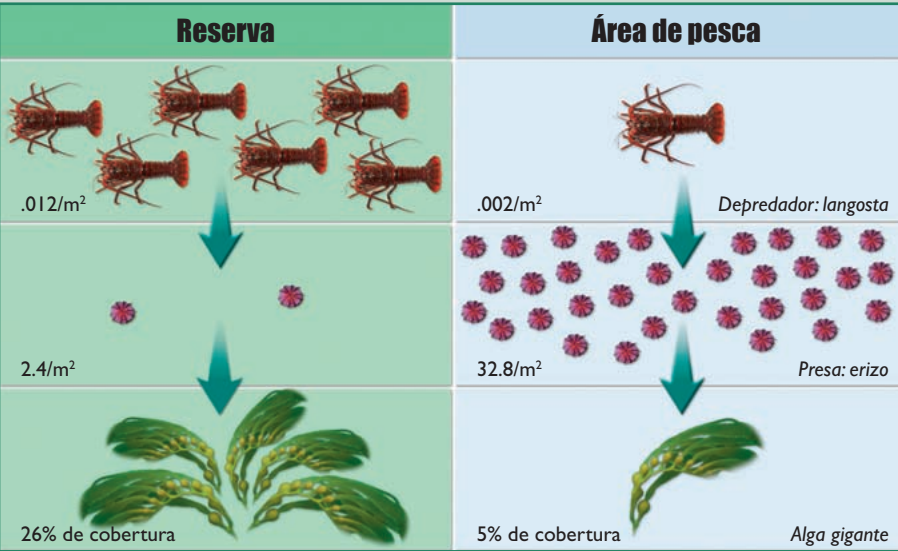
En 1978 se estableció una reserva marina en la isla Anacapa, y fue expandida en 2003. Después de 2 décadas de monitoreo, la reserva posee un bosque de algas gigantes saludables, mientras las áreas de pesca aledañas son a menudo áreas estériles, llenas de erizos de mar. La diferencia se debe a los efectos en cascada que la pesca ha causado en la red alimenticia. Fuera de la reserva, la pesca redujo el número de langostas espinosas que se alimentan de erizos de mar. Como resultado, los erizos fueron 13 veces más abundantes que en la reserva y comieron grandes cantidades de algas gigantes. En contraste, las langostas llegaron a ser 6 veces más abundantes dentro de la reserva. Al mantener a los erizos bajo control, las langostas permitieron que los bosques de algas gigantes aumentaran en la reserva.

En la década de 1970, dentro y fuera de la reserva se mantuvieron bosques de algas gigantes. Después de los eventos de El Niño 1982-1983, algunos sitios fuera de la reserva se convirtieron en áreas estériles llenas de erizos, mientras en la reserva se mantuvieron los bosques de algas gigantes. La figura derecha presenta los cambios ocurridos durante un período de 20 años que comprende 4 eventos de El Niño. Esto sugiere que los bosques de algas gigantes en la reserva pueden ser más resilientes al estrés climático que los sitios sin protección.

Cambios en los bosques de algas gigantes



Presencia y ausencia de bosques de algas gigantes en una reserva marina (línea verde) y en áreas de pesca (línea azul) a través del tiempo. Los años de El Niño se presentan en rojo. Datos: Ref. 30



En la reserva marina de Anacapa, las langostas abundantes mantienen a sus presas bajo control y permiten así el aumento de bosques de algas gigantes. Datos: Ref. 29

Lecciones aprendidas

- Las langostas fueron 6 veces más abundantes y el número de erizos fue 13 veces menor en la reserva que en las áreas de pesca.
- Las langostas se alimentan de erizos, los cuales a su vez se alimentan de algas gigantes. Esto hace que los bosques de algas gigantes sean más saludables dentro de la reserva.
- La red alimenticia intacta dentro de la reserva marina puede mantener bosques de algas gigantes más resilientes, durante 20 años de cambios climáticos, en contraste con áreas abiertas a la pesca donde abundan erizos.

efectos de las reservas marinas fuera de sus límites

Si bien los efectos de la protección en peces, invertebrados y otras especies son más evidentes dentro de las reservas, dichos beneficios pueden extenderse hacia áreas sin protección. El incremento en el crecimiento, reproducción y biodiversidad dentro una reserva puede ayudar a repoblar las zonas de pesca cuando los adultos y jóvenes se desplazan fuera de la reserva.

Información clave

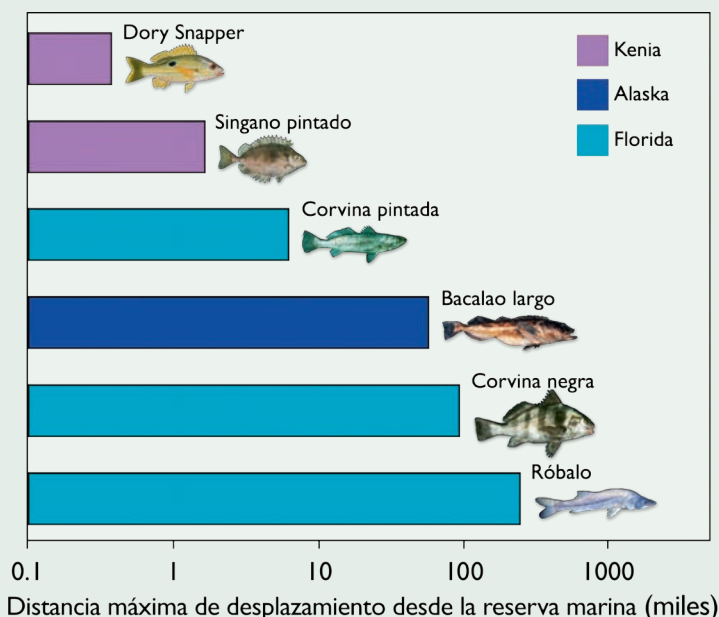
- Las plantas y animales jóvenes pueden desplazarse a la deriva desde las reservas marinas hacia áreas de pesca, mientras que los animales adultos pueden hacerlo activamente.

