



# Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas



**GOBIERNO FEDERAL**

**SEMARNAT**





**Guía para la elaboración  
de programas de adaptación  
al cambio climático  
en áreas naturales protegidas  
México 2011**

Felipe Calderón Hinojosa

Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos

Juan Rafael Elvira Quesada

Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Luis Fueyo Mac Donald

Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Primera edición, 2011

D.R. © 2011 Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Camino al Ajusco 200, Jardines en la Montaña, CP 14210, Delegación Tlalpan, México D.F.  
<http://www.conanp.gob.mx>

Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN). Damas 49, Col. San José Insurgentes, CP 03900, Delegación Benito Juárez, México, D.F.  
<http://www.fmcn.org>

The Nature Conservancy (TNC). Río San Ángel, 9 Col. Guadalupe Inn, CP 01020, Delegación Benito Juárez, México, D.F.  
<http://nature.org>

#### Coordinación técnica y científica

Yven Echeverría, TNC

Ignacio J. March, TNC

Hernando Cabral, TNC

#### Coordinación institucional

Mariana Bellot Rojas, CONANP

Andrew Rhodes Espinoza, CONANP

Alejandra Calzada Vázquez Vela, CONANP

Fernando Camacho Rico, CONANP

Juan Manuel Frausto, FMCN

Vanessa Valdez Ramírez, FMCN

Forma de citar:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.-The Nature Conservancy. 2011. *Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas*. México.

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

#### Agradecimientos

Esta guía fue producida a través del proyecto conjunto, Desarrollo de Programas Piloto de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas del Sureste de México, entre la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México (CONANP), The Nature Conservancy (TNC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), con el apoyo de la Embajada Británica en México, el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Gobierno Británico, la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, el Servicio Forestal de los Estados Unidos, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Espacios Naturales para el Desarrollo Sustentable, A.C.

Se agradece la contribución a las siguientes personas: Alexser Vázquez Vázquez, Ángel Omar Ortiz Moreno, Edmundo Aguilar López, Elvira Carvajal Hinojosa, Francisco Javier Jiménez González, José Adalberto Zúñiga Morales, José Juan Pérez Ramírez, Juan Carlos Castro Hernández, Karla Leal Aguilar, Francisco Ursúa Guerrero, María del Carmen García Rivas y Roberto Escalante López de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México (CONANP); Patricia Koleff y Edith Calixto de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); Celia Piguerón de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Yusif Nava y Miguel Ángel Altamirano del Instituto Nacional de Ecología (INE); Eduardo Rolón de Comunidad y Biodiversidad, A.C. (COBI); Ana Laura Barillas del Fondo de Áreas Naturales Protegidas (FANP); Víctor Magaña, Leticia Gómez, José Manuel Espinosa, Víctor Sánchez-Cordero y Enrique Martínez Meyer de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Alejandro Von Bertrab, Lea Herberg y Roberto Delgadillo de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ); Cristina Lasch de The Nature Conservancy (TNC).

Producción

Ideas Sustentables/[www.ideasustentables.com](http://www.ideasustentables.com)

# Contenido

<b>Presentación</b>	<b>4</b>
<b>Introducción</b>	<b>5</b>
<b>Síntesis del método</b>	<b>7</b>
<b>Conceptos fundamentales de adaptación al cambio climático</b>	<b>8</b>
<b>Principios generales para la implementación de planes de adaptación al cambio climático</b>	<b>11</b>
<b>Proceso de formulación de programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas</b>	<b>12</b>
<b>1. Conceptualizar los impactos asociados al cambio climático</b>	<b>12</b>
1.1 Establecer el equipo inicial y la integración de actores clave para el manejo adaptativo de proyectos de cambio climático	12
1.2 Compilar literatura científica e información sobre cambio climático y de la región del proyecto	13
1.3 Identificar escenarios climáticos	16
1.4 Definir complejos de áreas “alcance del programa”	18
1.5 Elementos de conservación vulnerables al cambio climático y atributos ecológicos clave	19
1.5.1 Identificar elementos de conservación y para el desarrollo sustentable	19
1.5.2 Identificar atributos ecológicos clave	20
1.5.3 Validar y ajustar la lista de objetos de conservación y desarrollo que son vulnerables al cambio climático	20
1.6 Realizar un análisis situacional de los impactos y la vulnerabilidad ante el cambio climático	22
1.6.1 Impactos potenciales sobre ecosistemas con base en “hipótesis de cambio”	22
1.6.2 Impactos en actividades económicas y/o recursos naturales	24
1.6.3 Respuestas humanas adversas	25
1.6.4 Amenazas nuevas	25
1.6.5 Amenazas actuales exacerbadas ante el cambio climático	26
1.7 Priorizar impactos críticos del cambio climático	26
1.8 Identificar refugios, corredores y áreas de conectividad ecológica que contribuyan a la resiliencia de los ecosistemas ante el cambio climático	27
<b>2. Planificar estrategias de adaptación y monitoreo</b>	<b>28</b>
2.1. Identificación de objetivos de adaptación al cambio climático	29
2.2 Estrategias para lograr objetivos de adaptación al cambio climático	29
2.3 Priorización de estrategias de adaptación	32
2.4 Identificación de necesidades de monitoreo	33
2.5 Identificación de plataformas o sistemas de monitoreo existentes	34
2.6 Inserción de estrategias y medidas de adaptación al cambio climático en los instrumentos de gestión de las áreas naturales protegidas	36
Perspectivas	36
Referencias	38
Anexo 1. Glosario de términos y conceptos seleccionados relacionados con el cambio climático	42
Anexo 2. Definiciones de términos y valores para el análisis de amenazas	49
Anexo 3. Criterios para priorizar estrategias de adaptación con base a un sistema de puntuación	50
Anexo 4. Propuesta de estructura para un programa de adaptación al cambio climático en un complejo de áreas protegidas con enfoque en México	51



## PRESENTACIÓN

La Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP), de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), es un instrumento orientador para las acciones de manejo de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de México, en un contexto en el que el cambio climático representa, no sólo un reto sin precedentes, sino una oportunidad para realizar ejercicios de planeación a largo plazo.

Los ecosistemas suministran bienes y servicios ambientales de los que depende la humanidad que pueden verse comprometidos con el cambio climático (por ejemplo, la protección contra eventos meteorológicos extremos y el suministro de agua potable). Por ello, el establecimiento y buen manejo de las ANP es crítico para su mantenimiento en el largo plazo y representa en sí una estrategia de adaptación frente a condiciones ambientales cambiantes.

