An underwater scene with a large sea turtle swimming in the upper half and a diver in the lower half, both silhouetted against a bright blue background. The text is overlaid on the turtle's body.

Guía dirigida a planificadores y gestores  
**para la creación de redes de  
áreas marinas protegidas resilientes**  
en un contexto de cambio climático



Citar como: CCA, *Guía dirigida a planificadores y gestores para la creación de redes de áreas marinas protegidas resilientes en un contexto de cambio climático*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 2012.

## Agradecimientos

El presente documento es el resultado del trabajo del taller de revisión técnica de las directrices científicas para planificadores y gestores de programas y redes de áreas marinas protegidas, organizado por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), la Red de Áreas Marinas Protegidas de América del Norte (RAMPAN) y el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM) y celebrado los días 13 y 14 de marzo de 2012 en Ottawa, Canadá. Entre los asistentes al taller se cuentan Tomás Camarena Luhrs, Ana Luisa Rosa Figueroa de Gallo, Jaime Manuel González Cano, Andrew John Rhodes Espinoza y Natalie Rodríguez Dowdell, de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp); Penny Doherty, Ellen Kenchington, Cecilia Lougheed, Jessica Mitchell, Jake Rice, Mary Rothfels y Nancy Louise Shackell, del ministerio de Pesca y Océanos de Canadá (*Fisheries and Oceans Canada*, DFO); Harriet Nash, del Instituto de Investigación Harte para Estudios del Golfo de México (*Harte Research Institute for Gulf of México Studies*); Chelsie Papiez, del Departamento de Recursos Naturales (*Department of Natural Resources*) de Maryland; Robert Brock y Lauren Wenzel, del Centro Nacional de Áreas Marinas Protegidas de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA's *National Marine Protected Areas Center*); Maria Brown, del Santuario Nacional Marino Golfo de los Farallones de la NOAA (*NOAA's Gulf of the Farallones National Marine Sanctuary*); Francine Mercier, Tomas Tomascik y Doug Yurick, del departamento de Parques de Canadá (*Parks Canada*), y María Amparo Martínez Arroyo, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La integración de una versión más pulida de esta guía para planificadores y gestores corrió a cargo de Harriet Nash, en tanto que Jane Barr se ocupó de la edición, con la revisión técnica por parte del grupo técnico de la Red de Áreas Marinas Protegidas de América del Norte (RAMPAN). Al frente de la realización estuvo la coordinadora de proyecto, Sarah Heiberg, con el apoyo de la gerente de programa Karen Richardson, la asistente de programa Itzia Sandoval y los editores Johanne David, Jacqueline Fortson y Douglas Kirk. El diseño gráfico es de Gray Fraser.

La CCA desea extender un agradecimiento especial al grupo técnico de la RAMPAN por sus aportaciones y apoyo.

IBSN: 978-2-89700-019-6 (versión impresa)  
IBSN: 978-2-89700-022-6 (versión electrónica)

*Available in English:*

IBSN: 978-2-89700-018-9 (*print version*)  
IBSN: 978-2-89700-021-9 (*electronic version*)

*Disponible en français:*

IBSN: 978-2-89700-020-2 (*version imprimée*)  
IBSN: 978-2-89700-023-3 (*version électronique*)

Depósito legal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2012  
Depósito legal – Library and Archives Canada, 2012



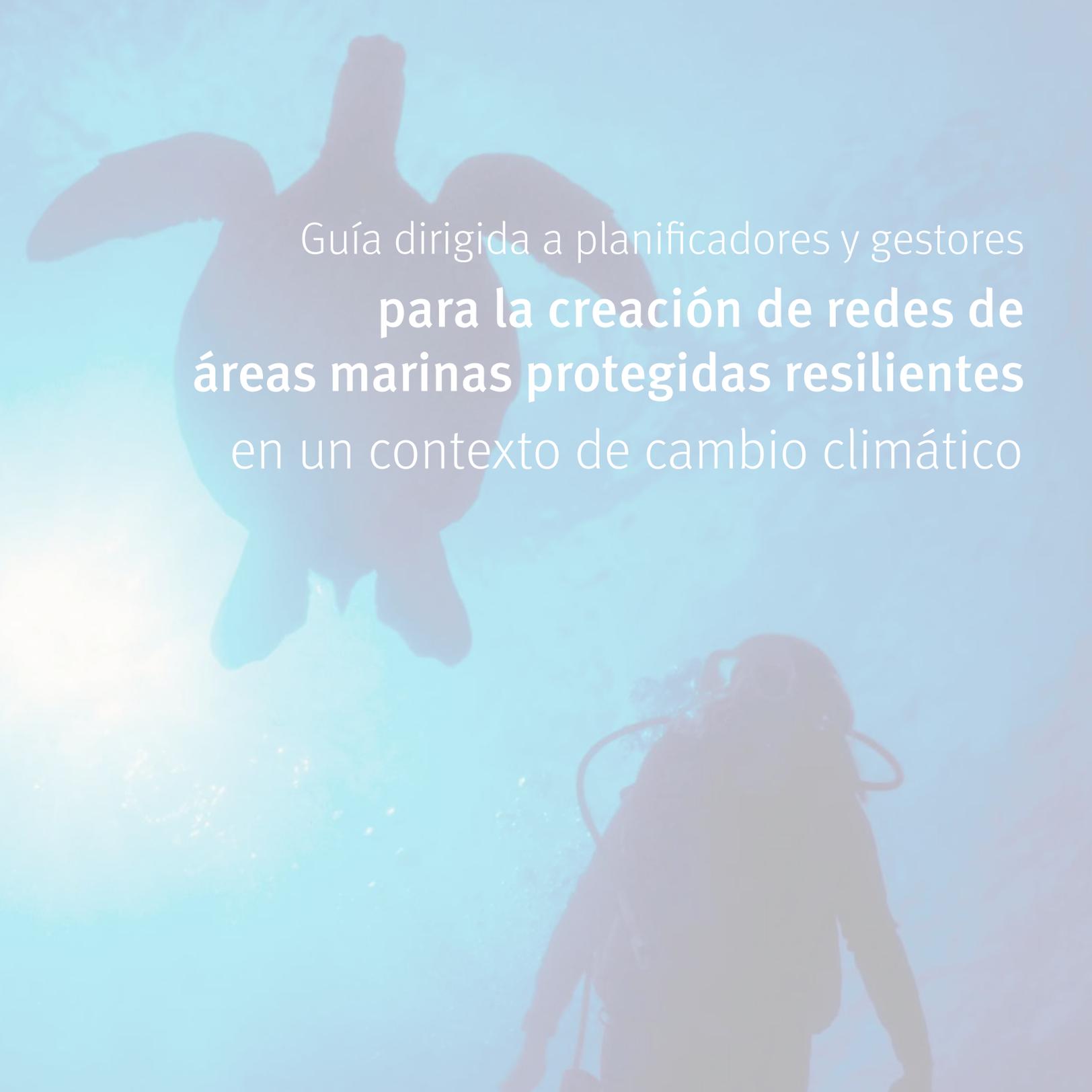
Si desea obtener más información sobre ésta y otras publicaciones de la CCA, dirijase a:



**Comisión para la Cooperación Ambiental**  
393 rue St-Jacques ouest, bureau 200  
Montreal (Quebec), Canadá H2Y 1N9  
t (514) 350-4300 f (514) 350-4372  
info@cec.org / www.cec.org

### Particularidades de la publicación

*Tipo:* informe de proyecto de la CCA  
*Fecha:* diciembre de 2012  
*Idioma original:* inglés  
*Procedimientos de revisión y aseguramiento de calidad*  
*Revisión final de las Partes:* septiembre-octubre de 2012  
QA10.21

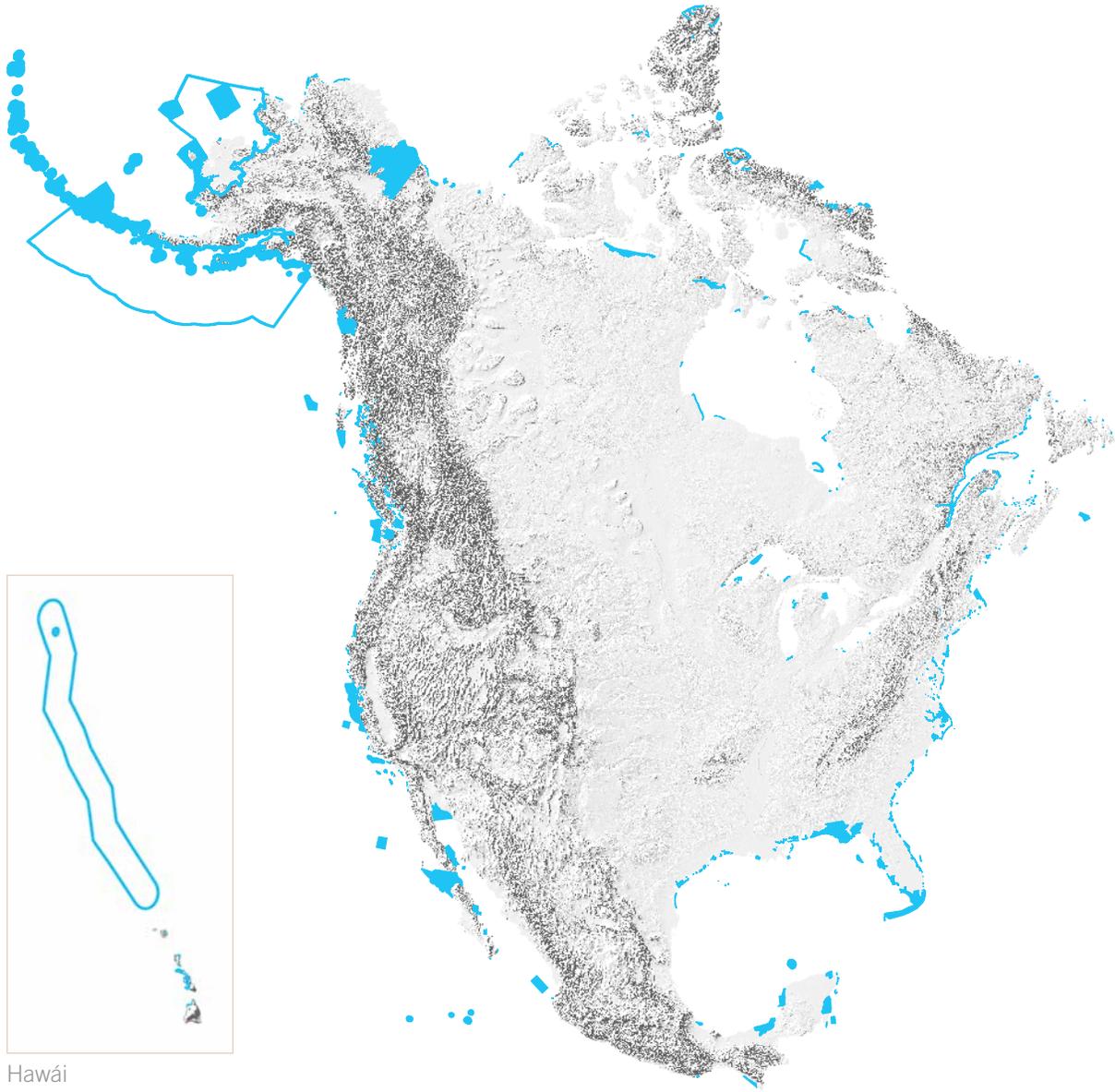
An underwater scene with a sea turtle swimming in the upper left and a diver in the lower right. The background is a clear blue ocean with sunlight filtering through from the left. The text is overlaid in the center.

Guía dirigida a planificadores y gestores  
**para la creación de redes de  
áreas marinas protegidas resilientes**  
en un contexto de cambio climático



Contexto	v
Siglas, abreviaturas y acrónimos	viii
Introducción	ix
<b>Línea directriz 1: Proteger especies y hábitats con una función crucial en los ecosistemas o cuya conservación es de particular preocupación</b>	<b>1</b>
<b>Línea directriz 2: Proteger posibles sumideros de carbono</b>	<b>9</b>
<b>Línea directriz 3: Proteger los vínculos ecológicos y las rutas de conectividad de una amplia gama de especies</b>	<b>19</b>
<b>Línea directriz 4: Proteger toda la gama de la biodiversidad presente en el área geográfica objetivo</b>	<b>29</b>
Cuadro de posibles costos y niveles de esfuerzo para iniciativas comunes a todas las directrices	36
Referencias	37

# Áreas marinas protegidas de América del Norte



Hawái

El cambio climático es, junto con la contaminación y la sobrepesca, uno de los mayores retos que hoy día enfrentan los océanos compartidos de América del Norte. Por medio del proyecto *Participación comunitaria en la conservación de la biodiversidad marina a través de la Red de Áreas Marinas Protegidas de América del Norte (RAMPAN)*,<sup>1</sup> la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) reunió información científica en torno a los efectos del cambio climático en las redes de áreas marinas protegidas (AMP) de la región con miras a mejorar los procesos de creación y gestión de estas áreas y, así, ayudar a fortalecer la salud de nuestros océanos y su capacidad de recuperación.