Movimiento de adultos

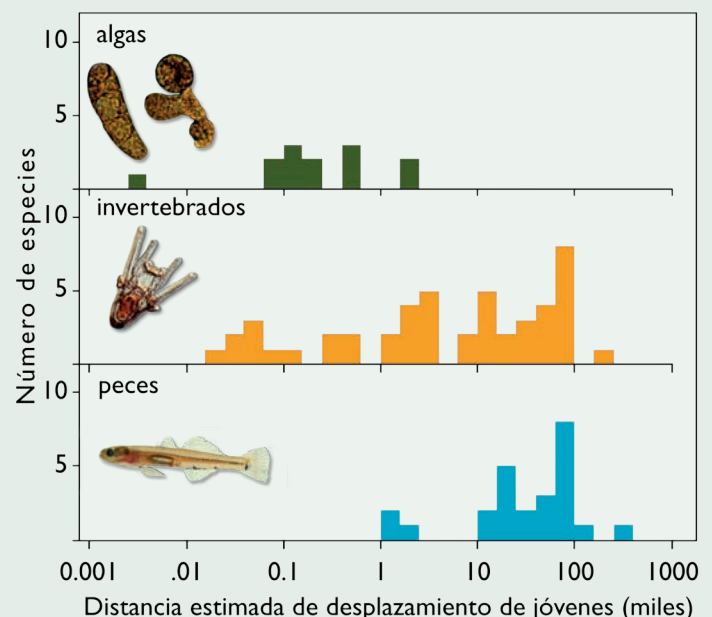
Cuando los animales llegan a ser más abundantes dentro de una reserva marina, algunos adultos pueden salir de la reserva para vivir en otros lugares. También pueden desplazarse, porque al crecer necesitan diferentes hábitats o se reproducen en un lugar específico fuera de la reserva. Este desplazamiento de animales adultos puede favorecer a las poblaciones marinas que viven en áreas de pesca fuera de las reservas. Los científicos han documentado dichos movimientos desde las reservas marinas hacia otras áreas en los EEUU, las Bahamas, Santa Lucía, Kenia, Filipinas, Australia, Nueva Zelanda y el Mar Mediterráneo.

Movimiento de jóvenes

Las especies marinas producen, en general, una gran descendencia en el mar abierto. Ésta puede permanecer ahí por días o meses, o puede moverse lejos de su origen. Por lo tanto, parte de la descendencia producida en una reserva marina puede permanecer dentro de ella, mientras otra puede desplazarse muy lejos. A través de esta exportación, las reservas marinas pueden ayudar a recuperar las poblaciones fuera de ellas. Los científicos usan información genética y sobre el ciclo de vida, junto con modelos de computadora y técnicas de marcaje avanzado, para conocer la cantidad y destino de la descendencia producida en las reservas marinas.



Distancias máximas de desplazamiento de los peces marcados, desde las reservas marinas en Kenia (violeta), Alaska (azul marino) y Florida (turquesa) hacia aguas circundantes. Datos: Ref. 20, 25, 26



Distancias estimadas de desplazamiento de invertebrados (51 especies), peces (26 especies) y algas (13 especies) jóvenes, antes de transformarse en adultos. Las distancias se basan en análisis genéticos de varias especies en el mundo. Datos: Ref. 36

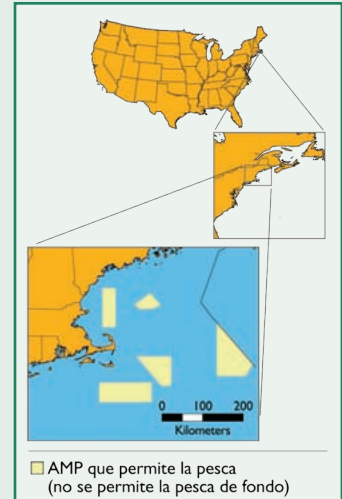
Caso de estudio: golfo de Maine, Nueva Inglaterra, EEUU



Vieiras capturadas dentro y fuera de las áreas cerradas en Georges Bank. Foto: Chantell Royer



Eglefino adulto. Foto: H. Wes Pratt



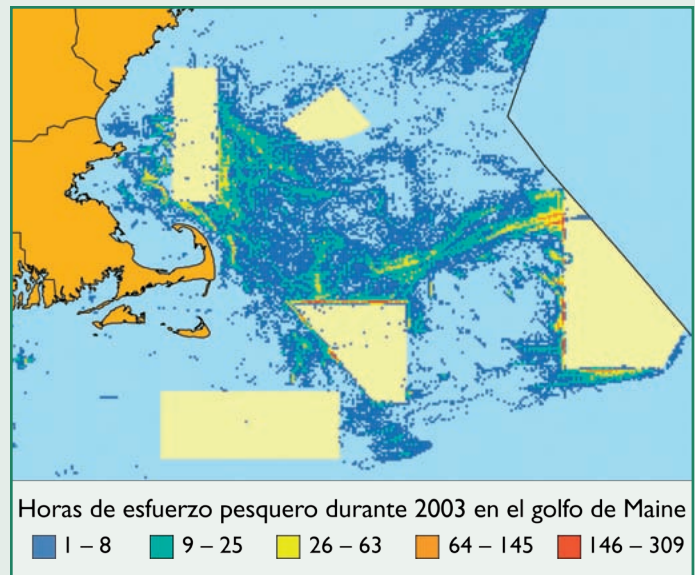
Áreas clausuradas a la pesca de fondo en el golfo de Maine

Aumento de peces en el fondo marino

El golfo de Maine ha sido durante siglos uno de los sitios pesqueros más importantes del mundo. Sin embargo, a partir de la década de 1990, las capturas de bacalao y otros peces que habitan el fondo marino disminuyeron dramáticamente. Por esta razón, los administradores pesqueros cerraron las siguientes 5 áreas a la pesca de fondo en el golfo de Maine: 3 áreas al sur, en Georges Bank (1994), un área al oeste (1996) y otra en el centro (1998).

Estas áreas no son reservas marinas porque no excluyen todas las actividades pesqueras. La clausura de estas áreas durante una década ha permitido que los científicos estudien las áreas cerradas a la pesca y conozcan la manera en que éstas pueden beneficiar a las especies explotadas.

La biomasa de algunas especies de peces que habitan el fondo marino se incrementó dentro de las áreas cerradas, lo cual ha dado lugar al movimiento de peces a aguas aledañas. Actualmente, los barcos pesqueros se concentran a lo largo de los límites de la reserva, donde la tasa de captura del eglefino y lenguado amarillo es mayor. De 2001 a 2003, 42% del total de la captura de eglefino en los Estados Unidos se concentró a 0.6 millas de las áreas cerradas del golfo de Maine, y el 73%, a 3.1 millas.



Durante 2003, la pesca de eglefino y otros peces de fondo en el golfo de Maine estuvo concentrada (rojo, anaranjado y amarillo oscuro) cerca de los límites del área cerrada (amarillo claro). Datos: Ref. 32

Rápido incremento de vieiras

Las vieiras aumentaron dramáticamente dentro de las áreas cerradas en Georges Bank. En 2003, la biomasa de vieiras dentro de estas áreas llegó a ser 25 veces mayor que aquella observada antes del cierre de las áreas. Con respecto a las áreas de pesca, la biomasa dentro de las áreas cerradas fue 4 a 5 veces mayor. Sin embargo, el número de vieiras jóvenes ha fluctuado, tanto dentro como fuera de las áreas cerradas. Los científicos continúan desarrollando técnicas para seguir los movimientos de las vieiras jóvenes. Todavía no se ha determinado si la abundante cantidad de vieiras de gran tamaño que existe dentro de las áreas cerradas está sosteniendo la pesquería fuera de ellas.