Con base en lo anterior, la Guía para la Elaboración de Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas se diseñó con el objetivo de potenciar la capacidad de las ANP para asegurar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; se construyó en el marco del proyecto Desarrollo de Programas Piloto de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas, y dentro del proceso de implementación de la ECCAP. La Guía se planteó de forma que permita el diseño de programas de adaptación al cambio climático en ANP de diferentes regiones del país, independientemente de sus condiciones ambientales y sociales, o de su categoría de manejo.

Esta guía incorpora el conocimiento y experiencia de algunos de los expertos más reconocidos en los temas de manejo de recursos, cambio climático y diseño de políticas de conservación, pues sin duda, una de las lecciones aprendidas por la CONANP es la importancia de fortalecer la coordinación interinstitucional para hacer frente a los efectos del cambio climático entre el sector ambiental y otros sectores de los tres ámbitos de gobierno, así como la sociedad civil organizada, la academia y las comunidades locales. Sólo de esta manera será posible la conservación de las ANP frente a los impactos adversos del cambio climático.

Estoy convencido de que este documento ayudará a orientar los esfuerzos de los equipos de trabajo de las ANP del país, en materia de adaptación a los impactos adversos del cambio climático.

Luis Fueyo Mac Donald  
Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas

# INTRODUCCIÓN

El presente documento es una aportación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), The Nature Conservancy y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN) resultado del proyecto “Fortalecimiento de capacidades frente al cambio climático en la gestión de áreas protegidas” apoyado por el Fondo Mixto de Cooperación Técnica y Científica México-España en el marco de la implementación de la Estrategia de Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas (ECCAP) en México (CONANP, 2010).

La guía presenta una propuesta metodológica para diseñar estrategias de adaptación al cambio climático orientadas a la conservación y uso sustentable de los ecosistemas, la biodiversidad y los servicios que proveen, así como a las actividades de las comunidades humanas en el ámbito de los paisajes naturales y diferentes modalidades de conservación y uso sustentable.

El método está fundamentado en el ciclo de manejo de proyectos de los *Estándares Abiertos para la Conservación*<sup>1</sup> (figura 1) que utiliza (TNC) para el manejo adaptativo de proyectos de conservación, y se ha enriquecido con las experiencias realizadas por la CONANP y el FMCN en la implementación de la ECCAP y el trabajo interactivo con los equipos técnicos de las ANP y organizaciones socias en el sureste del país. El propósito principal de la guía es facilitar la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en conjuntos o complejos de áreas naturales protegidas.

Los lineamientos metodológicos incluidos en este documento están sujetos a revisión, análisis, ajuste y mejoramiento continuo a partir de los aprendizajes obtenidos en su aplicación y las experiencias de planificación e implementación de proyectos de adaptación al cambio climático llevados a cabo en México. Esta guía sintetiza y complementa el marco metodológico de los ejercicios realizados en complejos de ANP del sureste de México (CONANP, 2011a; CONANP, 2011b; CONANP, 2011c; CONANP, 2011d); pretende orientar y fomentar la creatividad para abordar la adaptación al cambio climático como un medio orientador flexible y ajustable a distintos enfoques y situaciones.

Con el fin de elaborar una guía enfocada en la adaptación al cambio climático a nivel paisaje o complejos de ANP, se integraron y combinaron conceptos fundamentales, insumos, pasos metodológicos, técnicas participativas y herramientas necesarias

en la definición de programas de adaptación al cambio climático. El marco conceptual y metodológico inicial para esta propuesta se sustenta en los lineamientos desarrollados por TNC (Poiani *et al.*, 2011; TNC, 2009) para diseñar estrategias de adaptación al cambio climático en planeación para la conservación de áreas. Así mismo, se incluyen herramientas y pasos metodológicos<sup>2</sup> diseñados por la *Alianza de Medidas para la Conservación*,<sup>3</sup> con el fin de establecer, probar y promover avances en la práctica de principios y herramientas necesarios para evaluar de manera confiable los resultados y mejorar la efectividad de las acciones de conservación.

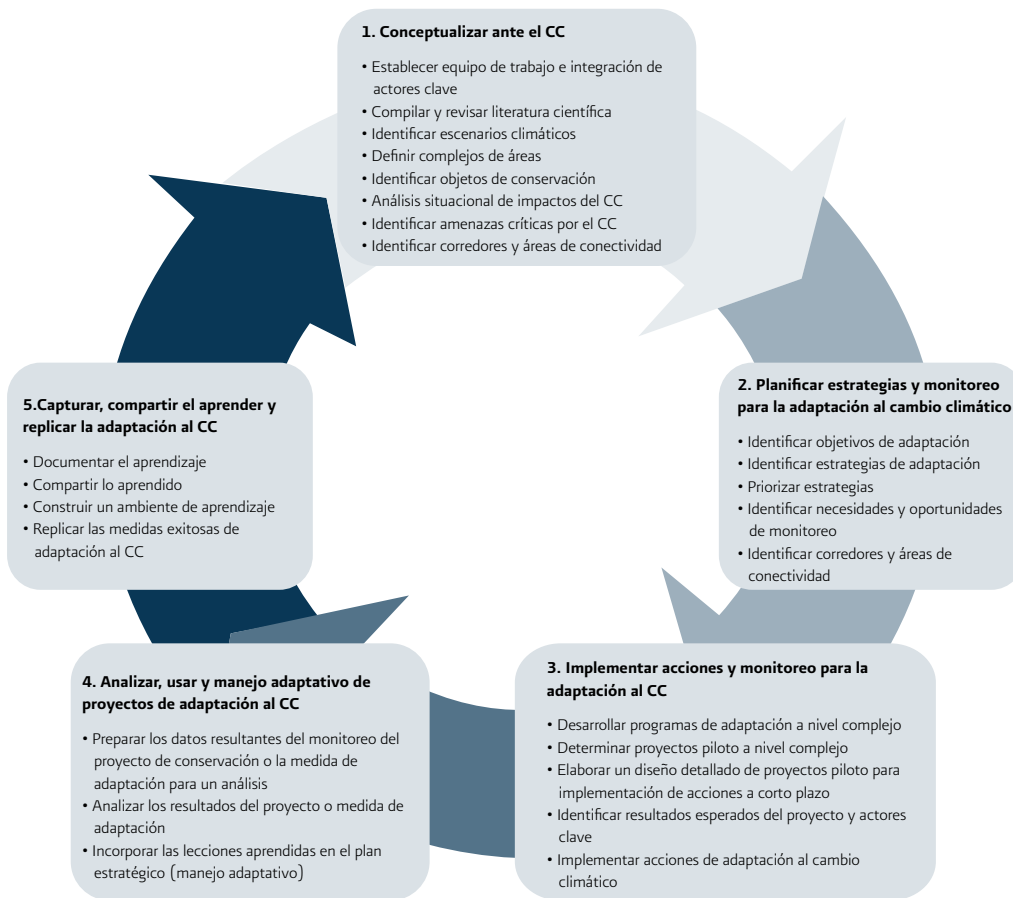
El eje fundamental para el funcionamiento de esta guía es la participación e involucramiento de los actores clave desde el inicio y durante el diseño de un programa de adaptación, lo que permitirá apropiarse del proceso y promover la concurrencia de esfuerzos para la implementación. Esta guía busca:

- Basar estrategias de adaptación en la mejor información científica disponible.
- Aprovechar las capacidades humanas y técnicas existentes.
- Incentivar la colaboración entre tomadores de decisiones y sociedad civil organizada.
- Impulsar la concurrencia de esfuerzos de adaptación al cambio climático a través de alianzas y proyectos.
- Formar capacidades institucionales para iniciar acciones puntuales de adaptación al cambio climático.
- Detonar procesos de aprendizaje a partir de proyectos piloto que se implementen en campo de forma coordinada.

1 [http://www.conservationmeasures.org/wp-content/uploads/2010/04/CMP\\_Open\\_Standards\\_Version\\_2\\_Spanish.pdf](http://www.conservationmeasures.org/wp-content/uploads/2010/04/CMP_Open_Standards_Version_2_Spanish.pdf)

2 [www.miradi.org/](http://www.miradi.org/)

3 Conservation Measures Partnership, 2007. <http://www.conservationmeasures.org/>  
<http://www.conservationmeasures.org/>



**Figura 1.** Ciclo del manejo de proyectos<sup>4</sup> adoptado para el diseño y evaluación de estrategias de adaptación al cambio climático.

La guía está dirigida principalmente a todos los involucrados en el manejo y conservación de ANP. No obstante, el método propuesto puede ser adaptado a programas de adaptación en entidades políticas (por ejemplo, municipios), paisajes productivos o regiones culturales. Paralelamente a la elaboración y uso de esta guía, la CONANP y diversas instituciones y organizaciones (la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN)) realizan importantes esfuerzos en la capacitación de personal asociado con el manejo de ANP, comunidades rurales e indígenas, tomadores de decisiones y sociedad en general. De esta manera, los temas vinculados con el cambio climático y con la adaptación contarán con un terreno fértil para lograr la concurrencia de todos los actores en la implementación de medidas de adaptación.

Se busca que los directores de las ANP y los gestores involucrados en paisajes más amplios diseñen sus programas de adaptación con el apoyo de la academia y consultorías especializadas orientados por esta guía.

La guía contiene hipervínculos a diversos recursos y herramientas disponibles en internet útiles para el diseño de programas de adaptación. Al final de la guía se adjunta referencias bibliográficas y un glosario sobre temas relacionados con el cambio climático (anexo 1). Como apoyo paralelo al proceso de elaboración de programas de adaptación, se sugiere revisar la aplicación del procedimiento en cuatro complejos de ANP considerados piloto en: <http://conserveonline.org/workspaces/adapmex/documents/all.html> y [www.conanp.gob.mx](http://www.conanp.gob.mx).

<sup>4</sup> Conservation Measures Partnership, 2007.

Los programas de adaptación al cambio climático en las ANP y otros paisajes de conservación contribuirán a consolidar los objetivos y metas de los programas de manejo (PM) y de sus programas operativos anuales (POA) de las áreas naturales protegidas competencia de la federación con una visión de largo plazo. Además, se espera que los resultados de los programas de adaptación de la CONANP conformen una plataforma concurrente para propiciar sinergias y lograr la orientación de recursos de otros grupos e instituciones a la conservación del patrimonio natural y a mejorar las condiciones de vida y seguridad de las comunidades humanas relacionadas con las áreas naturales protegidas bajo nuestra responsabilidad.

## Síntesis del método

El método se basa en el *Ciclo de Manejo de Proyectos* (CMP, 2007), en el cual múltiples organizaciones del ámbito internacional se unen para compartir y aprender de los proyectos de conservación y adaptación al cambio climático. Este método se considera una guía con procedimientos probados que pueden ajustarse a condiciones particulares para diseñar e implementar actividades de adaptación que contribuyan a la conservación y manejo de la biodiversidad, así como al mantenimiento de los servicios ambientales que benefician a las comunidades humanas mediante cinco grandes pasos:

### I) Conceptualizar

- Establecer un equipo de trabajo e integrar actores clave al proceso.
- Compilar y revisar literatura científica.
- Analizar escenarios climáticos potenciales e identificar tendencias.
- Definir el alcance territorial del proyecto (complejos de áreas de conservación y/o paisajes).
- Identificar objetos de conservación.
- Realizar un análisis situacional de impactos del cambio climático expresando hipótesis de cambio.
- Identificar corredores biológicos y áreas de conectividad para la resiliencia.

### II) Planificar estrategias de adaptación y monitoreo

- Identificar objetivos para la adaptación al cambio climático (resiliencia de ecosistemas, prevención de amenazas exacerbadas y respuestas humanas adversas, prevención de los impactos del cambio climático en actividades productivas).
- Identificar estrategias de adaptación (condiciones favorables y manejo).
- Priorizar estrategias de adaptación.

- Identificar necesidades y oportunidades de monitoreo (capacidades e iniciativas existentes).

### III) Implementar acciones y monitoreo

- Desarrollar programas de adaptación a nivel de paisajes a partir de las estrategias identificadas.
- Determinar proyectos piloto a nivel complejo.
- Realizar un diseño detallado de proyectos piloto para implementación de acciones en el corto plazo.
- Identificar resultados esperados del proyecto y actores clave.
- Implementar acciones de adaptación al cambio climático y acciones correspondientes de monitoreo.