La presente guía tiene como objetivo ayudar a planificadores y gestores de programas y redes de AMP a hacer frente a los desafíos derivados del cambio climático, mediante cuatro directrices básicas:

Línea directriz 1: Proteger especies y hábitats con una función crucial en los ecosistemas o cuya conservación es de particular preocupación.

Línea directriz 2: Proteger posibles sumideros de carbono.

Línea directriz 3: Proteger los vínculos ecológicos y las rutas de conectividad de una amplia gama de especies.

Línea directriz 4: Proteger toda la gama de la biodiversidad presente en el área biogeográfica objetivo.

Para cada línea directriz exponemos los pasos consecutivos —a manera de método o plan de acción práctico— que planificadores y gestores deben seguir para alcanzar cada una de las metas planteadas. Con el propósito de brindar a los usuarios una idea rápida de los requisitos concretos para llevar a cabo cada plan de acción, al final de la guía se presenta un cuadro resumido de actividades o iniciativas, así como posibles costos y niveles de esfuerzo (en tres categorías: bajos, moderados o altos).

1. Véanse las páginas web del proyecto de la CCA, en: <[www.cec.org/marinas](http://www.cec.org/marinas)>, y de la RAMPAN, en: <[www.cec.org/rampan](http://www.cec.org/rampan)>.

Cada paso de las directrices se integra de los siguientes apartados:



**Aspectos generales:** Las razones que justifican el paso.



**Método:** Iniciativas sugeridas para lograr el propósito de la línea directriz. Se presentan como un conjunto de medidas o acciones, sin que éstas sean necesariamente consecutivas. Cabe observar que varias de las actividades o iniciativas sugeridas en los apartados correspondientes al método son comunes a todas directrices: por ejemplo, un taller con expertos competentes, la revisión de la literatura científica relevante para cada paso, la selección de modelos pertinentes y la participación de los sectores interesados.



**Consideraciones prácticas:** Necesidades para ejecutar las iniciativas planteadas en el método y desafíos a enfrentar.



**Productos:** Documentación —informes, mapas, datos y demás— que se prevé producir o compilar al término de cada paso.



**Recursos:** Material publicado, datos, organizaciones, páginas web y otras fuentes que podrían apoyar en la ejecución del paso o etapa en cuestión.

Las cuatro directrices se describen a cabalidad en la publicación *Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático* (en lo sucesivo: “las Directrices”, Brock *et al.*, 2012), cuya elaboración estuvo a cargo del Grupo de Estudio sobre la Planeación y Creación de Redes de Áreas Marinas Protegidas en un Clima Cambiante (SGMPAN, por su siglas en inglés): alianza creada por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), mediante su grupo técnico de la Red de Áreas Marinas Protegidas de América del Norte (RAMPAN), y el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM). Las Directrices se desprenden de un informe más extenso del SGMPAN intitolado: *Report of the Study Group on Designing Marine Protected Area Networks in a Changing Climate* (CIEM, 2011a). Este informe inicial se elaboró en un taller realizado en Woods Hole, Massachusetts, Estados Unidos, en noviembre de 2010. En el anexo 3 de las Directrices (Brock *et al.*, 2012) se incluye la lista de participantes (de Canadá, Estados Unidos y México) en el taller. El área de interés del taller se extendió desde la parte occidental tropical del océano Atlántico —incluidos el mar Caribe y el golfo de México— hacia el norte, hasta el mar de Labrador, aunque a decir de los participantes los lineamientos planteados son aplicables en toda América del Norte.

Los miembros del SGMPAN —presidido por Robert Brock (Estados Unidos), Ellen Kenchington (Canadá) y Amparo Martínez Arroyo (México)— se reunieron de nuevo en Woods Hole, del 9 al 11 de agosto de 2011, para incorporar cambios a la versión preliminar del informe, luego de una revisión de pares que duró seis meses. Asimismo, formularon directrices apoyadas en información científica para la planeación y creación de redes de áreas marinas protegidas (AMP) teniendo en cuenta los efectos previstos del cambio climático en los ecosistemas marinos.

Considérese el informe completo (CIEM, 2011a) del SGMPAN como el documento de referencia de las Directrices, a excepción del análisis oceanográfico que se actualizó en el informe de Brock *et al.* (2012).

Los días 13 y 14 de marzo de 2012, en Ottawa, Ontario, Canadá, se llevó a cabo otra reunión con el fin de realizar una revisión técnica de las Directrices y elaborar una sinopsis para planificadores y gestores de programas y redes de AMP que incluyera la identificación de ejemplos sobre cómo y dónde podrían aplicarse las directrices. El resultado de la reunión fue la elaboración de la versión preliminar de tal sinopsis, base de la presente *Guía dirigida a planificadores y gestores para la creación de redes de áreas marinas protegidas resilientes en un contexto de cambio climático*.

Esperamos que diversos grupos de especialistas sigan los pasos propuestos en esta guía y elaboren informes con bases científicas de utilidad para la formulación de una red dinámica de áreas marinas protegidas que se extienda por toda América del Norte.

## Siglas, abreviaturas y acrónimos

<b>ADN</b>	Ácido desoxirribonucleico
<b>AIEB</b>	Área de importancia ecológica y biológica
<b>AMP</b>	Área marina protegida
<b>APC</b>	Área prioritaria de conservación
<b>CCA</b>	Comisión para la Cooperación Ambiental
<b>CDB</b>	Convenio sobre la Diversidad Biológica
<b>CIEM</b>	Consejo Internacional para la Exploración del Mar
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>Cosewic</b>	Comité sobre el Estado de la Vida Silvestre en Peligro de Extinción en Canadá ( <i>Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada</i> )
<b>ESA</b>	Ley de Especies en Peligro de Extinción ( <i>Endangered Species Act</i> ) de Estados Unidos
<b>Marxan</b>	Programa de cómputo para la proyección sistemática de reservas
<b>NOAA</b>	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica ( <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> ) de Estados Unidos
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>RAMPAN</b>	Red de Áreas Marinas Protegidas de América del Norte
<b>SARA</b>	Ley de Especies en Riesgo ( <i>Species At Risk Act</i> ) de Canadá
<b>SGMPAN</b>	Grupo de Estudio sobre la Planeación y Creación de Redes de Áreas Marinas Protegidas en un Clima Cambiante (siglas en inglés)
<b>SIG</b>	Sistema de información geográfica

Se prevé que el cambio climático —una consecuencia de factores tanto naturales como antropogénicos— afecte prácticamente todos los aspectos de la estructura y la función de los ecosistemas marinos: desde los ciclos biogeoquímicos y la composición de las comunidades hasta la prevalencia de enfermedades. El clima puede repercutir en todas las etapas del ciclo biológico mediante procesos directos e indirectos, con posibles efectos en las poblaciones marinas que incluyen alteraciones en la dinámica poblacional (talla, reproducción), en la composición de las comunidades y en su distribución geográfica. Cabe esperar que el cambio climático impacte de manera distinta a poblaciones, hábitats y ecosistemas, dependiendo de sus características básicas (CIEM, 2011a, b); como consecuencia podrían alterarse los patrones de conectividad al modificarse la duración del estadio larvario, los patrones de desplazamiento de los adultos y la distribución de las especies, por ejemplo. Dada la importancia de la conectividad para el establecimiento de las redes de AMP, los investigadores deben sobre todo comprender las influencias del cambio climático en los diferentes componentes de la conectividad. Aunque persisten muchas dudas sobre la velocidad y la estructura espacial del futuro cambio climático, al planear la gestión de los ecosistemas es preciso tomar en consideración las alteraciones probables y posibles.

Las redes de áreas marinas protegidas (AMP) se deben concebir de tal forma que queden integradas, se sustenten recíprocamente y se orienten al mantenimiento de funciones, servicios y recursos ambientales fundamentales. De este modo podrán ofrecer un mecanismo que ayude a la adaptación de los ecosistemas a los efectos del cambio climático, así como a su mitigación. Las redes de AMP son particularmente apropiadas para abordar cuestiones espaciales de conectividad (por ejemplo, conectar sitios de importancia crucial para ciertas etapas del ciclo de vida de especies clave), heterogeneidad de los hábitats, y disposición y composición espaciales de los hábitats constitutivos, todo lo cual contribuye a la resiliencia de los ecosistemas. Algunas de esas propiedades (por ejemplo, riqueza de especies y estructura de los niveles tróficos superiores en lo que respecta a su abundancia y tamaño) se pueden favorecer mediante la extensión y ubicación de las áreas protegidas y con la reducción de factores de presión como la pesca. En otros casos, las herramientas de gestión espacial quizá no puedan aplicarse a ciertas propiedades, pero aun así se trata de características que pueden servir para predecir la vulnerabilidad del ecosistema al cambio climático (por ejemplo, correspondencias fenológicas, flexibilidad de las rutas migratorias, dependencia de hábitats críticos, redundancia funcional, diversidad de respuestas y equidad de las comunidades [CIEM, 2011a]).

Deberán hacerse ajustes en la gestión oceánica para responder a un nuevo imperativo: mantener la estructura, función, procesos y biodiversidad de los ecosistemas a fin de aumentar la resiliencia al cambio. En este sentido, será fundamental, sin duda, contar con un enfoque altamente coordinado, integrado y adaptativo, lo que a su vez exigirá algún mecanismo que permita mejorar la compatibilidad y la coherencia entre sectores y regiones. Ello resultará de particular importancia con respecto al establecimiento y operación de redes transfronterizas de áreas marinas protegidas.



## Línea directriz 1

Proteger especies y hábitats con una función crucial en los ecosistemas o cuya conservación es de particular preocupación

### Paso 1

Identificar especies y hábitats con una función crucial en los ecosistemas o cuya conservación es de particular preocupación.

### Paso 2

Identificar las características de las especies y hábitats identificados en el paso 1 que son vulnerables a los efectos previstos del cambio climático.

### Paso 3

Determinar si los efectos del cambio climático en las características vulnerables identificadas en el paso 2 pueden mitigarse mediante AMP, ya sea aisladas o en red.

### Paso 4

Si los efectos del cambio climático en las características identificadas en el paso 2 pueden mitigarse mediante AMP, aisladas o en red, los especialistas deben calcular la escala de tiempo en la que se espera que su objeto de estudio responda al cambio climático y, en función de ello, proceder entonces a una reevaluación de los límites de las AMP, o bien establecer nuevas AMP o redes de AMP, de modo que sean vigorosas ante estos cambios.

## Paso 1

Identificar especies y hábitats con una función crucial en los ecosistemas o cuya conservación es de particular preocupación



### Aspectos generales

El primer paso hacia el logro de esta meta consiste en identificar las especies y hábitats que impulsan o estructuran los ecosistemas y sus procesos. Si la población de estas especies o la cobertura de estos hábitats se reducen o desaparecen —por ejemplo, como resultado de condiciones de cambio climático—, el ecosistema podría sufrir consecuencias de dimensiones mayúsculas.



### Método

- Identificar las especies y hábitats que son cruciales, ya sea para una especie o grupo de especies en particular, o bien para el funcionamiento del ecosistema. Esto incluye examinar aspectos de las especies o los hábitats distintos de aquellos explícitamente identificados con base en otros criterios para la configuración de redes; por ejemplo, los criterios para la determinación de áreas de importancia ecológica y biológica (AIEB).<sup>2</sup>
- En un proceso independiente, identificar las especies cuya conservación es de particular preocupación.<sup>3</sup>
- Definir el papel fundamental que las especies y los hábitats en cuestión desempeñan dentro del ecosistema.
- Trazar mapas con la ubicación de especies y hábitats objetivo.
- Analizar cuán protegidos están las especies y hábitats objetivo como parte de una AMP o una red de AMP (incluidas aquellas en proceso de designación) e identificar aquellos hábitats o especies que guarden una vinculación basada en mayores escalas espaciales y temporales.
- Procurar la participación de sectores de interés a todo lo largo del proceso, con miras a atender también consideraciones sociales y económicas.



### Consideraciones prácticas

- Contemplar la posibilidad de llevar a cabo una reunión científica para congregar a expertos nacionales en los diversos componentes de cada ecosistema y atender vacíos en cuanto a iniciativas científicas.
- Celebrar reuniones con gestores y planificadores de AMP a escalas tanto local como regional.
- Tener en cuenta la aplicación de un sistema de información geográfica (SIG) que coadyuve en el proceso.



### Productos

- Un documento en el que se identifiquen especies y hábitats considerados cruciales dentro de un ecosistema, y en el que se describan las funciones específicas que ambos, especies y hábitats, desempeñan.
- Uno o varios mapas (generados mediante SIG) que muestren la ubicación de las especies y los hábitats que desempeñan un papel crucial dentro de un ecosistema.