Lecciones aprendidas

- Las áreas marinas protegidas que prohíben la pesca de fondo, como en el golfo de Maine, pueden tener efectos positivos en las especies explotadas.
- Los barcos pesqueros han concentrado su esfuerzo en los límites de las áreas cerradas a la pesca en el golfo de Maine, atraídos por las mayores capturas de peces que se han desplazado desde la reserva hacia dichas áreas.
- El 42% de las capturas de eglefino en los Estados Unidos se concentró a 0.6 millas de las áreas cerradas.
- Dentro de las áreas cerradas en Georges Bank, el número de vieiras se incrementó en 25 veces hasta 2003, y fue 4 a 5 veces mayor que en áreas abiertas a la pesca.

consideraciones científicas para el diseño de reservas marinas

Las reservas marinas están íntimamente relacionadas con la sociedad y su economía. El conocimiento científico adquirido sobre los ecosistemas marinos y las interacciones humanas con el océano sugiere que las reservas funcionan mejor cuando se toman en cuenta consideraciones ecológicas, sociales y económicas para su planificación. En general, la creación de reservas marinas implica ventajas y desventajas que se deben evaluar para cumplir los objetivos de su creación. Las preguntas más comunes acerca del diseño de las reservas incluyen:

- **¿Dónde se deben establecer las reservas?**
- **¿Cuál debe ser el tamaño de las reservas?**
- **¿Cuántas reservas deben estar en un área?**
- **¿A qué distancia deben estar las reservas?**

El diseño de la reserva depende de los objetivos

Los objetivos de las reservas marinas deben ser definidos claramente, ya que en ellos se basan las decisiones más importantes que determinan la efectividad de su diseño.

Aunque a menudo se considera que los objetivos ecológicos están en conflicto con algunos objetivos sociales y económicos, investigaciones recientes sugieren que la opción no consiste en escoger entre objetivos ambientales y económicos, sino entre los beneficios a corto plazo o la prosperidad a largo plazo. Los beneficios a largo plazo dependen directamente de la salud y resiliencia de los ecosistemas.

En consecuencia, un objetivo importante al crear reservas marinas es proteger o restituir un ecosistema marino, permitiéndole que provea servicios ambientales de manera sostenible. Estos servicios incluyen la producción de alimento, buena calidad del agua, control de plagas y patógenos, protección costera y regulación del clima (página 16). Otros objetivos importantes para las reservas marinas son: mantener los estilos de vida y el sustento de las comunidades pesqueras, proveer oportunidades recreativas y culturales, minimizar la perturbación que generan los usos humanos de los océanos, y proveer lugares para la educación e investigación.



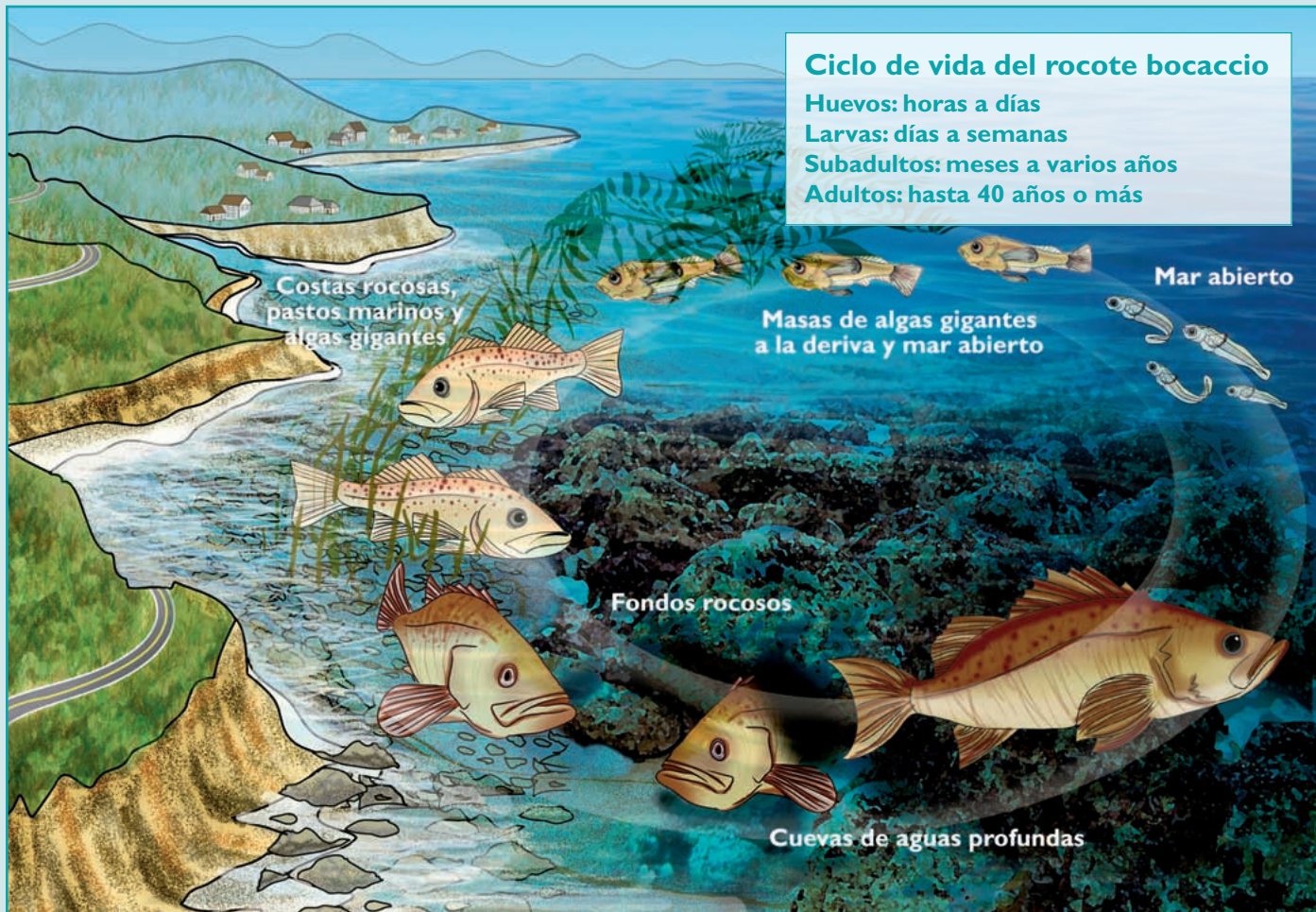
Isla del Noroeste, parte de la Gran Barrera de Coral en Australia. Foto cortesía de la Autoridad del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral

¿Por qué redes de reservas?

En ciertos casos puede resultar económicamente más viable establecer varias reservas marinas, en lugar de una sola reserva muy grande. En algunas regiones, no resulta viable incluir una porción de cada hábitat en una sola reserva marina sin afectar las actividades humanas. En esos casos, se pueden maximizar los beneficios ecológicos si se crean múltiples reservas que estén lo suficientemente cerca para que funcionen como una red. Las redes de reservas marinas proveen más protección que un grupo de reservas aisladas, porque los jóvenes y adultos que se alejan de una reserva pueden ser protegidos en otra.