### IV) Analizar, usar y adaptar

- Preparar los datos resultantes del monitoreo del proyecto de conservación o de la medida de adaptación para analizar.
- Analizar los resultados del proyecto o medida de adaptación.
- Incorporar las lecciones aprendidas en el plan estratégico (Manejo adaptativo).

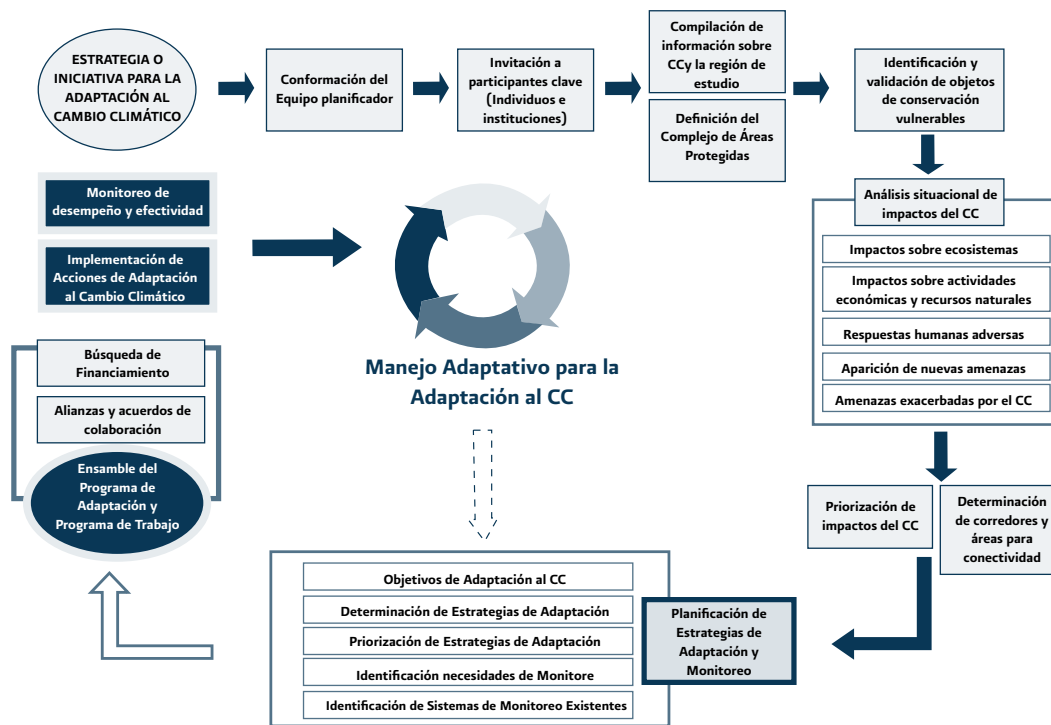
### V) Recuperar y sistematizar las lecciones aprendidas y compartir el aprendizaje

- Documentar el aprendizaje.
- Compartir lo aprendido.  
Construir un ambiente de aprendizaje. Replicar las medidas exitosas de adaptación al cambio climático.

La guía sólo incorpora experiencias derivadas de los dos primeros pasos del Ciclo de Manejo de Proyectos y se espera que se enriquezca conforme avanza la implementación en campo de los programas de adaptación de forma sistemática y ordenada.

Los medios e insumos que pueden utilizarse para realizar los pasos sugeridos en la guía, pueden incluir estudios previos de la región de trabajo, consultas con expertos, talleres de planeación, encuestas y análisis espaciales y de vulnerabilidad. Cada paso dependerá de la información existente, el tiempo disponible y los recursos humanos y financieros existentes. Considerando que en cada caso la información disponible, la complejidad de la geografía y las herramientas y recursos existentes son muy variables, no es posible definir cuál puede ser la duración y costo del proceso para desarrollar un programa de adaptación. En la figura 2 se presenta un diagrama que muestra la secuencia de pasos abarcados por esta guía para elaborar un programa de adaptación al cambio climático en un complejo de ANP o una geografía dada.





**Figura 2.** Diagrama de la secuencia de pasos para elaborar un programa de adaptación al cambio climático en un complejo de ANP.

## Conceptos fundamentales de adaptación al cambio climático

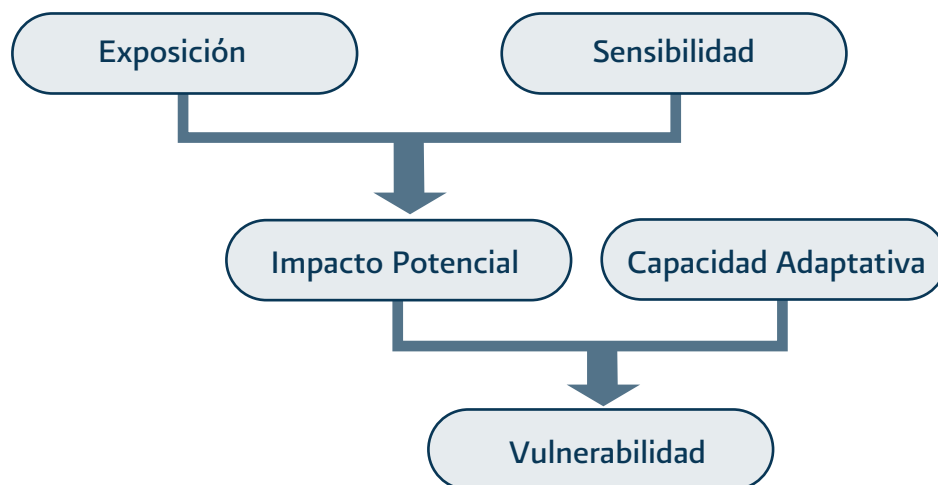
Dado que la adaptación al cambio climático es un concepto relativamente nuevo, existen conceptos clave y definiciones que en esta publicación se retomaron del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2007) y que se resumen a continuación:

En relación con la biodiversidad y el cambio climático, la vulnerabilidad es el grado al cual una especie o población está amenazada con declinar, reducir su capacidad de adaptación, tener pérdidas genéticas o extinguirse por los impactos del cambio climático. La vulnerabilidad tiene tres componentes: *exposición*, *sensibilidad* y *capacidad adaptativa* (figura 3). La exposición se refiere al grado en el que una especie o una localidad dada experimentan los impactos asociados al cambio climático. La exposición depende de la tasa y magnitud de las anomalías ambientales por el cambio climático en hábitats o regiones ocupadas por la especie (cambios en temperaturas y precipitación, incremento del nivel del mar, frecuencia de inundaciones, etc.); la exposición también está determinada por diversos factores físico-ambientales que “exponen” en mayor o menor grado a un elemento al impacto de los factores del cambio climático.