2. Véanse el documento *The ecologically or biologically significant areas EBSA identification process* (GOBI, 2010) y la página de la Iniciativa Mundial sobre la Diversidad Biológica de los Océanos (*Global Ocean Biodiversity Initiative*, GOBI) que ofrece ejemplos de los criterios pertinentes para la determinación de áreas de importancia ecológica y biológica (AIEB), en: <[www.gobi.org/Our%20Work](http://www.gobi.org/Our%20Work)>.

3. Las especies cuya conservación es de particular preocupación son todas aquellas (especies o subespecies) que han visto mermada su abundancia en el largo plazo o que son vulnerables a una disminución significativa debido a baja población, distribución restringida, dependencia de recursos de hábitat limitados o sensibilidad a las perturbaciones ambientales. Estas especies pueden tener, o no, una función crucial en los ecosistemas y estar, o no, protegidas por la legislación. Véase <[www.cec.org/Storage/35/2629\\_SOE\\_SpeciesCommon\\_es.pdf](http://www.cec.org/Storage/35/2629_SOE_SpeciesCommon_es.pdf)>.



### Recursos

Además de los recursos mencionados en el informe del SGMPAN (CIEM, 2011a), particularmente en su capítulo 6, se recomienda consultar los siguientes:

- Criterios que definen las áreas de importancia ecológica y biológica (AIEB) (GOBI, 2010) y procesos para su identificación en cada país.
- Proceso de identificación de especies de importancia ecológica de Canadá (DFO, 2006) u otros procesos para identificar especies prioritarias en cada país.
- Documentos de planeación para AMP existentes.
- Literatura científica y datos empíricos, así como nocimientos tradicionales y locales en materia ambiental.
- Informes del Comité sobre el Estado de la Vida Silvestre en Peligro de Extinción en Canadá (*Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada*, Cosewic),<sup>4</sup> así como listados de especies de la Ley de Especies en Riesgo (*Species at Risk Act*, SARA) de Canadá<sup>5</sup> y la Ley de Especies en Peligro de Extinción (*Endangered Species Act*, ESA)<sup>6</sup> de Estados Unidos.

## Paso 2

Identificar las características de las especies y hábitats señalados en el paso 1 que son vulnerables a los efectos previstos del cambio climático



### Aspectos generales

La influencia del cambio climático en la ubicación y en el vigor de importantes características oceanográficas puede afectar de manera directa la abundancia y distribución de las especies y los hábitats. Un hábitat adecuado puede verse fácilmente afectado (modificarse o perderse) a causa, por ejemplo, de los crecientes niveles del mar ocasionados por el cambio climático. De igual forma, las temperaturas cada vez más elevadas del agua pueden alterar el tamaño, la abundancia y la distribución de especies en niveles tróficos específicos, lo que afecta a todo el ecosistema. La acidificación del océano también tendrá importantes repercusiones en especies y hábitats marinos. Este paso implica examinar las especies y los hábitats identificados en el paso 1 y evaluar sus características, con miras a determinar cuáles presentan mayor vulnerabilidad ante las consecuencias previstas del cambio climático.



### Método

- Consultar los anexos 1 y 2 de las Directrices (Brock *et al.*, 2012) a fin de aplicar información regional relativa a los efectos del cambio climático.
- Utilizar el análisis que el informe del SGMPAN (CIEM, 2011a) presenta de los componentes de alto nivel de los ecosistemas vulnerables a los efectos esperados del cambio climático (por ejemplo, apartado 5.2, pp. 55-72; cuadro 5.4.1, pp. 75-78), a fin de identificar características específicas de especies locales y su vulnerabilidad.
- Cuando sea necesario, y sin demorar el proceso de planeación de la red de AMP, emplear modelos predictivos para evaluar las características.
- Con esta información y orientación, identificar los elementos del ciclo biológico y los criterios a aplicar en la evaluación de las características de las especies y hábitats identificados en el paso 1 que sean vulnerables a los efectos previstos

4. Véase <[www.cosewic.gc.ca](http://www.cosewic.gc.ca)>.

5. Véase <[www.sararegistry.gc.ca/default\\_e.cfm](http://www.sararegistry.gc.ca/default_e.cfm)>.

6. Véase <[www.epa.gov/lawsregs/laws/esa.html](http://www.epa.gov/lawsregs/laws/esa.html)>.

del cambio climático. (Por ejemplo, un aumento en la temperatura podría provocar un desplazamiento hacia el norte en la distribución de los corales, aunque sólo en áreas donde la presencia de un sustrato duro adecuado permita el asentamiento; sin un sustrato adecuado y la temperatura idónea, esos corales se mostrarían vulnerables al cambio climático.)

- Identificar el grado de vulnerabilidad de especies y hábitats frente a los efectos del cambio climático.
- Determinar las escalas temporal y espacial en que el cambio climático habrá de repercutir en las especies y hábitats objetivo.



#### Consideraciones prácticas

- Puesto que los resultados derivados de las evaluaciones del grado de vulnerabilidad deben ser comparables en una escala regional, contemplar la conveniencia de realizar una reunión regional para acordar la metodología de evaluación de la vulnerabilidad.
- Llevar a cabo reuniones con expertos locales en efectos del cambio climático en los ecosistemas marinos a fin de evaluar las características vulnerables de las especies y los hábitats identificados en el paso 1.



#### Producto

- Un documento en el que se identifiquen las características de especies y hábitats con un papel crucial dentro de los ecosistemas, que sean vulnerables al cambio climático previsto. Deberán explicarse los parámetros de evaluación, así como especificarse el grado de vulnerabilidad y sus escalas temporales y espaciales.



#### Recursos

- Anexos 1 y 2 de las Directrices (Brock *et al.*, 2012). En el anexo 2 se describen los efectos del cambio climático en componentes de ecosistemas seleccionados.
- Informe del SGMPAN (CIEM, 2011a): cuadro 5.4.1 y apartado 5.2, que se centra en la forma en que el cambio climático afectará componentes de los ecosistemas e identifica fuentes de información para detectar tales cambios.
- Modelos predictivos existentes.
- Conocimientos tradicionales y locales en materia ambiental.

---

## Paso 3

Determinar si los efectos del cambio climático en las características vulnerables identificadas en el paso 2 pueden mitigarse mediante AMP, ya sea aisladas o en red



#### Aspectos generales

Es poco probable que las áreas marinas protegidas y las redes de AMP puedan moderar la vulnerabilidad de *todas* las características de especies y hábitats frente al cambio climático. Este paso requiere un examen científico de cómo la protección de las especies y hábitats objetivo dentro de una AMP o una red de AMP podría disminuir la vulnerabilidad de aquellas características más afectadas por los efectos del cambio climático.



#### Método

- Determinar si los efectos del cambio climático en las características de especies y hábitats vulnerables podrían abordarse (minimizarse, por ejemplo), si estas especies y hábitats formaran parte de una AMP, ya sea aislada o en red, que pudiera proteger el vínculo ecológico o la conexión entre ellos.
- Revisar cómo se eligió la AMP existente (o un área marina en proceso de ser propuesta o designada como protegida), para determinar si las presentes directrices relativas a especies y hábitats cumplen con los objetivos

de dicha área en materia de conservación frente a los posibles efectos del cambio climático, o si es preciso ampliar los objetivos o modificar los límites del área protegida de modo que reflejen las alteraciones anticipadas en las condiciones ambientales como resultado de los efectos del cambio climático.

- Identificar las escalas espaciales óptimas para AMP, ya sea aisladas o en red, a fin de proteger las características vulnerables identificadas de especies y hábitats que cumplen una función crucial dentro del ecosistema. Tal vez se requiera considerar conjuntamente las directrices 1 y 3 al momento de determinar las escalas espaciales y temporales óptimas para estructurar la red. La línea directriz 3 (véase la p. 19) abarca la protección de los vínculos ecológicos y la conectividad de una amplia gama de especies. Proteger los elementos vulnerables en una escala espacial más amplia, de acuerdo con la recomendación de la línea directriz 3, podría ayudar a proteger algunas de las características vulnerables identificadas para especies y hábitats en la línea directriz 1. Los planificadores y gestores de redes de AMP habrán de tomar en cuenta tanto las AMP existentes como aquellas en proceso de designarse al momento de determinar las escalas espaciales y temporales óptimas para la red.



#### Consideraciones prácticas

- En el marco de las reuniones en que se discutan y realicen los pasos 1 y 2, determinar si las AMP son la herramienta idónea para atender las características de especies y hábitats vulnerables ante los efectos del cambio climático.
- Procurar la participación de científicos y gestores para nutrir la discusión sobre si la AMP es la herramienta adecuada para hacer frente a los efectos del cambio climático.



#### Producto

- Un documento en el que se identifiquen y describan las características de especies y hábitats vulnerables a los efectos del cambio climático, y que explique además si las AMP, aisladas o en red, podrían disminuir tal vulnerabilidad y de qué manera. Si resulta poco probable que las AMP o redes de AMP formen parte de la solución, el documento podría recomendar otras estrategias a considerar.



#### Recursos

- Además de los recursos mencionados en el informe del SGMPAN (CIEM, 2011a), se recomienda consultar:
- Información sobre el nivel de protección y flexibilidad de las distintas herramientas legislativas y de regulación en materia de áreas marinas protegidas.

## Paso 4

Si los efectos del cambio climático en las características identificadas en el paso 2 pueden mitigarse mediante AMP, aisladas o en red, los especialistas deben calcular la escala de tiempo en la que se espera que su objeto de estudio responda al cambio climático y entonces proceder a una reevaluación de los límites de las AMP, o bien establecer nuevas AMP o redes de AMP, de modo que sean vigorosas ante estos cambios



#### Aspectos generales

Procedase a este paso cuando se haya determinado que la vulnerabilidad de ciertas especies o hábitats frente a los efectos del cambio climático puede abordarse mediante AMP, aisladas o en red, existentes o por establecerse. Este paso requiere un cálculo de la escala de tiempo en la que las especies y los hábitats en cuestión podrían verse

afectados a causa del cambio climático, de tal modo que la gestión de la AMP y sus límites puedan reevaluarse para dar cuenta de cambios futuros.



#### Método

- Consultar el anexo 1 de las Directrices (Brock *et al.*, 2012). Los especialistas pueden usar el detallado panorama de las propiedades físicas (atmosféricas y oceanográficas) para las que se prevén cambios en las próximas décadas, a fin de calcular la escala de tiempo en la que se espera que su objeto de estudio (ya sea una AMP aislada o varias AMP en red, existentes o futuras) responda al cambio climático y, así, proceder a una reevaluación del plan de gestión correspondiente.
- Determinar entonces la escala de tiempo en la que se prevé que las especies y los hábitats en cuestión responderán al cambio climático.
- Con base en modelos de cambio climático, analizar cuándo las condiciones de la gestión —incluidos los límites de una AMP existente— habrán de reevaluarse para responder a esa escala de tiempo.
- Emplear modelos de cambio climático predictivos para analizar cuáles son los límites de una AMP existente o nueva que ayudarían a disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de ciertas características de las especies y hábitats en cuestión.
- Identificar las necesidades de investigación, así como los posibles indicadores que contribuirían a monitorear la velocidad de cambio en el ecosistema y a validar modelos predictivos.



#### Consideraciones prácticas

- Llevar a cabo reuniones con gestores y planificadores de AMP en una escala geográfica pertinente, así como con expertos científicos en cambio climático y ecosistemas marinos, a fin de realizar el ejercicio requerido por este paso.
- Contemplar la conveniencia de entablar negociaciones bilaterales (o trilaterales, si corresponde) para crear AMP transfronterizas, con miras a asegurar la eficacia de las redes, particularmente en periodos y escalas espaciales mayores.



#### Producto

- Un documento en el que se:
  - recomiende si los límites de una AMP, aislada o en red, existente o propuesta, deben reevaluarse;
  - sugieran las zonas que, de quedar protegidas por medio de una AMP, se prevé contribuirán a disminuir la vulnerabilidad de ciertas características de las especies y hábitats en cuestión ante los efectos del cambio climático;
  - proponga el marco cronológico mediante el cual habrán de reevaluarse gestión y límites de la o las AMP, e
  - identifiquen las necesidades en materia de investigación, así como los posibles indicadores que contribuirían a monitorear la velocidad de cambio en el ecosistema y a validar los modelos predictivos.



#### Recursos

- Además de los recursos mencionados en el informe del SGMPAN (CIEM, 2011a), se recomienda consultar:
- Anexo 1 de las Directrices (Brock *et al.*, 2012).





## Línea directriz 2

### Proteger posibles sumideros de carbono

#### Paso 1

Identificar hábitats y especies que funcionen como posibles sumideros de carbono.

#### Paso 2

Describir el sistema de flujos de carbono, incluidas fuentes de carbono además de los sumideros identificados en el paso 1.

#### Paso 3

Determinar si el sistema de flujos de carbono es vulnerable a efectos del cambio climático que pueden mitigarse mediante AMP, ya sea aisladas o en red.