Fotos: Cristine McConnell, Tim McClanahan, U.S. Geological Survey, Jiangang Luo, Patricio Manriquez



Ciclo de vida del rocote bocaccio

Huevos: horas a días

Larvas: días a semanas

Subadultos: meses a varios años

Adultos: hasta 40 años o más

El rocote bocaccio utiliza muchos hábitats durante su vida. El mar abierto, masas de algas gigantes a la deriva, áreas arenosas, pastos marinos, fondos rocosos y cuevas de aguas profundas son importantes para su crecimiento y supervivencia durante las diferentes etapas de su vida.
Arte: Ryan Kleiner

Los ecosistemas marinos dependen de la conectividad entre hábitats

En el océano, los hábitats están conectados a través del movimiento de animales y plantas y el intercambio de nutrientes. La mayoría de las especies marinas utilizan más de un hábitat durante su vida, lo que los vuelve vulnerables a las actividades del hombre.

El rocote bocaccio, un pez de la costa oeste de los EEUU utiliza más de un hábitat. Los juveniles viven en mar abierto, se esconden debajo de algas gigantes a la deriva y nadan sobre la superficie del océano. A la edad de 4 meses, estos peces prefieren ubicarse en aguas poco profundas, especialmente áreas rocosas cubiertas con algas, áreas arenosas que contengan pastos marinos o algas gigantes a la deriva. Al crecer, se desplazan hacia aguas de una profundidad mayor a 900 pies, donde nadan sobre fondos rocosos. Los peces de mayor edad se vuelven menos activos y viven dentro de cuevas y grietas. Durante su desarrollo, el rocote bocaccio necesita todos estos hábitats: mar abierto, áreas rocosas y arenosas poco profundas, fondos rocosos de aguas profundas, cuevas y grietas. Si falta un hábitat, el ciclo de vida no puede completarse. Otras especies marinas tienen necesidades similares de múltiples hábitats durante su vida.

En consecuencia, aún cuando las reservas marinas pretenden proteger sólo una o dos especies, deben incluir porciones de todos los hábitats que utilizan las especies. Cuando el objetivo es proteger muchas especies, es esencial que todos los hábitats estén representados dentro de las reservas marinas.

Información clave

- Muchos animales usan más de un hábitat durante su vida.
- Cada hábitat es el hogar de un grupo de animales y plantas.
- Cuando el objetivo de una reserva es proteger muchas especies, se deben incluir todos los hábitats que utilizan durante su vida.



Rocote bocaccio en su hábitat de aguas profundas. Foto: Jennifer Bright

Consideraciones para la creación de reservas marinas individuales

¿Dónde se debe establecer una reserva marina?

Una vez que se ha decidido establecer una reserva marina (o más de una) en una región, la siguiente decisión es dónde ubicarla.

Las consideraciones científicas para establecer las reservas marinas son:

- Diferentes tipos de hábitat en la región
- Características oceanográficas, como corrientes oceánicas
- Sitios importantes para las especies de interés, como áreas de desove
- Lugares habitados por especies raras o restringidas geográficamente
- Deterioro previo del hábitat, con potencial de recuperación
- Vulnerabilidad a efectos naturales y humanos, incluidos aquellos para los cuales las reservas marinas no ofrecen protección, como la contaminación
- Ubicación de actividades humanas como pesca, turismo, transporte, investigación científica y recursos culturales
- Preferencias de las comunidades y los responsables de crear políticas
- Efectos socioeconómicos y oportunidades que genera una reserva

La importancia de cada factor varía según las razones para establecer la reserva marina. Por ejemplo, si el objetivo es mantener la salud de los ecosistemas marinos para beneficiar a las comunidades locales, las reservas necesitan proteger una parte de todos los hábitats de cada región y adecuar los usos humanos del océano en las aguas circundantes.



Algunos peces, como el mero de Nassau (foto superior), se reúnen cada año en áreas de desove, donde son especialmente vulnerables a la sobrepesca. Estas áreas vitales, que se ubican a menudo en los promontorios o las pendientes externas de los arrecifes, pueden ser protegidas dentro de las reservas marinas. Foto: Enric Sala

Información clave

- Una reserva marina pequeña puede proveer algunos beneficios, pero una reserva grande puede tener un mayor efecto, ya que incluye mayor número de hábitats y grandes poblaciones de muchas especies.
- El tamaño de la reserva marina y los patrones de movimiento de los animales determinan el nivel de protección que la reserva puede proveer a cada especie.

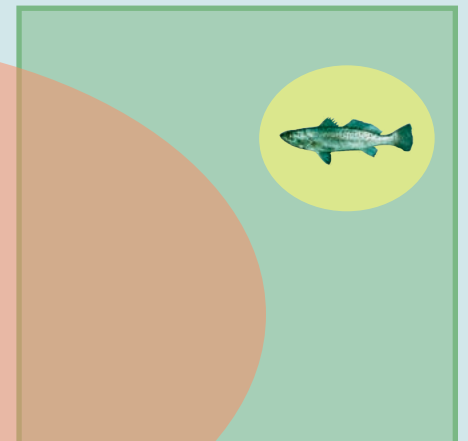
¿Cuál debe ser el tamaño de una reserva marina?

Estudios recientes demuestran que incluso las reservas marinas pequeñas pueden tener efectos positivos. Sin embargo, una reserva marina grande puede proteger una mayor extensión y variedad de hábitats, y un mayor número de individuos y especies. Las reservas marinas grandes son importantes como un seguro contra catástrofes como huracanes o derrames de petróleo.

El nivel de protección que una reserva marina provee a cada especie depende en parte de sus patrones de desplazamiento. Si los individuos permanecen dentro de la reserva, la especie puede recibir un alto nivel de protección (figura inferior derecha). Sin embargo, si los individuos de una especie tienden a desplazarse fuera de la reserva, pueden recibir un menor nivel de protección. Todos los ecosistemas marinos tienen animales altamente móviles, como ballenas, tiburones grandes y meros migratorios, que se desplazan demasiado lejos como para que las reservas marinas puedan protegerlos totalmente. En dichos casos, las reservas marinas pueden proteger lugares significativos asociados con fuentes de alimento o con partes críticas del ciclo de vida de estas especies.

El tamaño de la reserva debe tomar en cuenta la protección de poblaciones grandes y los patrones de movimiento de las especies que se pretende proteger.

- Reserva
- Distribución amplia
- Distribución reducida



El tamaño de una reserva marina y las distancias de desplazamiento de las especies determinan cuáles pueden beneficiarse más dentro de la misma. Los adultos de algunas especies pueden ser protegidos totalmente por la reserva hipotética (cuadro verde en la figura derecha), porque tal vez nunca salgan de la reserva (círculo amarillo). Sin embargo, especies altamente móviles (círculo anaranjado) recibirán menos beneficios de esta reserva. Datos: Ref. 25

Consideraciones para la creación de redes de reservas marinas

¿Cuántas reservas deben establecerse?