*Sensibilidad* es el grado en el que depende la sobrevivencia, persistencia, capacidad de adaptación o regeneración de una especie o población en un clima prevaleciente, particularmente de variables climáticas que pueden cambiar en un futuro cercano. Por ejemplo, las especies con mayor sensibilidad tienen una probabilidad más alta de sufrir reducciones considerables en sobrevivencia o fecundidad con cambios menores en las variables climáticas. La sensibilidad depende de factores que pueden incluir los eco-fisiológicos, los relacionados con la historia de vida o con preferencias de micro-hábitat.

La capacidad adaptativa se refiere a la capacidad de una especie, o de las poblaciones que la constituyen, de afrontar el cambio climático a través de su persistencia *in situ*, de ajustar su distribución a condiciones más apropiadas o de migrar a otras regiones con condiciones más adecuadas. La capacidad adaptativa depende de factores intrínsecos como la plasticidad fenotípica, la diversidad genética, las tasas evolutivas, la habilidad de dispersión y la habilidad de colonización (Dawson *et al.*, 2011).

Para determinar la sensibilidad de una especie ante un factor asociado al cambio climático es fundamental determinar su gama y umbrales de tolerancia a dicho factor. Las respuestas de ecosistemas y especies al cambio climático pueden ser estimadas a partir de



**Figura 3.** Diagrama de factores que determinan la vulnerabilidad al cambio climático.



## Conceptos básicos

**Adaptabilidad o capacidad de adaptación.** Se refiere a la habilidad de un sistema para ajustarse a los cambios en el clima, (incluye su variabilidad y extremos) a daños moderados potenciales para aprovecharlos como ventajas u oportunidades como consecuencia de los efectos del clima.

**Exposición.** Representa la importancia con la que los eventos climáticos afectarán a un sistema, incluyendo cambios en otros sistemas; es la extensión en el plano regional y local donde habrá cambios en el clima y se caracteriza por la magnitud, frecuencia, duración, extensión espacial y patrones de un evento meteorológico.

**Manejo adaptativo.** En la conservación y manejo de la biodiversidad y los recursos naturales se refiere a la incorporación de un proceso formal de aprendizaje desde la planeación de un proyecto hasta su implementación, de tal manera que las acciones aprendidas sobre el desempeño y efectividad de las actividades permiten afinar o redefinir los pasos de manejo evaluados y permitir así un manejo más adecuado y versátil a nuevas condiciones.

**Resiliencia.** Capacidad de un sistema social o ecológico para absorber perturbaciones, al mismo tiempo que mantiene la idéntica estructura básica y el funcionamiento; la capacidad de auto-organizarse y la capacidad de adaptarse al estrés y al cambio (Holling, 1973; IPCC, 2007).

**Sensibilidad.** Grado en el que un sistema responde al ser afectado o beneficiado por los cambios en el clima. El efecto puede ser directo, por ejemplo, la respuesta de las semillas o cultivos ante cambios menores en el rango de variabilidad de la temperatura. Efectos indirectos, por ejemplo, daños causados por el incremento en la frecuencia de inundaciones o incremento del nivel del mar.

**Vulnerabilidad.** Grado en el cual un sistema es susceptible o está imposibilitado a responder ante los efectos del cambio climático, incluye su variabilidad y los extremos climáticos.



modelos de distribución de especies, modelos dinámicos globales de vegetación y modelos Gap (Hannah, 2011).

De acuerdo con Glick *et al.* (2011), los elementos críticos para determinar la sensibilidad de las especies, hábitats y ecosistemas al cambio climático son los regímenes hidrológicos, los regímenes de fuego y los regímenes de eventos meteorológicos. A nivel de especies, la sensibilidad puede evaluarse al considerar factores fisiológicos, la dependencia de hábitats sensibles, vínculos ecológicos, cambios fenológicos, tasas de crecimiento poblacional, grado de especialización ecológica, estrategia reproductiva e interacciones con otros factores de stress. A nivel de hábitats y ecosistemas, para determinar su sensibilidad es clave considerar la sensibilidad de las especies que los componen,

especialmente las especies dominantes y las especies clave, la estructura de las comunidades bióticas que albergan y la sensibilidad de los procesos ecológicos a las anomalías en precipitación y temperatura. Según estos mismos autores, los elementos de mayor relevancia para determinar la exposición al cambio climático son las diferencias en el clima entre lo observado históricamente y lo proyectado a futuro: sequías, anomalías en la hidrología, cambios en la ocurrencia de fuegos, cambios en las concentraciones de CO<sub>2</sub>, cambios en la vegetación y en las distribuciones de las especies, cambios en salinidad y pH, y cambios en la intensidad y frecuencia de eventos meteorológicos. En la evaluación de la capacidad adaptativa es necesario considerar la plasticidad de las especies a las condiciones ambientales, las capacidades de dispersarse y ajustar sus áreas de distribución, su

## ¿Qué es la adaptación con base en ecosistemas?<sup>5</sup>

Ignacio J. March, TNC

La adaptación basada en ecosistemas (ABE) abarca un rango de estrategias en las que el manejo de ecosistemas, la restauración ecológica y los usos de la biodiversidad son modificados o diversificados para conferir una mayor resiliencia a los ecosistemas naturales y las especies que los conforman, los paisajes productivos, las poblaciones humanas rurales y urbanas, y los modos de vida, de frente a un cambio climático acelerado.

La ABE contribuye de manera importante a disminuir la vulnerabilidad de ecosistemas, especies y comunidades humanas ante los factores adversos del cambio climático. Adicionalmente a los beneficios ambientales de la ABE, también provee otros beneficios sociales y económicos, al contribuir a la productividad de los paisajes utilizados para la producción de alimentos y materias primas.