#### Paso 4

Si los efectos del cambio climático en el sistema de flujos de carbono identificados en el paso 3 pueden mitigarse mediante AMP, aisladas o en red, los especialistas deben calcular las tendencias y la escala de tiempo en las que se espera que el sistema responda al cambio climático y entonces proceder a una reevaluación de los límites de las AMP, o bien establecer nuevas AMP o redes de AMP, de modo que sean vigorosas ante estos cambios.

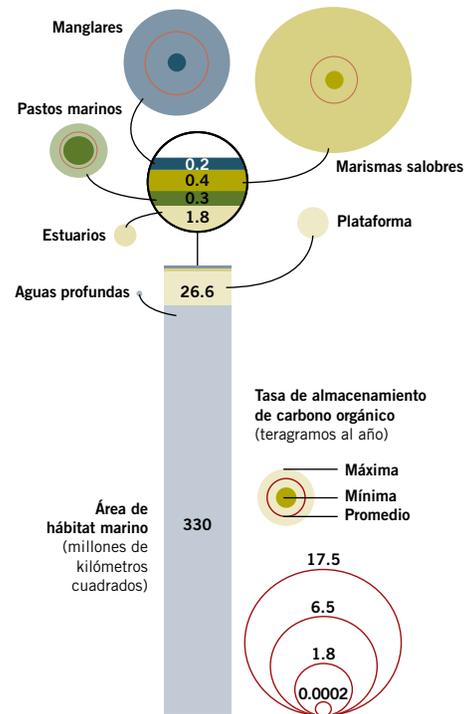
## Antecedentes sobre los sumideros de carbono

Las crecientes emisiones atmosféricas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases de efecto invernadero (GEI) están contribuyendo al cambio climático. Uno de los elementos que ayudan a mitigar los efectos de estas emisiones son los llamados sumideros de carbono: hábitats naturales saludables y los organismos que los habitan, que en conjunto captan carbono y lo almacenan, de modo que no se emita a la atmósfera. Si bien todos los ecosistemas captan carbono en cierta medida, se ha demostrado que algunos hábitats costeros y marinos, y sitios ricos en fitoplancton, almacenan cantidades particularmente importantes de carbono. Estos hábitats y los organismos que albergan se conocen como “sumideros azules de carbono” (véase la gráfica 1).

Las AMP y redes de AMP constituyen herramientas importantes que pueden contribuir a proteger los sumideros o reservorios de carbono, de manera que éstos continúen captando carbono y que sus reservas del elemento no se devuelvan a la atmósfera a causa de la pérdida del hábitat o por su degradación debido a actividades humanas, como la urbanización costera, la acuicultura o el dragado. Aparte de su valiosa aportación como sumideros de carbono, las marismas salobres, los pastos marinos y los manglares ofrecen importantes beneficios en tanto refugio de las comunidades costeras y protección vital ante los efectos de las tormentas (cuyas frecuencia y gravedad han ido aumentando a causa del cambio climático).

Esta línea directriz tiene como propósito evaluar la capacidad de almacenamiento de carbono de hábitats objetivo, identificar las áreas que representan los mejores y más estables reservorios y garantizar que no haya una pérdida neta del carbono almacenado en conjunto. Otros objetivos incluirían utilizar estas zonas lo mismo como sitios de investigación para entender mejor los cambios medioambientales relacionados con la captación de carbono, que como sitios donde llevar a cabo procesos de restauración y difusión pública.

Gráfica 1 Sumidero azul de carbono



Fuentes: Brock *et al.*, 2012; Nellemann *et al.*, 2009.

## Paso 1

### Identificar hábitats y especies que funcionen como posibles sumideros de carbono



#### Aspectos generales

Este paso requiere una evaluación de los hábitats costeros y estuarinos. Dependiendo del área geográfica donde se encuentre la AMP, pueden evaluarse la extensión e integridad de marismas salobres de marea, manglares, pasto marino, bosques de kelp y sitios ricos en fitoplancton.



#### Método

- A fin de prepararse para este paso, deben estudiarse las publicaciones señaladas en el apartado sobre recursos (*infra*).
- Trazar mapas de los ecosistemas, hábitats y especies que captan carbono —sobre todo, sitios ricos en fitoplancton— y que conforman sumideros de carbono, utilizando para ello datos espaciales: detección remota, imágenes por satélite, batimetría, información histórica, fotografías aéreas y conocimientos tradicionales.
- Medir el área o tamaño de estos ecosistemas y hábitats.
- Elaborar modelos de balance de carbono que permitan calcular el carbono almacenado en tantos de estos ecosistemas, hábitats y especies como sea posible.
- Calcular el carbono almacenado con base en la extensión o área en cuestión y en función de las diversas variaciones estacionales, temporales y espaciales.
- En caso de existir áreas que parezcan inadecuadas para almacenar carbono, expertos en restauración y SIG deberán identificar y trazar mapas de sitios secundarios con potencial de ser restaurados, si los recursos lo permiten (análisis de vacíos).



#### Consideraciones prácticas

- Recurrir a un experto en SIG que compile capas cartográficas.
- Llevar a cabo un taller que permita a expertos y sectores interesados revisar el proceso y las capas cartográficas a fin de determinar vacíos en la información, así como áreas históricas y amenazas.
- Aprovechar la experiencia académica y recursos técnicos (por ejemplo, de una universidad local, si la hubiere) para llevar a cabo una revisión de los materiales publicados, que contribuya a la selección de un modelo de balance de carbono adecuado para la región geográfica específica.



#### Productos

- Mapas de hábitats y especies que captan carbono (actuales y futuros).
- Un documento que muestre un balance de carbono para cada ecosistema, hábitat y especie; áreas de posible restauración, si fuera necesario, así como resultados del análisis de vacíos y omisiones (omisiones en cuanto a protección de áreas identificadas).
- Materiales de divulgación.



#### Recursos

- Modelos de balance de carbono disponibles.
- Mapas e información espacial disponibles en relación con las áreas preseleccionadas.
- Conocimientos locales y tradicionales en materia ambiental.
- Publicación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) sobre la gestión de vertederos naturales costeros de carbono (Laffoley y Grimsditch, 2009).

- Iniciativas en materia de “carbono azul” —carbono captado y almacenado en ecosistemas costeros— de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (“NOAA’s Costal Blue Carbon Efforts”).<sup>7</sup>
- Publicación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) sobre carbono azul (Nellemann *et al.*, 2009).
- Informe del Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial del PNUMA sobre almacenamiento de carbono en áreas protegidas (Campbell *et al.*, 2008).
- “Blue Carbon Portal”: el portal del PNUMA sobre carbono captado y almacenado en ecosistemas costeros (carbono azul).<sup>8</sup>

## Paso 2

Describir el sistema de flujos de carbono, incluidas fuentes de carbono además de los sumideros identificados en el paso 1



### Aspectos generales

Lo ideal sería proteger todos los sumideros de carbono marinos y costeros conocidos, en funcionamiento o restaurables, dentro de la región en la que una red de AMP se ha creado. A fin de mitigar los efectos del cambio climático en estas áreas, hay que asegurar que se mantengan la captación y el almacenamiento de carbono. La realidad es que se requiere una evaluación de riesgos para determinar qué áreas son las que más ameritan medidas de protección y la inversión de recursos, de por sí limitados.

El ciclo de carbono podría verse afectado por diversas condiciones relacionadas con el cambio climático (acidificación de los océanos, aumento en las temperaturas, fuerza del viento, variación en el nivel del mar, eventos de tormenta) que deben identificarse a escala tanto local como regional, así como de ecosistemas y de hábitats o especies. Una evaluación de riesgos permitirá identificar los sumideros de carbono que presentan mayor vulnerabilidad frente a tales efectos causados por el cambio climático y ante las repercusiones de actividades humanas en tierra y mar. Protegidas, restauradas o mejoradas, estas áreas pueden actuar como herramientas para mitigar el cambio climático. El ejercicio de evaluación de riesgos permitirá jerarquizar qué sumideros de carbono requieren protección inmediata. En función de los recursos disponibles, los reservorios de carbono que no se encuentren en riesgo inminente también podrán recibir protección de forma preventiva, con miras a asegurar que sigan brindando los beneficios de mitigación a largo plazo. Si bien la creación de AMP es una opción, otras herramientas como los planes de gestión de hábitats a escala provincial o estatal podrían también servir para proteger los sumideros de carbono.



### Método

- Producir un mapa integral del área biogeográfica o ecorregión marina preseleccionada que incluya los sumideros de carbono marinos y costeros más importantes.
- Elaborar modelos a partir de datos de indicadores (por ejemplo, aumento en el nivel del mar, mareas tormentosas, modelos de salinidad, afluencia de agua dulce o regímenes de temperatura) de los efectos del cambio climático en el área objetivo.

7. Véase <[www.habitat.noaa.gov/noaabluccarbonerefforts.html](http://www.habitat.noaa.gov/noaabluccarbonerefforts.html)>.

8. Véase <[www.bluecarbonportal.org](http://www.bluecarbonportal.org)>.

- Recoger y compilar información geoespacial socioeconómica sobre las actividades humanas que podrían afectar el área marina en cuestión (por ejemplo, cambio en el uso del suelo, explotación petrolera y de gas, y urbanización de zonas costeras).
- Revisar la literatura científica para seleccionar la metodología de evaluación de riesgos pertinente.
- Identificar o elaborar una metodología de evaluación de riesgos (que utilice, por ejemplo, modelos de rutas de efectos, análisis de costo-beneficio o el soporte lógico Marxan).<sup>9</sup>
- Evaluar la vulnerabilidad del área objetivo frente a los efectos del cambio climático, así como a amenazas actuales y previstas —actividades humanas en tierra y mar, por ejemplo—, de modo que se identifiquen las áreas más sensibles a iniciativas de mitigación o que tengan una necesidad de protección más inmediata.



#### Consideraciones prácticas

- Contratar a un experto en SIG para compilar las capas cartográficas pertinentes.
- Aprovechar el apoyo de experiencias académicas y recursos técnicos (por ejemplo, de una universidad local, si la hubiere) para seleccionar o elaborar indicadores de los efectos del cambio climático, así como de las actividades humanas terrestres y marinas en el área objetivo, e identificar una metodología de evaluación de riesgos conveniente.
- Realizar un taller de expertos a fin de llevar a cabo la evaluación de riesgos y someter los resultados a una revisión de pares.



#### Productos

- Mapas de todos los sumideros de carbono conocidos y en operación, así como de sitios que podrían mejorarse, con un señalamiento del correspondiente grado de vulnerabilidad.
- Análisis de la pérdida de carbono: mapas u otros documentos que muestren los resultados de la evaluación de riesgos con base en los cuales se establecerán prioridades para la mitigación de efectos y la protección o restauración de las áreas que constituyen los reservorios de carbono más adecuados y estables, a fin de asegurar que no haya una pérdida neta de carbono.



#### Recursos

- Herramientas de evaluación de riesgos.
- Herramientas de respaldo para la toma de decisiones (por ejemplo, el software Marxan).

### Paso 3

Determinar si el sistema de flujos de carbono es vulnerable a efectos del cambio climático que pueden mitigarse mediante AMP, ya sea aisladas o en red



#### Aspectos generales

Los sumideros de carbono marinos y costeros intactos representan un sistema de captación de carbono que sirve a la sociedad al reducir el carbono de la atmósfera y proteger las comunidades costeras. Con miras a asegurar la continuidad de estas funciones, es necesario proteger los reservorios de carbono conocidos de mayor importancia. Algunos tal vez formen ya parte de AMP; otros podrían estar resguardados o protegidos a través de

9. Para obtener información sobre el programa Marxan para la planificación de la conservación, véase <[www.uq.edu.au/marxan/index.html?page=77664&p=1.1.7.3](http://www.uq.edu.au/marxan/index.html?page=77664&p=1.1.7.3)>.

una gestión sólida, pero algunos más quizás requieran mayor protección. El sistema de sumideros o reservorios de carbono se asocia ecológicamente a una red más amplia (global) de áreas terrestres y marinas protegidas. En el contexto de una red de AMP, las iniciativas se centrarían en asegurar: 1) que los sitios prioritarios de sumideros de carbono (identificados en el paso 2) estén protegidos, y 2) que una cantidad suficiente de ellos (en número y tamaño) reciban protección. Este paso podría incluir el mejoramiento de las áreas existentes y la posible restauración de aquellas áreas degradadas o que alguna vez estuvieron protegidas.