En muchos lugares, una sola reserva marina lo suficientemente grande para proteger todos los hábitats pudiera ser poco práctica, debido a la geografía o por la posibilidad de generar efectos socioeconómicos adversos. Una reserva marina grande podría implicar viajes más largos y costosos hacia los sitios de pesca. Como resultado, establecer una red ecológica de varias reservas marinas pequeñas (o medianas) podría ser una alternativa para cumplir con los objetivos establecidos y reducir los efectos negativos de una sola reserva grande.

Las redes de reservas son más efectivas cuando cada tipo de hábitat está representado en más de una reserva y cuando individualmente son lo suficientemente grandes y cercanas como para proteger adultos y jóvenes. Además, pueden proporcionar seguridad contra catástrofes, porque una catástrofe puede afectar poblaciones y hábitats en una reserva, pero tal vez no afecte a otra, lo cual aumenta la posibilidad de recuperación a partir de las reservas no afectadas.

Un beneficio socioeconómico muy importante de una red es que la pesca y otras actividades humanas pueden efectuarse entre reservas, en lugar de ser excluidas de una reserva grande. Los peces e invertebrados jóvenes no son, en general, vulnerables a la pesca, por lo cual al menos una porción de la población podría dispersarse entre las reservas, proporcionando una fuente de animales jóvenes tanto para las reservas como para las áreas de pesca.

¿A qué distancia deben estar las reservas?

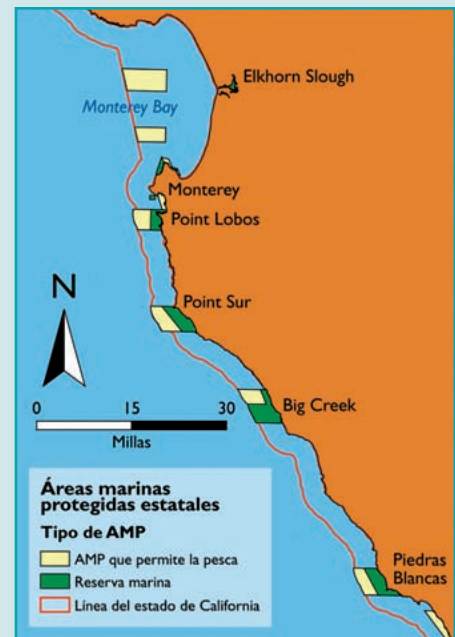
Para que un grupo de reservas funcione como una red, deben estar lo suficientemente cerca para conectarse entre ellas a través del movimiento de los animales. Una cantidad suficiente de animales jóvenes que salen de una reserva debe ser capaz de asentarse en otra para asegurar poblaciones viables. Las redes de reservas marinas conectadas ecológicamente por la dispersión de animales jóvenes y adultos protegen mejor el ecosistema que las reservas aisladas.

Las especies marinas varían mucho en su movilidad. En muchas especies costeras, las plantas o animales jóvenes pueden desplazarse más lejos que los adultos. En consecuencia, se puede diseñar una red de reservas, cada una lo suficientemente grande que permita cubrir el movimiento de los adultos, mientras el espacio entre reservas sea capaz de cubrir el mayor desplazamiento de los jóvenes. Las plantas y animales jóvenes que se desplazan distancias cortas pueden permanecer dentro de las reservas donde se originaron, mientras otros podrían terminar fuera de la reserva. Las reservas más cercanas pueden estar conectadas ecológicamente y proteger una fracción mayor de las especies a través del movimiento de los individuos jóvenes.

Información clave

- Una red de reservas pequeñas puede proteger múltiples hábitats y especies, como una alternativa viable en lugar de la creación de una sola reserva grande.
- Para crear una red, las reservas deben estar lo suficientemente cercanas para que los animales jóvenes puedan desplazarse entre ellas.

Una red de reservas marinas



Parte de una red de reservas marinas (verde) y AMP que permiten actividades pesqueras (amarillo), establecidas a lo largo de la costa central de California, EEUU, en el año 2007.

Fotos: Peter H. Taylor, Sergio Hoare, Steve Lonhart



La gente y el diseño de las reservas marinas

Dimensiones humanas

Los costos y beneficios socioeconómicos de las reservas marinas influyen en su planificación, diseño y resultados finales. La relación entre las reservas marinas y otros instrumentos para la gobernanza del océano cumple un papel importante. Si la actividad pesquera fuera de las reservas se lleva a cabo a niveles insostenibles, las reservas por sí solas no serán suficientes para proteger la biodiversidad marina ni las pesquerías.

Los científicos sociales han identificado factores sociales y económicos que promueven el éxito de las reservas marinas:

- **Objetivos claros**
- **Instituciones y legislación de apoyo**
- **Participación amplia de la comunidad en la toma de decisiones**
- **Participación de personas con intereses diversos**
- **Uso efectivo de la información científica**
- **Mecanismos efectivos para la resolución de conflictos**
- **Financiamiento constante y sostenido**
- **Fuentes alternativas de ingresos para los pescadores**
- **Distribución equitativa de los beneficios económicos**
- **Control y vigilancia efectivos**

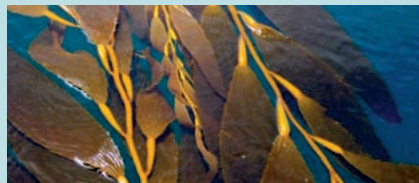
En el largo plazo, una mayor atención a las dimensiones humanas de las reservas marinas garantizará un manejo efectivo.

Resumen

- Las reservas marinas pueden ayudar a mantener servicios valiosos proporcionados por los ecosistemas.
- Las personas son actores importantes en el ecosistema marino, y sus diferentes puntos de vista deben incorporarse en el diseño de reservas marinas.
- La participación de la comunidad, la educación, el control y vigilancia, así como el financiamiento a largo plazo, son cruciales para el éxito de las reservas marinas.
- Las reservas marinas pueden generar beneficios económicos.

Fotos, desde arriba, en sentido horario: Annelise Hagan, Jane Lubchenco, © Autoridad del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral, Ernesto Weil, Freya Sommer, Steve Clabuesch

¿Qué son los servicios ambientales?



La gente, cerca o lejos del mar, depende de los ecosistemas marinos para su supervivencia y bienestar. Los servicios ambientales son beneficios producidos por los sistemas ecológicos. Algunos servicios proporcionados por el océano y la costa son: alimento, regulación del clima, reciclaje de nutrientes, control de plagas y enfermedades, protección de las costas contra la erosión, remoción del exceso de nutrientes originados en

la tierra; además proveen recreación, inspiración y patrimonio cultural.

Los ecosistemas costeros prestan servicios esenciales, pero están afectados por actividades humanas intensas. La gente suele dar por hecho estos servicios, y no reconoce que su pérdida o deterioro puede afectar a sus comunidades.