ABE complementa otras respuestas al cambio climático de dos maneras: por un lado contribuye a que los ecosistemas sean más resistentes y más resilientes ante el cambio climático, de tal manera que continúen proveyendo servicios a las comunidades humanas. De esta forma se contribuye al aprovechamiento sustentable de recursos naturales, como agua, madera y otras materias primas, y pesquerías, de los que depende el sustento de comunidades humanas. Por otro lado, ABE contribuye a restaurar y mantener de manera costo-efectiva la protección que los ecosistemas otorgan a las poblaciones humanas ante diversas amenazas asociadas al propio cambio climático. Se ha usado el concepto de “infraestructura verde” para conceptualizar el papel de los ecosistemas, al amortiguar los impactos de procesos detonados por el cambio climático.

Algunos ejemplos de la protección que proveen los ecosistemas:

- Arrecifes y manglares proveen protección a las poblaciones humanas, infraestructura y otros ecosistemas costeros ante las tormentas y huracanes de elevada intensidad; disipan la energía de los embates de oleaje y vientos severos que de otra manera podrían causar una considerable destrucción y una erosión de la línea de costa.
- Bosques y ecosistemas ribereños que contribuyen a mantener el curso del agua en ríos ante avenidas repentinas por lluvias torrenciales.
- Humedales costeros que pueden amortiguar las inundaciones por lluvias torrenciales al tener capacidad de almacenar grandes volúmenes de agua.

La ABE puede ser implementada a diversas escalas y puede quedar integrada de manera transversal en las acciones de los diversos sectores y agencias.

<sup>5</sup> Basado en Andrade *et al.*, 2010; Dudley *et al.*, 2010; Sandwith, 2009.

potencial evolutivo considerando su diversidad genética, sus tamaños poblacionales y sus tiempos generacionales, la permeabilidad de los paisajes ante la dispersión de las especies y la redundancia y diversidad de respuestas entre los grupos funcionales en un ecosistema.

Para el caso de los ecosistemas de manglar, McLeod y Salm (2006) proponen diversos criterios de ubicación de los parches de manglar y de condiciones de hábitat que permiten evaluar su exposición a los factores adversos del cambio climático.

Para determinar la vulnerabilidad de las comunidades humanas, su infraestructura y sus actividades, se han propuesto numerosos métodos cualitativos y cuantitativos (Füssel, 2010; Chinvanno, 2008; Kovats *et al.*, 2003; Moss *et al.*, 2001).

## Principios generales para la implementación de planes de adaptación al cambio climático

Existen ciertos principios esenciales que se aplican, no exclusivamente a un paso en particular, sino en general a todo el método de adaptación al cambio climático. Entre los principios esenciales están:



### Conceptos básicos

**Adaptación con base en ecosistemas.** La adaptación con base en ecosistemas reconoce que la pérdida de biodiversidad influye directamente en la pérdida de servicios ecosistémicos que sustentan el bienestar humano. Así mismo, valora el papel de los ecosistemas al amortiguar los impactos del cambio climático sobre las comunidades humanas y la infraestructura.

**Análisis de Vulnerabilidad.** Los análisis de vulnerabilidad de especies, ecosistemas y sus servicios son cruciales para comprender los impactos del cambio climático y para generar propuestas de adaptación. Los métodos y herramientas disponibles son aún incipientes y se requiere diseñar aproximaciones consecutivas conforme se genere nueva información a partir de líneas base de referencia.

**Colaboración.** El involucramiento y concurrencia de instituciones y comunidades, así como el establecimiento de alianzas de colaboración multisectorial, son claves para articular los programas y recursos humanos, técnicos y financieros necesarios para implementar acciones.

**Complejidad.** La adaptación al cambio climático es un proceso nuevo y complejo que involucra numerosos factores que interactúan entre sí.

**Implementación–Aprendizaje.** La adaptación al cambio climático es un proceso de implementación-aprendizaje y se requiere el establecimiento de redes de implementadores, evaluadores y actores clave que faciliten el proceso de adopción de estrategias de adaptación exitosas.

**Incertidumbre y enfoque precautorio.** La incertidumbre es un punto crítico en la implementación de estrategias de adaptación, por lo tanto el monitoreo es fundamental para el manejo adaptativo y aprender de las acciones de adaptación implementadas en campo. La incertidumbre surge a raíz del todavía escaso conocimiento de cómo ocurrirá el cambio climático en las próximas décadas, así como las consecuencias sobre las especies, ecosistemas y actividades humanas.

**Requerimientos de información científica.** La adaptación al cambio climático requiere iniciar acciones con la mejor información científica disponible; por lo tanto, es determinante revisar y analizar literatura científica, particularmente la referente a la estimación de impactos asociados al cambio climático y a la efectividad de medidas de adaptación que se lleguen a implementar. Esto permitirá reducir paulatinamente la incertidumbre.



# Proceso de formulación de programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas

## 1. Conceptualizar los impactos asociados al cambio climático

El primer paso para el diseño de estrategias de adaptación al cambio climático consiste en establecer los parámetros básicos e insumos requeridos para iniciar el diseño, el cual vendrá con el siguiente paso. Específicamente, implica identificar a los participantes esenciales a incorporar desde el inicio del proceso en el equipo de planificación de los programas y la integración de actores clave para el manejo adaptativo, la compilación y revisión de la literatura científica disponible que sustentará las estrategias, identificar escenarios climáticos como punto de partida o línea base para entender las tendencias de cambio y los impactos esperados en el área del proyecto; definir complejos de áreas de conservación y su área de influencia para delimitar el alcance de las acciones de adaptación, incorporando los procesos ecológicos a nivel paisaje de los que dependen los ecosistemas y las comunidades humanas; identificar los elementos de conservación y desarrollo que serán el enfoque de trabajo; realizar un análisis de situación que ayudará a comprender el contexto, sus amenazas y las respuestas humanas ante los escenarios del cambio climático y, finalmente, la identificación de corredores y áreas de conectividad ecológica que contribuyan a la resiliencia de los ecosistemas ante el cambio climático.

El método propuesto puede ajustarse según sea necesario y depende del enfoque que se quiera dar al programa de adaptación; eventualmente puede modificarse teniendo en cuenta que las distintas categorías de manejo de las ANP pueden presentar requerimientos diferentes. Por ejemplo, es posible que las Reservas de la Biósfera requieran un mayor enfoque en actividades productivas y de aprovechamiento de recursos naturales, en comparación con otras categorías de manejo (por ejemplo, Parques Nacionales). Resulta también crucial tener en cuenta, antes de iniciar un programa de adaptación al cambio climático, los trabajos previos en el tema, los cuales son un insumo de la mayor importancia.<sup>6</sup>

### 1.1 Establecer el equipo inicial y la integración de actores clave para el manejo adaptativo de proyectos de cambio climático.