### Método

- Identificar los sumideros de carbono dentro de las AMP existentes.
- Realizar un análisis de vacíos y omisiones (identificación de las áreas que requieran protección).
- Identificar y proteger áreas adicionales de acuerdo con las prioridades establecidas en el paso 2 y según permitan los recursos.
- De ser necesario, ajustar los límites de las AMP para permitir la realización de actividades de restauración y mejoramiento de sumideros de carbono.
- Cuando así corresponda, trazar mapas en los que se identifiquen los límites ajustados de las AMP en cuestión, las omisiones en términos de protección, el sistema completo de sumideros de carbono y la conexión con otras áreas protegidas.
- Asegurar que cada uno de los planes de manejo de AMP incluya un objetivo de conservación para proteger los reservorios y permitir la captación de carbono, y que pueda darse continuidad —dentro del área— a las actividades de gestión conducentes a su cumplimiento.
- De ser factible, establecer una comunidad de expertos que promueva prácticas de excelencia y formule protocolos para el monitoreo y manejo transversales.
- Preparar materiales de divulgación sobre la función de los ecosistemas costeros y de mar abierto, así como de hábitats y especies que fungen como sumideros de carbono y contribuyen a mitigar los efectos del cambio climático, en pro de un manejo adecuado de las áreas.
- Procurar la participación de sectores de interés a todo lo largo de todo el proceso, de manera que se atiendan también consideraciones sociales y económicas.



### Consideraciones prácticas

- Contratar a un experto en SIG para integrar al mapa existente de sitios de la red de AMP, tanto el sistema de sumideros de carbono como los vacíos y omisiones en lo que a protección respecta.
- Llevar a cabo una reunión, por cada sitio, de gestores y planificadores de AMP, con el propósito de revisar y, en su caso, corregir el plan de gestión, de tal modo que incluya objetivos y actividades en materia de conservación de los reservorios de carbono.
- Establecer una red de expertos y llevar a cabo reuniones anuales.



### Productos

- Mapas de las AMP existentes que captan o almacenan carbono, integradas a la estructura de red de AMP, siempre que sea posible.

- Mapas de sumideros de carbono que muestren prioridades en cuanto a los vacíos en términos de redes de sumideros de carbono a cubrir con AMP adicionales u otras herramientas de conservación espacial marina.
- Establecimiento de una comunidad de expertos en sumideros de carbono.



#### Recursos

Véanse los recursos mencionados en los pasos 1 y 2.

### Paso 4

Si los efectos del cambio climático en el sistema de flujos de carbono identificados en el paso 3 pueden mitigarse mediante AMP, aisladas o en red, los especialistas deben calcular las tendencias y la escala de tiempo en las que se espera que el sistema responda al cambio climático y entonces proceder a una reevaluación de los límites de las AMP, o bien establecer nuevas AMP o redes de AMP, de modo que sean vigorosas ante estos cambios



#### Aspectos generales

Junto con el monitoreo en sitio, el uso de modelos predictivos permitirá entender mejor los procesos de producción y almacenamiento de carbono, así como elaborar mejores programas de gestión para maximizar la captación de carbono dentro de la red de AMP. El objetivo es formular un protocolo de monitoreo para el sistema de AMP en las escalas espaciales y temporales convenientes, con miras a asegurar que, con el paso del tiempo, la función de captación de carbono se mantenga en condiciones óptimas. Un segundo objetivo es mejorar los modelos de balance de carbono con información obtenida en sitio como parte de una estrategia de manejo adaptativo.



#### Método

- Respalda la investigación sobre los procesos de producción y almacenamiento de carbono en las AMP objetivo, a partir de modelos predictivos y el monitoreo en sitio.
- Buscar la asesoría de científicos competentes para formular un protocolo adecuado a escala de red para medir la captación de carbono en la esfera del sitio. Crear un protocolo de monitoreo que incluya indicadores como variables meteorológicas, ambientales y biogeoquímicas, al igual que la extensión y fragmentación del área, para vigilar la integridad de los ecosistemas, hábitats y especies que captan carbono (es decir, para marismas salobres de marea, manglares, pasto marino, bosques de kelp y sitios ricos en fitoplancton). Quizá se precisen protocolos de monitoreo para cada hábitat.
- Integrar el o los protocolos de monitoreo del sistema de carbono al protocolo y actividades de monitoreo existentes en la red de AMP.
- Llevar a cabo actividades de monitoreo en la medida de lo posible; recoger y analizar información en sitio.
- Refinar los modelos de balance de carbono con información obtenida en sitio conforme ésta vaya estando disponible.
- Procurar la participación de las comunidades costeras en las actividades de monitoreo, según proceda.



### Consideraciones prácticas

- Aprovechar el apoyo de experiencias académicas y recursos técnicos (por ejemplo, de una universidad local, si la hubiere) para formular el protocolo de monitoreo y sus indicadores, o bien recurrir a la experiencia científica para llevar a cabo esta labor.
- Integrar el protocolo de monitoreo del sistema de carbono al protocolo correspondiente a la red de AMP en general, con miras a lograr procesos más eficientes.
- Capacitar a miembros de la comunidad que participen voluntariamente en actividades de monitoreo.



### Productos

- Un documento en el que se describa el protocolo de monitoreo del carbono.
- Información de monitoreo en sitio que contribuya a optimizar los modelos de balance de carbono (captación y almacenamiento).
- Un protocolo de monitoreo de la red de AMP revisado, que integre el o los nuevos protocolos de monitoreo del sistema de carbono.
- Planes de manejo de AMP para cada sitio que incluyan actividades de monitoreo de carbono.
- Programas de capacitación para comunidades locales.



### Recursos

Véanse los recursos mencionados en los pasos 1 y 2.



*Foto: Karen Richardson, CCA*



### Línea directriz 3

## Proteger los vínculos ecológicos y las rutas de conectividad de una amplia gama de especies

*Nota:* Las Directrices (Brock *et al.*, 2012) plantean la construcción de modelos de desplazamiento de adultos y de transporte de larvas como dos pasos separados. Sin embargo, dada la similitud del proceso para ambos pasos, en el presente documento se les ha integrado en uno solo y las etapas de la línea directriz se han reordenado con la numeración siguiente.

#### Paso 1

Identificar posibles vínculos ecológicos e inductores físicos como las corrientes imperantes.

#### Paso 2

Construir y aplicar modelos dinámicos de desplazamiento y migración de adultos, así como de transporte de larvas, para estimar la conectividad entre zonas e identificar fuentes y sumideros de carbono, al igual que patrones migratorios.

#### Paso 3

Determinar si los vínculos y rutas críticos identificados son vulnerables a efectos del cambio climático que pueden mitigarse mediante AMP, ya sea aisladas o en red.

#### Paso 4

Si los efectos en los vínculos y rutas identificados pueden mitigarse mediante AMP, aisladas o en red, los especialistas deben calcular la escala de tiempo y las distancias en las que se espera que tales vínculos y rutas respondan al cambio climático y entonces proceder a una reevaluación de los límites de las AMP, o bien establecer nuevas AMP o redes de AMP, de modo que sean vigorosas ante estos cambios.

## Paso 1

Identificar posibles vínculos ecológicos e inductores físicos como las corrientes imperantes



### Aspectos generales

La naturaleza fluida de los ecosistemas marinos permite a poblaciones y regiones separadas geográficamente estar en realidad conectadas mediante el intercambio de elementos e individuos. Aisladas o en red, las áreas marinas protegidas constituyen herramientas de manejo que permiten mantener, optimizar y preservar dicha conectividad biológica. Además de conocerse las corrientes imperantes en las partes oriental del Pacífico norte y noroccidental del Atlántico, se han identificado las ecorregiones marinas de América del Norte y se conocen los vínculos para algunas de las especies migratorias (mamíferos y aves marinas, particularmente) que se desplazan entre estas ecorregiones y, en menor grado, para especies pelágicas, bentónicas y otros organismos con dispersión de larvas. La conectividad de las poblaciones de especies marinas representa una característica fundamental con relevancia directa en la escala y espaciado de las redes de AMP. Además, los organismos que se desplazan activamente por el paisaje y conectan hábitats en espacio y tiempo (“organismos que funcionan como enlaces móviles”) pueden contribuir de manera importante a la resiliencia de los ecosistemas marinos, mientras que la flexibilidad en las rutas migratorias es una característica fundamental que puede influir en la adaptabilidad de las poblaciones de especies migratorias a los efectos del cambio climático. También deben tomarse en consideración las interacciones tróficas, ya que mantienen conexiones de redes alimentarias al interior de los ecosistemas y entre éstos. Investigar cómo el cambio climático repercute en la importancia relativa de los factores de forzamiento de arriba abajo y de abajo arriba resulta crucial para entender la conectividad trófica y la resiliencia de los ecosistemas (Brock *et al.*, 2012).



### Método

- Revisar la literatura científica sobre los posibles vínculos ecológicos e inductores físicos como los hábitats críticos y las corrientes de agua.
- Aprovechar el trabajo ya realizado para la identificación de áreas de importancia ecológica y biológica (AIEB). Cuando no se disponga de información al respecto, identificar agrupaciones de desove, ubicación de asentamientos de larvas, zonas de alimentación y otros hábitats importantes para especies de interés representativas, por medio de talleres y entrevistas (por ejemplo, con buzos, pescadores, científicos y miembros de comunidades indígenas).
- Rastrear poblaciones de diferentes especies, en diferentes etapas del ciclo de vida y en distintas escalas, mediante telemetría, secuencias de ADN mitocondrial, isótopos y otras técnicas.
- Buscar patrones con el paso del tiempo.
- Producir mapas que muestren los vínculos y patrones de agrupaciones de desove, ubicación de asentamientos de larvas, zonas de alimentación y otros hábitats importantes.
- Procurar la participación de grupos de interés a todo lo largo del proceso, con miras a atender también consideraciones sociales y económicas.



### Consideraciones prácticas

- Contratar a un experto en SIG para que compile capas cartográficas.
- Aprovechar la experiencia académica y los recursos técnicos (por ejemplo, de una universidad local, si la hubiere) para coadyuvar en la revisión de los trabajos científicos publicados, o bien recurrir a un experto científico para que lleve a cabo esta labor.
- Realizar un taller con el propósito de recabar información de usuarios y observadores de los ecosistemas marinos.
- Sortear obstáculos como la falta de recursos o experiencia, el alcance del conocimiento tradicional, la voluntad política y el propósito de las herramientas legislativas disponibles.



### Productos

- Documentación de descripciones narrativas sobre los vínculos y patrones de fenómenos de conectividad relevantes.
- Documentación de la información obtenida a partir de métodos de rastreo, que muestre también los patrones identificados.
- Mapas que muestren los patrones de conectividad y la ubicación de los procesos que la optimizan.
- Establecimiento de una red de expertos (científicos, pescadores, miembros de comunidades indígenas, y gestores y planificadores de AMP) como resultado de talleres y entrevistas realizados.



### Recursos

- Archivos descargables obtenidos de bases de datos gubernamentales con información de detección remota sobre corrientes y datos generados por boyas oceanográficas.
- Informes sobre el estado que guardan las especies en riesgo publicados por el Comité sobre el Estado de la Vida Silvestre en Peligro de Extinción (Cosewic) en Canadá.<sup>10</sup>
- Análisis de vacíos y omisiones en áreas de conservación —áreas protegidas, de importancia ecológica y biológica (AIEB) y prioritarias— en México, a cargo de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).<sup>11</sup>
- Informes sobre la identificación de AIEB existentes.
- Datos e informes de sistemas de marcaje de especies.<sup>12</sup>
- Información de áreas prioritarias de conservación en el Pacífico a través de la Red de Áreas Marinas Protegidas de América del Norte (RAMPAN).<sup>13</sup>
- Informes del Sistema Arrecifal Mesoamericano.<sup>14</sup>
- Designaciones de hábitats críticos para los peces.<sup>15</sup>
- Conocimiento local y tradicional sobre medio ambiente.

10. Disponibles en: <[www.cosewic.gc.ca/](http://www.cosewic.gc.ca/)>.

11. Véase <[www.conabio.gob.mx/](http://www.conabio.gob.mx/)>.

12. Véase <[www.iucn.org/knowledge/publications\\_doc/publications/?8623/Ecologically-or-biologically-significant-areas-in-the-pelagic-realm--examples-and-guidelines--workshop-report](http://www.iucn.org/knowledge/publications_doc/publications/?8623/Ecologically-or-biologically-significant-areas-in-the-pelagic-realm--examples-and-guidelines--workshop-report)>.

13. Véase el mapa interactivo en: <[www2.cec.org/nampan/es/pcas](http://www2.cec.org/nampan/es/pcas)>.

14. Véase <[www.icran.org/action-mar.html](http://www.icran.org/action-mar.html)>.

15. Véase la información sobre hábitats críticos para los peces de la NOAA y su correspondiente herramienta cartográfica (EFH Mapper), en: <[www.habitat.noaa.gov/protection/efh/index.html](http://www.habitat.noaa.gov/protection/efh/index.html)> y <[www.habitat.noaa.gov/protection/efh/habitatmapper.html](http://www.habitat.noaa.gov/protection/efh/habitatmapper.html)>, respectivamente. Las designaciones de hábitat crítico para los peces pueden consultarse, asimismo, en los sitios web de las oficinas regionales (por ejemplo, <[www.nero.noaa.gov/hcd/webintro.html](http://www.nero.noaa.gov/hcd/webintro.html)>).