Pueblos y ciudades pueden llegar a ser más vulnerables a las catástrofes

naturales, como huracanes e inundaciones, cuando la urbanización degrada las marismas, manglares, arrecifes de coral, bosques de algas gigantes, islas de barrera y otras características naturales que ofrecen protección. Las reservas marinas pueden ayudar a mantener los servicios ambientales que los seres humanos necesitan, al proteger, en un mismo lugar, una parte de los hábitats marinos y las especies que contienen.

La gente y el diseño de las reservas marinas

¿Cómo influye la gente en la planificación?

El diseño de las reservas marinas deberá incluir los puntos de vista de la gente, y asegurar que se cumplan los objetivos de conservación y manejo. Los factores humanos importantes a considerar son los siguientes:

Recreación sin extracción

Las reservas marinas resultan ideales para actividades recreativas de no consumo, como el turismo de observación y el buceo libre y autónomo. Los participantes de estas actividades y la industria turística pueden ayudar en la ubicación de las reservas marinas. Sin embargo, deben tomarse precauciones para garantizar que dichas actividades no causen daños a plantas, animales y hábitats sensibles.

Patrones actuales de las actividades humanas

Pueden usarse mapas que muestren los lugares del océano donde se realizan actividades humanas como la pesca, acuicultura, minería de los fondos marinos y producción de energía, y considerarlos para diseñar reservas marinas que reduzcan posibles impactos negativos en estas actividades.

Valores culturales

Las reservas marinas pueden proteger zonas de interés histórico, cultural o de importancia espiritual. Se debe consultar a historiadores y expertos en cultura para determinar cómo dichas reservas podrían ayudar a lograr estos objetivos.

Cumplimiento, control y vigilancia

Una reserva marina debe estar diseñada para facilitar el cumplimiento, control y vigilancia; factores críticos para su éxito. Los límites de la reserva deberían ser fácilmente reconocibles, por ejemplo promontorios, islas u otras marcas en la costa, o bien líneas de latitud y longitud en alta mar pueden aprovecharse para tales efectos. El control y vigilancia serían fáciles de realizar cerca de una estación de guardaparques o una oficina gubernamental. Para facilitar el cumplimiento, los administradores deben incluir a todos los actores para obtener su apoyo.

Monitoreo

El monitoreo de los cambios ecológicos, sociales y económicos relacionados con las reservas marinas es fundamental para evaluar si se cumplen los objetivos de manejo. Los científicos y administradores deben colaborar para planificar e implementar los programas de monitoreo.

Apoyo en el largo plazo

Los beneficios ecológicos que se logran a lo largo de décadas pueden ser eliminados si no se mantiene y controla la reserva. Es esencial establecer convenios a largo plazo que aseguren sus necesidades financieras y de manejo.

Efectos económicos

Los efectos económicos de las reservas marinas son complejos, ya que se diferencian según el sitio y el usuario. Dado que las reservas protegen valiosos servicios ambientales que pueden perderse, una red de reservas marinas bien diseñada y controlada podría generar beneficios económicos a largo plazo.

Al establecer una reserva marina,

los ingresos económicos de la pesca pueden disminuir en el corto plazo, a menos que sean compensados por las capturas en otra área. Eventualmente, el crecimiento y la reproducción de los animales en una reserva marina puede incrementar los ingresos de la pesca. El aumento del turismo local puede generar ingresos alternativos. Algunas



Un pescador en Papua Nueva Guinea muestra su captura. Foto: Joshua Cinner



Buzos en Lamont Reef, parte de la Gran Barrera de Coral. El turismo no extractivo tiene un valor estimado de 589 millones de dólares anuales (USD), cifra superior a los 381 millones (USD) del valor estimado de todas las pesquerías en esta zona. Foto: Cortesía de la Autoridad del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral. Datos: Ref. 42

reservas marinas atraen turistas que aportan dinero a la economía local. Un estudio mostró que la mayoría de las agencias de buceo en 30 países latinoamericanos y del Caribe llevaron a sus clientes a áreas marinas protegidas. Estos buzos pagaron más de mil millones de dólares (USD) al año en costos de usuario.

la ciencia y la planificación de las reservas marinas

¿Cuál es el rol de la ciencia?

El establecimiento de reservas marinas requiere de la participación de personas con diferentes perspectivas en el uso de los recursos, la política marina, las ciencias naturales y sociales, los negocios, la conservación y la recreación. Estas personas pueden aprovechar los conocimientos tradicionales y la información científica sobre los hábitats, la diversidad de especies, los usos humanos y otros aspectos relevantes para tomar decisiones acerca de las reservas marinas. Además, los responsables de la toma de decisiones generalmente ponderan los costos y beneficios asociados a los objetivos de corto y largo plazo para la gente, el funcionamiento de los ecosistemas, la economía y los valores de la comunidad. La planificación exitosa de las reservas marinas requiere del establecimiento de objetivos claros, utilización eficaz de la información científica, y la participación de múltiples grupos. Los 3 casos de estudio siguientes muestran cómo la ciencia ha proporcionado información para la creación de reservas marinas.

Lecciones aprendidas

- La ciencia permite tomar decisiones informadas acerca de las reservas marinas..
- La participación de los sectores interesados es fundamental para el diseño, manejo, control y vigilancia de las reservas marinas.
- El apoyo de los gobiernos locales es fundamental para la eficacia de las reservas marinas en el largo plazo.

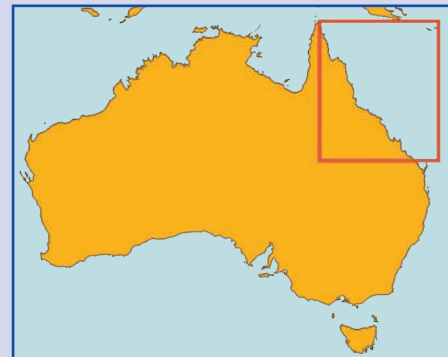
Caso de estudio: Australia

Creado en 1975, el Parque Marino de la Gran Barrera de Coral abarca ~133000 millas cuadradas de la costa noreste de Australia. Desde principios de la década de 1990, se veía con preocupación que la zonificación no protegía toda la diversidad biológica conocida en el Parque Marino. Además, la ubicación de las reservas marinas reflejaba un interés histórico por los arrecifes de coral, con énfasis en los más remotos y prístinos.

La Autoridad Federal del Parque Marino reconoció la importancia de utilizar los mejores conocimientos científicos disponibles y colaboró con los científicos para identificar 70 biorregiones únicas. Luego se establecieron 2 grupos para desarrollar los principios rectores para la elaboración de un nuevo plan de zonificación:

1. Un Comité Directivo Científico desarrolló 11 principios físicos y biológicos, los cuales incluyeron la protección mínima necesaria para representar a cada región biogeográfica.
2. Un Comité Directivo Social, Económico y Cultural desarrolló 4 principios para maximizar los efectos positivos y minimizar los efectos negativos en los usuarios del Parque Marino y otros grupos de interés.