Por lo general, un proyecto es planeado e implementado por un grupo de interesados, quienes pueden incluir al personal clave del área protegida de la CONANP, así como otros socios clave internos y externos.

Es importante designar un líder del proyecto, quien es responsable de la coordinación general y de impulsar el programa. El líder, con apoyo de socios clave, debe identificar otros integrantes del equipo y definir las funciones y responsabilidades de cada uno. La composición del equipo puede modificarse al avanzar en las fases del ciclo de manejo (CMP, 2007) por ejemplo, las instituciones que adopten el programa y la responsabilidad de implementar las estrategias de adaptación tendrán el liderazgo en la fase de implementación; en tanto, las instituciones de investigación se encargan de coordinar el monitoreo, realizar análisis de vulnerabilidad y otros estudios necesarios, e informar los resultados. Una vez iniciada la implementación es importante identificar a los actores clave, quienes realizarán el manejo adaptativo durante la ejecución del programa de adaptación.

Este equipo puede conformarse por diversos actores clave, como tomadores de decisiones de múltiples instituciones, comunidades, sociedad civil organizada y académicos vinculados con la problemática de la región, entre otros, quienes compartirán la responsabilidad de dar seguimiento al proceso y a la evaluación de los resultados. Es importante recordar que en materia de adaptación al cambio climático existe una gran complejidad e incertidumbre respecto a la efectividad de las estrategias de adaptación y, por lo tanto, la conformación de este equipo es crucial para consolidar la capacidad de aplicar, aprender y replicar las acciones de adaptación exitosas. Por ello, se recomienda establecer acuerdos formales de colaboración que especifiquen las responsabilidades de cada actor en el manejo adaptativo, si es posible con una perspectiva de mediano y largo plazos.

Entre algunos de los actores clave para complejos o grupos de áreas naturales protegidas está el personal técnico operativo de la CONANP, académicos con amplio conocimiento de los ecosistemas, especies y procesos ecológicos, miembros de los consejos técnicos asesores, representantes de comunidades humanas que inciden sobre las áreas involucradas y los tomadores de decisiones con incidencia en la geografía objeto del programa. Otros actores clave pueden identificarse de acuerdo con las características de la región, sectores

<sup>6</sup> Por ejemplo, la estrategia de adaptación del sector cafetalero en la Sierra Madre de Chiapas (Gobierno del Estado de Chiapas et al., 2011).

productivos vinculados a los servicios ecosistémicos, usuarios clave de los recursos naturales y otros segmentos de población vulnerables que pueden resultar afectados más allá de las región de trabajo del proyecto.

Involucrar a los actores locales desde el inicio de un programa de adaptación es fundamental para que éstos se apropien de las estrategias, acciones y arreglos institucionales resultantes de su implementación. Por otro lado, la integración de un equipo de trabajo multidisciplinario es lo más adecuado, considerando la diversidad de temas que implica el cambio climático.



## Resultados esperados

- Equipo conformado por un líder de la CONANP y por actores clave con responsabilidades definidas establecidas de acuerdo con las capacidades.
- Equipo formal de trabajo establecido para diseñar e implementar el plan y las estrategias de adaptación al cambio climático en las áreas naturales protegidas.

### **1.2 Compilar literatura científica e información sobre cambio climático y de la región del proyecto**

La adaptación al cambio climático es un proceso nuevo y complejo, sin embargo existe un amplio abanico de información científica sobre el tema. Se recomienda compilar información de diversos temas, subtemas y aspectos relacionados con el cambio climático global; estos insumos permiten el sustento científico del proyecto. Existen publicaciones generales que pueden ayudar a determinar impactos potenciales sobre los elementos focales para la conservación y el desarrollo (ecosistemas, especies de flora o fauna, procesos ecológicos). Se han publicado muchos trabajos disponibles en línea sobre estudios enfocados a demostrar cómo los impactos del cambio climático están teniendo efectos sobre diversos taxa de flora y fauna. Se recomienda una búsqueda exhaustiva en internet para localizar trabajos directamente relacionados con los elementos focales de conservación, los recursos naturales y actividades fundamentales para el desarrollo, así como compilar información: características de la región de estudio, programas de manejo y conservación de las áreas naturales protegidas, planes de conservación de áreas (PCA), así como información publicada y no publicada sobre los aspectos ecológicos, biológicos, sociales,

económicos y esfuerzos de monitoreo en la región. En este aspecto, es conveniente recuperar y aprovechar iniciativas y proyectos exitosos de la CONANP y otros grupos, a partir de los cuales sea posible disminuir tiempos de diseño y aplicación de las estrategias de adaptación al cambio climático.

Las referencias científicas son de gran utilidad al momento de plantear la hipótesis de cambio acerca de los impactos potenciales asociados al cambio climático sobre ecosistemas y actividades humanas. El respaldo científico permite reducir la incertidumbre respecto a supuestos o planteamientos que podrían ser percepciones erróneas sobre impactos, los cuales no necesariamente están relacionados con cambio climático.

La búsqueda de información puede efectuarse de diversas formas, complementarias unas a otras; se recomienda definir preguntas o temas generales antes de comenzar la búsqueda, para posteriormente realizar búsquedas sistemáticas en bancos bibliográficos, revistas científicas, acervos especializados, etc. En internet, el uso de combinaciones de palabras clave, con distintos buscadores, hace posible encontrar trabajos interesantes, así como realizar búsquedas en distintos idiomas. La información sobre los impactos potenciales del cambio climático en ecosistemas y especies clave, que proviene de otras regiones de estudio o incluso de otros países, es sin duda una base importante de respaldo.