## Paso 2

Construir y aplicar modelos dinámicos de desplazamiento y migración de adultos, así como de transporte de larvas, para estimar la conectividad entre zonas e identificar fuentes y sumideros de carbono, al igual que patrones migratorios



### Aspectos generales

Este paso implica utilizar los posibles vínculos ecológicos —por ejemplo, fuentes, sumideros de carbono y patrones migratorios— identificados en el paso 1, para elaborar modelos biofísicos que permitan determinar los vínculos y rutas críticos de acuerdo con los objetivos de la red. La mayoría de los ecosistemas marinos mantienen sólidas conexiones con ecosistemas adyacentes y distantes gracias al desplazamiento de larvas y de organismos juveniles y adultos a través de sus fronteras, y de ahí la necesidad de establecer redes de AMP, incluidas las transfronterizas, aun cuando todavía queden muchos vacíos en el conocimiento. Para elaborar modelos de ecosistemas completos, incluidos los movimientos al interior y entre un ecosistema y otro, se requiere una gran cantidad de información. Por ejemplo, el transporte de larvas es un mecanismo de conectividad biológica que depende de características y fenómenos biofísicos, como las corrientes imperantes. Este desplazamiento de larvas, en especial la magnitud del derrame de larvas a partir de una AMP hacia aguas adyacentes, supone, pues, un elemento importante a considerar en la creación de redes de AMP. La elaboración de modelos del transporte de larvas y el desplazamiento de organismos adultos debe tomar en cuenta dos etapas distintas del ciclo de vida, lo que a su vez implica diferentes técnicas de monitoreo, modelos, métodos, conocimientos y necesidades de infraestructura (por ejemplo, procesamiento de imágenes vía satélite frente a técnicas químicas). Asimismo, se requiere investigar los movimientos y preferencias de hábitat de algunas especies transfronterizas comunes en América del Norte (migratorias u otras, que incluyen especies con adultos sésiles y larvas pelágicas). Es preciso que Canadá, Estados Unidos y México establezcan estrechos lazos de colaboración para alcanzar un pleno entendimiento de estos movimientos.



### Método

- Estudiar las características del ciclo biológico de las especies de interés.
- Recoger los datos de monitoreo disponibles (por ejemplo, información obtenida de sistemas de marcaje de especies, así como de índole genética y biogeoquímica) para poder inferir los movimientos de adultos y larvas.
- Recopilar los datos de monitoreo recomendados, en función del diseño de la red, la legislación, la información de entrada del modelo y las necesidades en materia de gestión de las AMP.
- Aplicar los datos en la elaboración y validación de modelos biofísicos del desplazamiento de adultos y larvas, así como de los patrones migratorios.
- Construir modelos espacialmente explícitos de la circulación de corrientes oceánicas, que asociados a los modelos biológicos de los organismos en cuestión, permitan entender la dispersión y el desplazamiento de las larvas de peces.
- Elaborar un modelo biofísico basado en los resultados deseados y en los datos de entrada disponibles.
- Evaluar los resultados generados por los modelos en términos de análisis espacial, conectividad, áreas clave y traslape.
- Conducir análisis bilaterales o trilaterales de los resultados de los modelos, incluidas las probabilidades de retención de la especie frente a su dispersión.



### Consideraciones prácticas

- Aprovechar el apoyo de experiencias académicas y recursos técnicos (por ejemplo, de una universidad local, si la hubiere) para describir los ciclos biológicos de las especies relevantes.
- Llevar a cabo un taller a fin de construir los modelos biofísicos.
- Contratar a un experto en SIG para que elabore los mapas.
- Por la naturaleza transfronteriza que distintas etapas del ciclo biológico pueden implicar, será necesario prestar especial consideración a posibles dificultades de índole política y jurídica.



### Productos

- Un documento que presente los modelos dinámicos de conectividad espacial y temporal para especies relevantes en sus etapas larvaria, juvenil y adulta, que indique las probabilidades de retención o de dispersión.
- Mapas de conectividad que muestren, por ejemplo: i) vínculos entre fuentes y sumideros de carbono, y ii) migraciones entre zonas de alimentación, reproducción y cría, y otros hábitats importantes.
- Documentación de análisis a escala bilateral o trilateral de la conectividad marina.



### Recursos

- Modelos disponibles y material publicado sobre especies altamente migratorias y los vínculos fuente-sumidero para especies de importancia comercial.
- Modelos disponibles y material publicado sobre la conducta de las larvas, su dispersión y la relación que guardan con las corrientes oceánicas.
- Material publicado sobre métodos de monitoreo conjunto.
- Rastreadores en línea de especies marcadas (por ejemplo, mamíferos marinos, tiburones, peces espada y atunes). Cabe observar que entre las herramientas de rastreo se cuentan técnicas de tipo acústico, satelital y radio telemétrico, incluido el marcaje de dardo.
- Datos obtenidos de los estudios de larvas en sus últimas etapas antes de asentarse, mismos que pueden aplicarse para realizar mediciones de cohorte en sitio.
- Estudios de ictioplancton.
- Planes para el manejo de pesquerías y estadísticas de captura (con análisis para la obtención de tendencias).
- Informes de evaluación de poblaciones.
- Estudios dependientes e independientes de las actividades de pesca.

## Paso 3

Determinar si los vínculos y rutas críticos identificados son vulnerables a efectos del cambio climático que pueden mitigarse mediante AMP, ya sea aisladas o en red



### Aspectos generales

Una vez identificados los posibles vínculos ecológicos y habiéndose elaborado modelos suficientes, se tendrá una mejor idea de cómo configurar una red de AMP que mejore la conectividad. El objetivo es optimizar la conectividad entre AMP al proteger áreas de alta productividad biológica y hábitats cruciales para los ciclos de vida, cuya importancia radica en que mantienen y fortalecen los vínculos ecológicos. Se puede aplicar un enfoque “de peldaños” (*stepping-stone*) para proteger hábitats de especies migratorias que se sabe son esenciales y que están

muy espaciados entre sí (por ejemplo, zonas esenciales de alimentación y reproducción de ballenas). Además, contar con una red de AMP bien estructurada que incorpore hábitats representativos y AIEB, aplique el principio de redundancia o replicación y parta del valor que otras medidas de manejo del medio ambiente tienen para la conservación, asegurará cierto grado de conectividad. Este paso consiste en determinar si se prevé que el cambio climático interrumpirá o alterará vínculos y rutas críticos, y si es posible estructurar AMP, aisladas o en red, que disminuyan tales efectos. De ser viable, deberán modelarse redes alimentarias conocidas para facilitar el análisis.



### Método

- Monitorear los cambios en las rutas migratorias, zonas de alimentación, sitios de desove y desplazamiento, así como otros hábitats importantes, con apoyo de una revisión de los trabajos científicos publicados y entrevistas a pescadores, buzos y otros observadores.
- Realizar modelos biofísicos.
- Entre los diversos modelos de cambio climático a menudo antagónicos, elegir uno que goce de amplia aceptación entre la comunidad científica, y cuyas hipótesis correspondan a los objetivos previstos por la legislación para las AMP que conforman la red.
- A partir de un ejercicio de extrapolación del conocimiento disponible y los resultados del modelo de cambio climático aplicado, trazar un mapa en el que se anticipen los cambios que las conexiones ecológicas podrían sufrir.
- Perfeccionar la ubicación de actuales y futuras AIEB de acuerdo con los resultados del ejercicio.
- Observar cómo el mapa que muestra los cambios previstos en las conexiones ecológicas se traslapa con los límites de AMP actuales y planeadas.
- Con base en resultados de monitoreo y modelos biofísicos (es decir, anomalías verticales y horizontales), ponderar si las AMP, aisladas o en red, podrían expandirse o modificarse, de modo que incorporen rutas migratorias, zonas de alimentación, sitios de desove y otros hábitats importantes que pudieran haberse desplazado o que se espera lo hagan a causa del cambio climático.
- Modificar la estructura de la AMP o la red de AMP de modo que corresponda a las necesidades de expansión o modificación de los límites identificadas a partir de los resultados obtenidos de la modelación y el monitoreo.



### Consideraciones prácticas

- Contratar a científicos competentes que realicen los diversos análisis y ejercicios de monitoreo requeridos.
- Llevar a cabo un taller para construir los modelos biofísicos y climáticos.
- Contratar a un experto en SIG para la recolección de datos de detección remota y la producción de los mapas correspondientes.
- Entrevistar a observadores del ecosistema marino en cuestión.



### Productos

- Documentación de las narraciones de observadores.
- Mapa predictivo extrapolado de las modificaciones previstas en las conexiones ecológicas.
- Documentación sobre cómo se perfeccionó la ubicación de AIEB actuales y futuras.



### Recursos

- Modelos biofísicos y climáticos disponibles.
- Archivos descargables con información de detección remota (del gobierno, por ejemplo).

- Informes sobre el estado que guardan las especies en riesgo publicados por el Comité sobre el Estado de la Vida Silvestre en Peligro de Extinción (Cosewic) en Canadá.<sup>16</sup>
- Análisis de vacíos y omisiones en áreas de conservación —áreas protegidas, de importancia ecológica y biológica (AIEB) y prioritarias— en México, a cargo de la Conabio.<sup>17</sup>
- Informes sobre la identificación de AIEB existentes.<sup>18</sup>
- Información de áreas prioritarias de conservación en el Pacífico a través de la Red de Áreas Marinas Protegidas de América del Norte (RAMPAN).<sup>19</sup>
- Informes del Sistema Arrecifal Mesoamericano.<sup>20</sup>
- Designaciones de hábitats críticos para los peces.<sup>21</sup>

## Paso 4

Si los efectos en los vínculos y rutas identificados pueden mitigarse mediante AMP, aisladas o en red, los especialistas deben calcular la escala de tiempo y las distancias en las que se espera que tales vínculos y rutas respondan al cambio climático y entonces proceder a una reevaluación de los límites de las AMP, o bien establecer nuevas AMP o redes de AMP, de modo que sean vigorosas ante estos cambios



### Aspectos generales

En este paso se emplearán modelos de los pasos anteriores que permitan identificar cuáles AMP, por cuanto a gestión, límites o estructura en red, deben ajustarse con el propósito de proteger ciertas etapas del ciclo biológico o comportamientos específicos de algunas especies cruciales para el establecimiento de vínculos y rutas en los casos en que los patrones de uso espacial y temporal estén modificándose como resultado del cambio climático. Los ajustes propuestos a los límites de las AMP o la creación de nuevas AMP con el propósito de hacerlas más resistentes a los efectos del cambio climático dependerán de la dirección y magnitud de los cambios anticipados en tiempo y espacio para el fenómeno de vinculación. Diferentes especies, al igual que organismos en diferentes etapas de su ciclo vital, pueden responder de manera distinta ante los factores de presión ambiental inducidos por el cambio climático. Por ello, para optimizar los ajustes espaciales y temporales en los límites y la configuración de las AMP, tal vez se requiera identificar a las especies prioritarias cuyo hábitat requiere mayor protección.



### Método

- Para cada una de las especies identificadas en los pasos anteriores, por el papel crucial que desempeñan para los vínculos y rutas entre AMP, pero también por su vulnerabilidad frente al cambio climático, determinar la dirección y magnitud de las modificaciones ecológicas espaciales y temporales resultantes del cambio climático. Este análisis

16. Disponibles en: <[www.cosewic.gc.ca/](http://www.cosewic.gc.ca/)>.

17. Véase <[www.conabio.gob.mx/](http://www.conabio.gob.mx/)>.

18. Véase <[www.iucn.org/knowledge/publications\\_doc/publications/?8623/Ecologically-or-biologically-significant-areas-in-the-pelagic-realm--examples-and-guidelines--workshop-report](http://www.iucn.org/knowledge/publications_doc/publications/?8623/Ecologically-or-biologically-significant-areas-in-the-pelagic-realm--examples-and-guidelines--workshop-report)>.

19. Véase el mapa interactivo en: <[www2.cec.org/nampan/es/pcas](http://www2.cec.org/nampan/es/pcas)>.

20. Véase <[www.icran.org/action-mar.html](http://www.icran.org/action-mar.html)>.

21. Véase la información sobre hábitats críticos para los peces de la NOAA y su correspondiente herramienta cartográfica (EFH Mapper), en: <[www.habitat.noaa.gov/protection/efh/index.html](http://www.habitat.noaa.gov/protection/efh/index.html)> y <[www.habitat.noaa.gov/protection/efh/habitatmapper.html](http://www.habitat.noaa.gov/protection/efh/habitatmapper.html)>, respectivamente. Las designaciones de hábitat crítico para los peces pueden consultarse, asimismo, en los sitios web de las oficinas regionales (por ejemplo, <[www.nero.noaa.gov/hcd/webintro.html](http://www.nero.noaa.gov/hcd/webintro.html)>).

podría realizarse al mismo tiempo que el ejercicio del paso 3 para pronosticar los cambios que podrían presentarse en las conexiones ecológicas.