Se utilizó un programa de computadora especialmente diseñado para evaluar las opciones de zonificación que cumplieran con los objetivos biológicos y físicos. La Autoridad del Parque consideró más de 31000 observaciones e información del público sobre los valores y usos humanos para perfeccionar el plan de zonificación. El objetivo era alcanzar los principios físicos y biológicos y minimizar las posibles repercusiones sociales y económicas negativas. En 2004, el Parlamento Australiano aprobó el plan final que incluía reservas marinas que cubrían más del 33% del Parque Marino. Las directrices científicas bien definidas y la cuidadosa consideración de los intereses públicos contribuyeron al éxito del proceso de planificación.



Noreste de Australia, donde se localiza el Parque Marino de la Gran Barrera de Coral.



Vista aérea de Lizard Island en el Parque Marino de la Gran Barrera de Coral. Foto: Cortesía de la Autoridad del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral

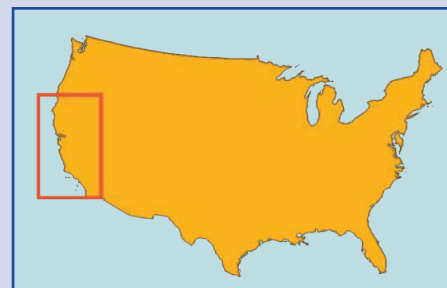
Caso de estudio: California, Estados Unidos

La Ley de Protección de la Vida Marina registrada en la ley estatal en 1999, exige que California diseñe y maneje una red de reservas marinas y otras AMP para preservar los ecosistemas y el patrimonio marino. En 2004, la Agencia de Recursos de California utilizó fondos estatales y privados para poner en marcha la Iniciativa de la Ley, que en su primera fase se implementó en la costa central de California. La Iniciativa reunió a 3 grupos de asesores voluntarios:

1. Un Grupo de Trabajo de Alto Nivel, conformado por distinguidos líderes públicos y expertos, guió el proceso y formuló el plan maestro.
2. Grupos de usuarios interesados identificaron los objetivos regionales y crearon diferentes diseños posibles para la red de AMP.
3. Un Grupo Científico Asesor proporcionó información científica a todos los participantes, desarrolló las directrices para que el diseño de las AMP cumpliera los objetivos establecidos por la Ley, y evaluó las AMP propuestas en términos de las directrices científicas y los posibles efectos socioeconómicos.

El Grupo de Trabajo de Alto Nivel alentó a todos los usuarios interesados a que se adhirieran a las directrices del Grupo Científico Asesor para el diseño de las AMP. En un proceso iterativo, los usuarios interesados diseñaron una red de AMP, y los científicos recomendaron ajustes.

La agencia estatal reguladora decidió implementar 29 AMP en la costa central de California. Estas AMP incluyen 14 reservas marinas que cubren 7.5% de aguas dentro de las 3 millas de la costa.



La costa de California, centro de atención de la Iniciativa de la Ley de Protección de la Vida Marina.



Las olas rompen en Big Sur, costa central de California. Foto: Steve Lonhart

Caso de estudio: Filipinas

Las islas Apo y Sumilon son dos reservas marinas de Filipinas. La reserva en la isla Apo ha sido protegida de manera continua durante 24 años. Sumilon ha tenido una historia compleja de manejo debido a cambios en el gobierno local.

La reserva en la isla Sumilon se estableció en 1974, después de que biólogos y científicos sociales de la Universidad de Silliman establecieran un programa de conservación marina en una isla cercana. La ciencia contribuyó al proceso de creación de la reserva cuando científicos y residentes analizaron los conceptos de ecología marina necesarios para su creación. Un decreto del gobierno local estableció la Reserva Marina Sumilon.

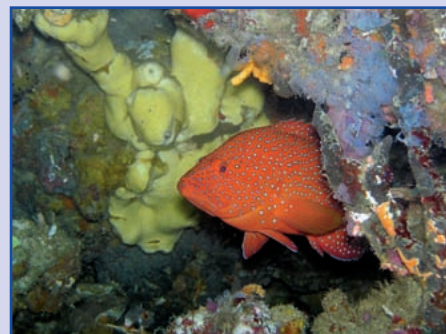
Por razones políticas, la protección total de la Reserva Marina Sumilon se suspendió en dos ocasiones desde 1974. La abundancia de peces se redujo drásticamente cuando el área se abrió a la pesca. Una vez restablecida la protección total, el número de peces volvió a incrementarse gradualmente.

En la isla Apo, programas de educación científica despertaron el interés de los residentes en la protección de los recursos marinos. El municipio y la Universidad de Silliman colaboraron para establecer la Reserva Marina Apo en 1982. La reserva ha estado protegida por más de 20 años con los esfuerzos de la comunidad, el gobierno local y la Universidad.

Los estudios en estas dos reservas han generado conocimiento científico de largo plazo sobre los cambios biológicos en las mismas. Las reservas han producido incrementos en la abundancia, tamaño y biomasa de los peces; además, han potenciado la pesca en áreas cercanas. También han beneficiado económicamente a las comunidades locales, gracias al incremento del turismo.



Filipinas, donde se localizan las islas Apo y Sumilon.



Una cherna estrellada se refugia en un arrecife en la reserva marina de la isla Apo. Foto: Brian Stockwell

resumen: las reservas marinas contribuyen a la salud del océano

La evidencia científica demuestra que el ser humano ocasiona un deterioro progresivo de la salud del océano. Las reservas marinas, sin ser una panacea, constituyen un instrumento importante para la protección de los hábitats, la diversidad biológica marina y el bienestar humano.

Se han creado reservas marinas en todo el mundo

Al menos 45 naciones, desde islas pequeñas a grandes países, han establecido reservas marinas en regiones templadas y tropicales. Se han publicado estudios en revistas científicas internacionales de al menos 124 reservas marinas en 29 naciones. Esta información ha permitido establecer conclusiones confiables acerca de la eficacia de las reservas marinas. Sin embargo, a pesar de que se han establecido numerosas reservas marinas, éstas cubren menos del 0.01 % de los océanos del mundo.

Las reservas ayudan a mantener la vida marina

La abundancia, diversidad, biomasa, y el tamaño de las especies marinas suelen incrementarse dramáticamente dentro de las reservas. Esto es más notable en especies explotadas, algunas llegan a aumentar de 10 a 20 veces dentro de las reservas, tanto en regiones tropicales como templadas. Pueden pasar muchos años, incluso décadas, para que algunas especies y hábitats respondan a la protección y, si se reanuda la pesca en el área, los beneficios pueden ser eliminados en uno o dos años.