- Identificar cambios que ya hayan tenido lugar en gradientes biofísicos, como salinidad, temperatura y profundidad.
- Utilizando los modelos producidos en pasos anteriores, superponer los modelos de cambio climático a los modelos de conectividad ecológica.
- A fin de determinar la forma de optimizar la AMP, aislada o en red, aplicar los modelos biofísicos de pasos anteriores para ajustar sus límites y modificar la configuración en red con miras a generar los mayores beneficios ecológicos posibles (muy parecido al paso 3).
- Identificar la escala de tiempo para los cambios anticipados, con base tanto en la velocidad de los ajustes por especie frente al cambio climático como en la velocidad de los efectos del cambio climático según los modelos correspondientes (por ejemplo, intervalos de tolerancia a la temperatura y duración de larvas pelágicas).
- Tomar en cuenta los factores socioeconómicos, jurídicos y políticos que podrían desempeñar un papel importante para equilibrar costos y beneficios de las AMP nuevas o adaptadas, individuales o en red, así como buscar la forma de sortear obstáculos.
- Elaborar un plan de divulgación en el que se explique el propósito de ajustar los límites y las redes de las AMP. Esta acción reviste singular importancia cuando se requieren cambios a corto plazo o bien en los casos en que se están concibiendo nuevas AMP aisladas o en red.
- Procurar la participación de sectores de interés durante todo el proceso para dar atención también a consideraciones de tipo social y económico.



#### Consideraciones prácticas

- Contratar a expertos científicos para que contribuyan a determinar la dirección y magnitud de los cambios ecológicos espaciales y temporales como resultado del cambio climático.
- Contratar a un experto en SIG para la elaboración de las capas cartográficas pertinentes.
- Llevar a cabo un taller con planificadores de AMP a efecto de discutir la forma de ajustar límites o incorporar nuevas características a las AMP o su configuración en red.
- Examinar los aspectos jurídicos, socioeconómicos y políticos a tomar en cuenta en relación con la modificación de los límites o el establecimiento de nuevas AMP, aisladas o en red, incluidas aquellas que atraviesan fronteras internacionales.



#### Productos

- Mapa de la distribución espacial de las adiciones o modificaciones en los límites propuestos para las AMP, aisladas o en red, existentes.
- Plan de acción con plazos establecidos para la adopción de las modificaciones propuestas.
- Reuniones con sectores interesados para discutir la forma de implementar el plan de acción.



#### Recursos

- Modelos biofísicos y climáticos disponibles.
- Marxan<sup>22</sup> u otros paquetes de soporte lógico para optimizar la planificación de redes de AMP.
- Archivos SIG de datos espaciales (en formato *shape*) para todas las AMP y redes de AMP existentes.
- Archivos SIG de datos espaciales (en formato *shape*) para hábitats importantes (por ejemplo, hábitats críticos para los peces, AIEB y hábitats críticos), así como rutas de importancia (corrientes y rutas migratorias, entre otras).

22. Véase <[www.uq.edu.au/marxan/index.html?page=77664&p=1.1.7.3](http://www.uq.edu.au/marxan/index.html?page=77664&p=1.1.7.3)>.



*Foto:* Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas



## Línea directriz 4

Proteger toda la gama de la biodiversidad presente en el área geográfica objetivo

### Paso 1

Identificar la biodiversidad en el área geográfica o ecorregión marina objetivo.

### Paso 2

Evaluar los factores de deterioro y las amenazas para la biodiversidad identificada en el paso 1 con respecto a su vulnerabilidad ante los efectos previstos del cambio climático.

### Paso 3

Determinar si los efectos del cambio climático en las características vulnerables identificadas en el paso 2 pueden mitigarse mediante AMP, ya sea aisladas o en red.

### Paso 4

En el supuesto de que las AMP, aisladas o en red, puedan mitigar los efectos en las características identificadas, los especialistas deben calcular las escalas de espacio y de tiempo en las que se espera que su tema de estudio responda al cambio climático y entonces proceder a una reevaluación de los límites de las AMP, o bien establecer nuevas AMP o redes de AMP, de modo que sean vigorosas ante estos cambios.

## Paso 1

### Identificar la biodiversidad en el área geográfica o ecorregión marina objetivo

#### Aspectos generales

La biodiversidad abarca no sólo las especies que habitan el planeta, con sus historias evolutivas únicas, sino también la variabilidad genética en el seno de las diversas poblaciones de especies y entre éstas, así como la distribución de especies en hábitats locales, ecosistemas, paisajes y océanos o continentes enteros. Para englobar el abanico completo de la biodiversidad en una red de AMP, es importante proteger todas las muestras representativas de cada tipo de hábitat en un área biogeográfica, así como todas las especies y todos los hábitats que parecen desempeñar un papel crucial en el ecosistema. A fin de identificar muestras representativas de cada hábitat, los planificadores de una red de AMP deben clasificar los hábitats (de acuerdo con un esquema local a la medida o con base en sistemas de clasificación normalizados como la Norma de Clasificación Ecológica Costera y Marina [*Coastal and Marine Ecological Classification Standard*] de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica [NOAA])<sup>23</sup> a lo largo y ancho del área de estudio; identificar los tipos o el número mínimo de hábitats a incluir en la red de AMP, y seleccionar las unidades de hábitats individuales a proteger que mejor representen cada tipo de clasificación. Una combinación de realidades biológicas y sociopolíticas, sin embargo, inevitablemente limitará las opciones para el manejo de la biodiversidad. Asimismo, el predominio de ciertos ecosistemas o un conjunto diferenciado de características oceanográficas o topográficas sin duda determinará la composición de especies. Los agentes de forzamiento biogeográficos dominantes que definen las ecorregiones variarán dependiendo de la ubicación, pero pueden incluir aislamiento, afloramiento de aguas, aporte de nutrientes, afluencia de agua dulce, regímenes de temperatura, regímenes del hielo, exposición, sedimentos, corrientes y complejidad batimétrica o costera.

#### Método

- Reunir la información geoespacial disponible respecto de la geomorfología, características oceanográficas y distribución de especies —desde invertebrados hasta aves marinas— de la región. Es importante definir con todo cuidado la información que se tomará en consideración (por ejemplo, áreas de hábitat núcleo de especies clave).
- Utilizar la mejor información disponible.
- Identificar los principales vacíos en la información requerida.
- Seguir subrayando la necesidad de mejorar los datos sobre las características de los hábitats.
- Identificar otros parámetros de entrada, como metas de conservación. Éste puede ser un proceso iterativo en el que participen los sectores interesados.
- Emplear herramientas de apoyo a la toma de decisiones (como la aplicación Marxan)<sup>24</sup> para generar opciones.
- Procurar la participación de sectores de interés a todo lo largo del proceso, a fin de atender también consideraciones sociales y económicas.

#### Consideraciones prácticas

- Llevar a cabo, de ser necesario, un taller de expertos para cubrir los vacíos de información (por ejemplo, en torno a procesos SIG de índole participativa).
- Trabajar con personal capacitado y asignar recursos a la utilización de herramientas de apoyo a la toma de decisiones, procurando la participación de expertos y sectores interesados en el proceso.

23. Véase <[www.csc.noaa.gov/digitalcoast/\\_/pdf/CMECS\\_Version%20\\_4\\_Final\\_for\\_FGDC.pdf](http://www.csc.noaa.gov/digitalcoast/_/pdf/CMECS_Version%20_4_Final_for_FGDC.pdf)>.

24. Véase <[www.uq.edu.au/marxan/index.html?page=77664&p=1.1.7.3](http://www.uq.edu.au/marxan/index.html?page=77664&p=1.1.7.3)>.

- Contemplar la conveniencia de trabajar con profesionales que brinden capacitación en el uso de herramientas de apoyo para la toma de decisiones (por ejemplo, PacMARA: la Asociación de Análisis e Investigación Marinos del Pacífico [*Pacific Marine Analysis and Research Association*]).<sup>25</sup>
- Tomar en cuenta los conocimientos locales y tradicionales en material ambiental para llenar vacíos de información adicionales.



### Productos

- Esquema de clasificación de hábitats que especifique las subunidades a fin de garantizar su representatividad dentro de la red.
- Un documento que muestre las opciones preferentes para las redes de AMP, generadas por Marxan o una herramienta similar de apoyo a la toma de decisiones. Las opciones recomendadas deben incluir capas optimizadas espacialmente para representar las áreas con alto valor de conservación (en función, por ejemplo, del tipo de hábitat, la geomorfología y las características oceanográficas).
- Productos adicionales, como mapas con capas de datos individuales y documentación (un atlas de hábitats, por ejemplo).



### Recursos

- Proceso de zonificación de la Gran Barrera de Coral (Day, 2002).<sup>26</sup>
- Informe técnico de la plataforma de Nueva Escocia (*Scotian Shelf*) (Horsman *et al.*, 2011).
- Análisis de vacíos y omisiones en información sobre áreas terrestres y marinas protegidas en México (March, 2005).
- Estudio Gwaii Haanas del Departamento de Parques de Canadá (*Parks Canada*).<sup>27</sup>

## Paso 2

Evaluar los factores de deterioro y las amenazas para la biodiversidad identificada en el paso 1 con respecto a su vulnerabilidad ante los efectos previstos del cambio climático



### Aspectos generales

Este paso procura diagnosticar la manera en que el cambio climático puede afectar los tipos de hábitat y otros aspectos de la biodiversidad de la ecorregión marina identificados en el paso 1. Será necesario que los gestores identifiquen información sobre las tendencias físicas y los efectos previstos del cambio climático en el área biogeográfica, la región marina o la subunidad de hábitat en cuestión. La diversidad de especies nativas, la conectividad y la heterogeneidad de los hábitats son elementos esenciales para mantener los ecosistemas marinos en funcionamiento; de ahí la necesidad de estudiar las repercusiones del cambio climático en estas características. Es necesario identificar las características con menor resistencia a factores de presión ambiental.



### Método

- Consultar los anexos 1 y 2 de las Directrices (Brock *et al.*, 2012) para aplicar la información regional relativa a los efectos del cambio climático.
- Analizar los efectos del cambio climático previstos en los distintos tipos de hábitats. Algunos aspectos, como el sustrato y la geomorfología (cañones, bancos y cuencas, por ejemplo) probablemente no cambiarán; sin embargo, otros elementos, como los regímenes de temperatura y los hábitats biogénicos (arrecifes de corales, ostras y esponjas, bosques de kelp, bancos de pastos marinos), tienen mayores probabilidades de verse afectados.

25. Véase <[www.pacmara.org/](http://www.pacmara.org/)>.

26. Véase también <[www.unesco-ioc-marinesp.be/spatial\\_management\\_practice/australia\\_great\\_barrier\\_reef/](http://www.unesco-ioc-marinesp.be/spatial_management_practice/australia_great_barrier_reef/)>.

27. Véase <[www.pc.gc.ca/progs/amnc-nmca/cnamnc-cnmca/gwaiihaanas/index\\_e.asp](http://www.pc.gc.ca/progs/amnc-nmca/cnamnc-cnmca/gwaiihaanas/index_e.asp)>.

- Aprovechar esta información en torno a los efectos esperados del cambio climático y las características que presentan mayor vulnerabilidad frente a los mismos, y aplicarla en los pasos 3 y 4 para ayudar a configurar una red de AMP con máxima capacidad para proteger la biodiversidad.



#### Consideraciones prácticas

- Establecer alianzas con expertos académicos y técnicos (por ejemplo, de una universidad local, si la hubiere), al igual que otros socios científicos, a fin de obtener más conocimientos sobre los efectos del cambio climático esperados en todo el abanico de especies y hábitats.
- Contemplar la conveniencia de llevar a cabo un taller de expertos para establecer un consenso científico en torno a índices de diversidad en diferentes escalas espaciales.



#### Productos

- Documento con una matriz de los tipos de hábitat, en la que se señalen las probabilidades de que éstos se vean afectados por los distintos parámetros o factores de presión derivados del cambio climático (por ejemplo, una adaptación del anexo 2 de las Directrices [Brock *et al.*, 2012] para mostrar los distintos tipos de hábitat).
- Documentación de la evaluación general de la vulnerabilidad de los distintos tipos de hábitat frente al cambio climático, con base en todos los parámetros pertinentes.



#### Recursos

- Cuadro A1.3 del anexo 1 de las Directrices (Brock *et al.*, 2012).
- Véanse los recursos señalados en el paso 1.