Las reservas marinas mantienen servicios ambientales, tales como el reciclaje de nutrientes y la protección de la costa contra la erosión, que son vitales para el bienestar de las personas que viven cerca de las reservas. En una reserva, el ecosistema marino puede resistir mejor el cambio climático y otros disturbios ambientales que ecosistemas alterados fuera de sus límites. Las reservas marinas proveen una línea base para entender cómo las actividades humanas afectan a otras partes del océano, y pueden proteger lugares con importancia cultural y espiritual.

Las reservas marinas son sólo parte de la solución

Las reservas marinas producen resultados diferentes de los enfoques tradicionales de manejo al proteger el ecosistema, incluidos animales, plantas, hábitats y las interacciones entre éstos en un área particular. Sin embargo, otras prácticas de manejo, como cuotas y restricciones de las artes de pesca, son necesarias para lograr una pesca sostenible fuera de sus límites. Las reservas marinas requieren instrumentos de manejo complementarios, ya que no ofrecen protección contra todo tipo de actividades humanas que afectan a los océanos. Impactos ambientales adicionales, como la contaminación y el cambio climático, deben abordarse de otra manera. Las reservas marinas son un instrumento importante, mas no el único, para proteger la salud de los océanos.



Fotos, de arriba a abajo: Robert Schwemmer, Freya Sommer, Steve Lonhart, U.S. Geological Survey, Jiangang Luo

referencias

Estas referencias contienen información directamente citada en el presente documento. Hay muchas referencias científicas adicionales sobre las reservas marinas. Si desea obtener una lista más amplia, por favor, visite www.piscoweb.org/outreach/pubs/reserves.

General

1. Millennium Ecosystem Assessment, www.maweb.org
2. Shears NT, et al. (2006) *Biological Conservation* 132:222-231
3. McClanahan TR, et al. (2006) *Aquatic Conservation* 16:147-165
4. Williams ID, et al. (2006) *Marine Ecology Progress Series* 310:139-149
5. Jaworski A, et al. (2006) *ICES Journal of Marine Science* 63:897-911
6. Russ GR, Alcala AC (2003) *Ecological Applications* 13:1553-1565
7. Mora C, et al. (2006) *Science* 312:1750-1751
8. Love MS, et al. (1990) NOAA Technical Report. NMFS 87

Efectos de las reservas marinas dentro de sus límites

9. Lester SE, et al. <http://www.piscoweb.org/outreach/pubs/reserves>
10. Shears NT, Babcock RC (2003) *Marine Ecology Progress Series* 246:1-16
11. Mumby PJ, et al. (2006) *Science* 311:98-101
12. Graham NAJ, et al. (2003) *Environmental Conservation* 30:200-208
13. Duran LR, Castilla JC (1989) *Marine Biology* 103:555-562
14. Micheli F, et al. (2004) *Ecological Applications* 14:1709-1723
15. McClanahan TR, Graham NAJ (2005) *Marine Ecology Progress Series* 294:241-248
16. Russ GR, Alcala AC (2004) *Oecologia* 138:622-627
17. McClanahan TR, et al. (2007) *Ecological Applications* 17:1055-1067

Efectos de las reservas marinas fuera de sus límites

18. Roberts CM, et al. (2001) *Science* 294:1920-1923
19. Bolden SK (2000) *Fishery Bulletin* 98:642-645
20. Kaunda-Arara B, Rose GA (2004) *Environmental Biology of Fishes* 70:363-372
21. Abesamis RA, Russ GR (2005) *Ecological Applications* 15:1798-1812
22. Pillans S, et al. (2005) *Marine Ecology Progress Series* 295:201-213
23. Cole RG, et al. (2000) *Aquatic Conservation* 10:421-436
24. Goni R, et al. (2006) *Marine Ecology Progress Series* 308:207-219
25. Johnson DR, et al. (1999) *North American Journal of Fisheries Management* 19:436-453
26. Starr RM, et al. (2004) *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61:1083-1094

Casos de estudio: impactos dentro y fuera

27. Ault JS, et al. (2006) *Bulletin of Marine Science* 78:633-654
28. Suman D, et al. (1999) *Ocean & Coastal Management* 42:1019-1040
29. Behrens MD, Lafferty KD (2004) *Marine Ecology Progress Series* 279:129-139
30. Lafferty KD, Behrens MD (2005) In: Garcelon DK, Schwemm CA (eds) *Sixth California Islands Symposium*. Institute for Wildlife Studies, Ventura, CA, p 511-520
31. Link J, et al. (2005) *American Fisheries Society Symposium* 41:345-368
32. Murawski SA, et al. (2005) *ICES Journal of Marine Science* 62:1150-1167
33. Murawski SA, et al. (2000) *Bulletin of Marine Science* 66:775-798
34. Hart DR, Rago PJ (2006) *North American Journal of Fisheries Management* 26:490-501

Consideraciones para el diseño de reservas marinas

35. Love MS, et al. (2002) *The Rockfishes of the Northeast Pacific*. University of California Press
36. Kinlan BP, Gaines SD (2003) *Ecology* 84:2007-2020
37. Palumbi SR (2004) *Annual Review of Environment and Resources* 29:31-68
38. Christie P, White AT (2007) *Coral Reefs* <http://dx.doi.org/10.1007/s00338-007-0235-9>
39. White AT, et al. (2002) *Coastal Management* 30:1-26
40. Sanchirico JN, et al. (2006) *Ecological Applications* 16:1643-1659
41. Green E, Donnelly R (2003) *Ambio* 32:140-144
42. Hand T (2003) Great Barrier Reef Marine Park Authority. Report on the revised zoning plan. http://reefed.edu.au/rap/pdf/PDP_Report_23-12-03.pdf

Casos de estudio: la ciencia y la planificación de las reservas marinas

43. Fernandes L, et al. (2005) *Conservation Biology* 19:1733-1744
44. California Marine Life Protection Act Initiative. Master Plan Framework, California Fish and Game. August 22, 2005. www.dfg.ca.gov/Mrd/mlpa/pdfs/mpf082205.pdf
45. Alcala AC, Russ GR (2006) *Ambio* 35:245-254



**Partnership for Interdisciplinary
Studies of Coastal Oceans
(PISCO)**

Para mayor información:
www.piscoweb.org
pisco@piscoweb.org

PISCO
 University of California, Santa Barbara
 Marine Science Institute
 Santa Barbara, CA 93106-6150
 Tel (805) 893-3387

PISCO
 University of California, Santa Cruz
 Long Marine Laboratory
 100 Shaffer Road
 Santa Cruz, CA 95060
 Tel (831) 459-1669

PISCO
 Stanford University
 Hopkins Marine Station
 Oceanview Boulevard
 Pacific Grove, CA 93950
 Tel (831) 648-7988

PISCO
 Oregon State University
 Department of Zoology
 3029 Cordley Hall
 Corvallis, OR 97331
 Tel (541) 737-8645

Fotos: Evan D'Alessandro, Pier Panzalis, © Autoridad del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral, Cristine McConnell, Evan D'Alessandro, © Autoridad del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral, Evan D'Alessandro, Evan D'Alessandro

FSC logo placeholder