---

## Paso 3

Determinar si los efectos del cambio climático en las características vulnerables identificadas en el paso 2 pueden mitigarse mediante AMP, ya sea aisladas o en red



#### Aspectos generales

Los pasos 3 y 4 generarán una herramienta que sirva a los gestores para evaluar los efectos acumulativos del cambio climático y las repercusiones de origen antropogénico en las características vulnerables de la biodiversidad, con el propósito de coadyuvar en la creación de una red de AMP capaz de mitigar dicha vulnerabilidad. Los gestores pueden emplear los productos del paso 2 y añadir información para evaluar en qué grado la vulnerabilidad de los hábitats frente a los efectos del cambio climático puede mitigarse mediante AMP, ya sea aisladas o en red. La elaboración de un modelo de evaluación de amenazas (evaluación de la vulnerabilidad de organismos y hábitats al cambio climático previsto) contribuirá a aclarar si es posible mejorar la resiliencia mediante el establecimiento de áreas marinas protegidas, individuales o en red. Por ejemplo, un hábitat y los organismos a los que da sustento pueden ser menos vulnerables al cambio climático si están menos sujetos a presiones como las derivadas de la pesca con redes de arrastre y del uso de artes de pesca que tocan el fondo, palangres y anclas, o a otras perturbaciones resultantes de las actividades humanas.



#### Método

- Durante la elaboración de la matriz de los tipos de hábitats para la planificación de la red de AMP, examinar la probabilidad de que los parámetros se vean afectados por el cambio climático y en qué grado. Consultar el anexo 1 de las Directrices (Brock *et al.*, 2012) con el fin de tener un panorama detallado de las propiedades físicas (atmosféricas y oceanográficas) para las que se prevén cambios en las próximas décadas, lo que incluye no sólo la dirección, magnitud y extensión espacial de los cambios, sino también una indicación del nivel de incertidumbre.

- Los especialistas en el tema pueden usar el anexo 1 para calcular la escala de tiempo en la que se espera que su objeto de estudio responda al cambio climático y, en función de ello, proceder a una reevaluación de la gestión de las áreas marinas protegidas, lo que incluye reconsiderar sus límites.
- Resumir la vulnerabilidad de cada tipo de hábitat frente a las diferentes presiones del cambio climático (consultar el anexo 2 de las Directrices [Brock *et al.*, 2012]).
- Establecer criterios para evaluar si las AMP en efecto son una medida de gestión adecuada para mitigar o adaptarse a los efectos relacionados con el cambio climático. Por ejemplo, ¿ayudan las AMP a reducir los efectos de factores de presión inducidos por el cambio climático en este tipo de hábitat? (criterios: altamente probable, medianamente probable o poco probable que la medida resulte exitosa).
- Aplicar los criterios y presentar los resultados en forma de matriz.



#### Consideraciones prácticas

- Contemplar la conveniencia de llevar a cabo un taller de expertos (o dirigirse a científicos con cuya participación se haya contado en pasos anteriores de este proceso) para elaborar la matriz de los tipos de hábitat y las respuestas que éstos pueden presentar ante los efectos del cambio climático en la escala geográfica adecuada (por ejemplo, regional o por sitio), así como formular criterios para evaluar si el establecimiento de un área marina protegida es la medida de gestión pertinente para la adaptación a las repercusiones del cambio climático.



#### Producto

- Matriz de tipos de hábitat y respuestas probables ante el cambio climático (por ejemplo, adaptación del anexo 2 de las Directrices para mostrar los tipos de hábitat).



#### Recursos

- Cuadro A1.3 del anexo 1 de las Directrices (Brock *et al.*, 2012).
- Véanse los recursos señalados en el paso 1.

## Paso 4

En el supuesto de que las AMP, aisladas o en red, puedan mitigar los efectos en las características identificadas en el paso 3, los especialistas deben calcular las escalas de espacio y de tiempo en las que se espera que su tema de estudio responda al cambio climático y entonces proceder a una reevaluación de los límites de las AMP, o bien establecer nuevas AMP o redes de AMP, de modo que sean vigorosas ante estos cambios



#### Aspectos generales

El anexo 1 de las Directrices (Brock *et al.*, 2012) ayudará a planificadores y gestores a calcular la escala de tiempo en la que se espera que las especies y hábitats objeto de estudio respondan al cambio climático y, en función de ello, proceder entonces a una reevaluación de los límites de las AMP, o bien establecer nuevas AMP o redes de AMP, de modo que sean vigorosas ante estos cambios. Una vez establecida una red de AMP, los datos de monitoreo deben utilizarse para una gestión adaptativa de los sitios que la conforman, lo que incluye realizar todos los cambios necesarios en los límites a fin de responder a la transformación de los hábitats al interior de la red.



### Método

- Con base en la planeación inicial de la red de AMP, elaborar una matriz de los sitios propuestos como áreas marinas protegidas por cada tipo de hábitat, que ilustre la vulnerabilidad de los sitios frente a las actividades humanas y a factores de presión derivados del cambio climático (un análisis de los efectos acumulativos, por ejemplo). Esto requiere información espacial sobre los usos humanos que pueden representar una amenaza para los sitios específicos en consideración.
- Formular los índices de diversidad (de la riqueza de especies o de la composición de las comunidades) que una red de AMP debe aspirar conservar en un contexto de cambio climático, lo que incluye variaciones en todo un paisaje marítimo y al interior de tipos de hábitat distintos.
- Recurrir (los planificadores de redes de áreas marinas protegidas) a las propiedades que el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) establece para las redes y usarlas como guía para la configuración de redes.<sup>28</sup>
- Definir con toda claridad la escala espacial de la estructura de una red de AMP.
- Adaptar los planes de redes de AMP en función de los efectos del cambio climático en los tipos de hábitat. Por ejemplo, a medida que se modifica la cobertura de diferentes tipos de hábitat como resultado del cambio climático, tal vez sea necesario modificar la representación de estos hábitats dentro de una red.
- Determinar qué tanto pueden contribuir las AMP a reducir los efectos acumulativos—incluidos los derivados del cambio climático— en cada sitio objetivo, y presentar los resultados en forma de matriz (criterios: altamente probable, medianamente probable o poco probable que la medida resulte exitosa).
- Emplear la información generada en el punto anterior para establecer prioridades al momento de planear una red de AMP con el propósito de mitigar al máximo la vulnerabilidad de las características de la biodiversidad en un contexto de cambio climático.



### Consideraciones prácticas

- Este paso se centra en integrar las medidas de respuesta ante los efectos del cambio climático con otros criterios para la configuración de redes de AMP. Los sectores interesados deberán participar en el establecimiento de prioridades para la red de AMP y estar informados sobre los diferentes objetivos de la red, lo que incluye las posibles ventajas e inconvenientes asociados.
- Dada la complejidad del proceso, los gestores deben explorar herramientas de apoyo a la toma de decisiones que sirvan para orientar la participación de expertos y sectores interesados.



### Producto

- Una matriz en la que se identifiquen sitios específicos con áreas de hábitats objeto de consideración como posibles AMP. La matriz serviría para identificar la vulnerabilidad frente a una amplia gama de efectos, tanto de origen antropogénico como derivados del cambio climático, lo que permitiría a gestores establecer prioridades en términos de protección.



### Recursos

- Cuadro A1.3 del anexo 1 de las Directrices (Brock *et al.*, 2012).
- Véanse los recursos señalados en el paso 1.

28. Véase <[www.cbd.int/marine/doc/azores-brochure-en.pdf](http://www.cbd.int/marine/doc/azores-brochure-en.pdf)>.



Foto: Parks Canada

## Cuadro de posibles costos y niveles de esfuerzo para iniciativas comunes a todas las directrices

Requisito	Costo	Nivel de esfuerzo
<b>Paso 1:</b>		
Revisión de materiales publicados	Bajo	Bajo
Reunión regional de expertos científicos con el propósito de identificar información requerida para el paso 1 y vacíos en la información científica disponible	Moderado	Moderado
Talleres científicos locales (a escala de AMP y que podrían incluir entrevistas con pescadores y buzos) a fin de identificar información para el paso 1 y vacíos en la información científica	Moderado	Moderado
Intervención de expertos en SIG en talleres y reuniones para recabar datos de detección remota y generar mapas	Moderado	Moderado
<b>Paso 2:</b>		
Revisión de materiales publicados y adquisición de datos	Bajo o moderado	Bajo o moderado
Talleres de evaluación y elaboración de modelos	Moderado	Moderado
Intervención de expertos en SIG	Moderado	Moderado
Reuniones locales para evaluar la vulnerabilidad de diversas características ante los efectos del cambio climático	Moderado	Moderado
<b>Paso 3:</b>		
Aplicación de modelos climáticos	Moderado	Moderado
Análisis de vacíos y omisiones	Bajo	Bajo
Decisiones orientadas a determinar si las AMP son la herramienta idónea para mitigar los efectos del cambio climático en características particulares	Bajo	Bajo
<b>Paso 4:</b>		
Reuniones con gestores y planificadores de AMP, así como expertos científicos, para determinar la respuesta en materia de gestión	Moderado	Moderado
Elaboración de modelos y matrices más precisos con el apoyo de expertos técnicos	Moderado	Moderado
Negociaciones bilaterales o trilaterales para asegurar la eficacia de las redes	Moderado	Moderado
Actividades de monitoreo	Alto	Alto

## Referencias

- Brock, R. J., E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.) (2012), *Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá; en: <[www.cec.org/Page.asp?PageID=122&ContentID=25240&SiteNodeID=437&BL\\_ExpandID=](http://www.cec.org/Page.asp?PageID=122&ContentID=25240&SiteNodeID=437&BL_ExpandID=)>.
- Campbell, A., L. Miles, I. Lysenko, H. Gibbs y A. Hughes (2008), *Carbon storage in protected areas: technical report*, Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial (WCMC) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); en: <[www.unep-wcmc.org/medialibrary/2010/09/24/d8a43698/Carbon\\_storage\\_PAs.pdf](http://www.unep-wcmc.org/medialibrary/2010/09/24/d8a43698/Carbon_storage_PAs.pdf)> (consulta realizada el 11 de septiembre de 2012).
- CIEM (2011a), *Report of the Study Group on Designing Marine Protected Area Networks in a changing climate (SGMPAN)*, Consejo Internacional para la Exploración del Mar (*International Council for the Exploration of the Sea*, ICES), informe del taller realizado en Woods Hole, Massachusetts, Estados Unidos, del 15 al 19 de noviembre de 2010; en: <[www.ices.dk/workinggroups/ViewWorkingGroup.aspx?ID=500](http://www.ices.dk/workinggroups/ViewWorkingGroup.aspx?ID=500)> (consulta realizada el 11 de septiembre de 2012).
- CIEM (2011b), *ICES status report on climate change in the North Atlantic, Cooperative Research Report* (informe de investigación conjunta) núm. 310, Consejo Internacional para la Exploración del Mar (*International Council for the Exploration of the Sea*, ICES).
- Day, J. C. (2002), “Zoning—lessons from the Great Barrier Reef Marine Park”, *Ocean & Coastal Management*, núm. 45, pp. 139-156.
- DFO (2006), *Identification of Ecologically Significant Species and Community Properties*, Department of Fisheries and Oceans [Ministerio de Pesca y Océanos de Canadá], Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2006/041.
- GOBI (2010), *The ecologically or biologically significant areas EBSA identification process*, CBD, Iniciativa Mundial sobre la Diversidad Biológica de los Océanos (*Global Ocean Biodiversity Initiative*, GOBI); en: <[www.cbd.int/cop/cop-10/doc/gobi-briefing-ebsa-process-en.pdf](http://www.cbd.int/cop/cop-10/doc/gobi-briefing-ebsa-process-en.pdf)>.
- Horsman, T. L., A. Serdynska, K. C. T. Zwanenburg y N. L. Shackell (2011), *Report on marine protected area network analysis for the maritimes region of Canada*, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences (informe técnico canadiense sobre ciencias pesqueras y acuáticas) núm. 2917, Department of Fisheries and Oceans [Ministerio de Pesca y Océanos de Canadá], DFO Maritime Region, Dartmouth, Nueva Escocia; en: <[www.dfo-mpo.gc.ca/Library/343100.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/343100.pdf)> (consulta realizada el 11 de septiembre de 2012).
- Laffoley D. y G. Grimsditch (comps.) (2009), *The management of natural coastal carbon sinks*, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Gland, Suiza.
- March I. J. (2005), *The GAP analysis on the protected areas of Mexico: a cooperative effort*, The Nature Conservancy; en: <[www.protectedareas.info/upload/document/mexicocasestudy.pdf](http://www.protectedareas.info/upload/document/mexicocasestudy.pdf)> (consulta realizada el 11 de septiembre de 2012).
- Nellemann C., E. Corcoran, C. M. Duarte, L. Valdés, C. DeYoung, L. Fonseca y G. Grimsditch (comps.) (2009), *Blue carbon: the role of healthy oceans in binding carbon. A rapid response assessment*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), GRID-Arendal; en: <[www.unep.org/pdf/BlueCarbon\\_screen\\_english.pdf](http://www.unep.org/pdf/BlueCarbon_screen_english.pdf)> (consulta realizada el 11 de septiembre de 2012).







**Comisión para la Cooperación Ambiental**

393 rue St-Jacques ouest, bureau 200  
Montreal (Quebec), Canadá H2Y 1N9

t (514) 350-4300 f (514) 350-4372

info@cec.org / www.cec.org