Considerar a las especies clave que constituyen buena parte de la estructura de los ecosistemas, especies dispersoras, especies polinizadoras y especies migratorias resulta crucial. La recopilación de listados de especies clave clasificadas en grupos funcionales (Consumidores, depredadores, dispersores de semillas, polinizadores, etc.) es de particular utilidad. Es también importante recabar información sobre las condiciones físico-ambientales, incluyendo el régimen de fuego (en ecosistemas adaptados al fuego), régimen hidrológico y caudales, mareas, etc. También debe recopilarse información sobre los distintos factores que, independientemente al cambio climático, afectan la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, incluyendo procesos de deforestación por actividades humanas, incendios, contaminación, cacería furtiva y la sobre-explotación de recursos naturales. La información recopilada debe organizarse y sistematizarse en directorios temáticos ordenados, con el propósito de facilitar el análisis y la identificación de insumos relacionados con los temas o preguntas clave que el equipo de trabajo haya definido previamente.



Las bases geográficas digitales para sistemas de información geográfica (SIG) son fundamentales para delimitar la región donde se pretende realizar el programa de adaptación, identificar la distribución y situación de los elementos de conservación; los mapas también son útiles para evaluar la fragmentación y conectividad de los ecosistemas –tanto hacia el interior de las áreas de conservación como hacia afuera a través de los paisajes circundantes–, así como para modelar impactos potenciales del cambio climático. Para México hay esfuerzos importantes orientados a mapear y cuantificar en detalle las superficies abarcada por diversos ecosistemas frágiles ante el cambio climático, como los humedales,<sup>7</sup> manglares<sup>8</sup> y bosques mesófilos o de niebla,<sup>9</sup> por mencionar algunos.

El portal de la CONANP cuenta con un apartado de sistemas de información geográfica ([www.conanp.gob.mx/sig](http://www.conanp.gob.mx/sig)), en el cual se puede descargar información meteorológica, zona económica exclusiva y modelos de siembra, además de los polígonos de las ANP y regiones de la CONANP.

Una fuente importante de información sobre la región de estudio donde se busca generar un programa de adaptación es el acervo de datos y estudios compilados por los equipos de manejo de las áreas naturales protegidas, por lo que resulta fundamental la organización de esta información.

Otro aspecto a tomar en cuenta es la presencia de especies exóticas invasoras (EEI) en la región de estudio o la vulnerabilidad inminente que pudiera existir para la introducción, establecimiento y dispersión de EEI de alto impacto a la biodiversidad y/o las actividades humanas. Esta recomendación se debe a que el cambio climático ofrece “ventanas de oportunidad” a las EEI,<sup>10</sup> y esta información es fundamental para prevenir la proliferación. En este sentido, se sugiere consultar la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México (*Estrategia Nacional de Especies Invasoras en México. Prevención, control y erradicación*. CONABIO-CONANP-SEMARNAT. México. 2010).

Se recomienda recopilar información científica sobre los siguientes tópicos:



## Conceptos básicos

**Adaptación:** Adaptación con base en ecosistemas (ABE), desarrollo y aspectos económicos, migración asistida, adaptación en costas, restauración ecológica, Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), estrategias y planes de acción.

**Aspectos socioeconómicos:** información publicada y no publicada sobre aspectos socioeconómicos en el ámbito regional, por ejemplo información que vincule actividades productivas con cambio climático; estudios que relacionen el bienestar humano (salud, educación, etc.) con cambio climático, información sobre tendencias de migración y ocupación territorial, considerando el cambio climático, además de análisis y mapeos de vulnerabilidad y riesgos de desastres, entre otros.

**Captura de carbono y REDD+:**<sup>11</sup> Captura de carbono, carbono y uso del suelo, conteo y monitoreo, emisiones, fertilización oceánica, mercados de carbono, mecanismos REDD+.

**Conservación de biodiversidad:** Áreas protegidas, zonas de conservación y manejo, corredores y conectividad, cambios de distribución de ecosistemas y especies, resiliencia, servicios ecosistémicos, ecosistemas marinos-terrestres y dulceacuícolas, especies y grupos funcionales vulnerables a cambio climático como indicadores (anfibios, mariposas, reptiles, aves, mamíferos, peces, especies endémicas e insulares, especies migratorias).

7 Servidor de mapas de humedales en México: <http://www.dumacservidordemapas.org/>

8 Manglares en México: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/manglares.html>

9 Bosque mesófilos en México: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bMesofilo.html>

10 Broennimann et al., 2007; Hellmann et al., 2008; Low, 2008; Stachowicz et al., 2002; U.S. EPA, 2008.

11 Reducción de emisiones por deforestación y degradación.



**Estatus o condición de los elementos de conservación donde se enfocará el programa de adaptación:** Informes y publicaciones de estudios sobre la situación o estatus de especies, ecosistemas y servicios ecosistémicos, incluyendo aspectos de abundancia, distribución, extensión, etc.

**Impactos generales del cambio climático:** Incremento del nivel del mar, alteraciones en los regímenes hidrológicos y de fuego, especies invasoras, enfermedades en plantas y plagas forestales, deslizamientos, etc.

**Impactos del cambio climático sobre ecosistemas y aspectos humanos:** Publicaciones o reportes sobre trabajos enfocados a impactos del cambio climático sobre especies, ecosistemas, interacciones ecológicas, fenología, actividades humanas e infraestructura.

**Información meteorológica de la región de estudio:** Promedios mensuales de temperaturas y precipitación de las últimas décadas; así como registros de fenómenos hidrometeorológicos extremos, como sequías, lluvias torrenciales, huracanes y heladas, entre otras.

En muchos temas existen amplias recopilaciones de información sobre una geografía de trabajo, como el proyecto de la CONABIO “Estudios y Estrategias Estatales de Biodiversidad que busca mejorar las capacidades de planeación y ejecución de las entidades federativas con respecto a la gestión de los recursos biológicos.”<sup>12</sup>

La búsqueda de información localizada geográficamente otorga sin duda una ventaja; sin embargo, la compilación de información sobre los impactos del cambio climático y el diseño de medidas de adaptación en ecosistemas similares pero realizadas en otros países, también es de la mayor importancia

La compilación de información histórica es de particular interés, ya que muchos estudios son útiles para establecer líneas base a través del tiempo que pudieran demostrar impactos actuales de factores asociados al cambio climático.

Durante el desarrollo de un programa de adaptación, sin embargo, se identifican necesidades de investigación y de estudios puntuales que se requieren para comprender mejor los impactos del cambio climático en naturaleza y magnitud, así como para el diseño de medidas de adaptación que pudieran contribuir a enfrentar estos impactos.



## Insumos y recursos

*Existen diversas herramientas y métodos disponibles que es recomendable analizar de acuerdo con las necesidades y contexto del proyecto:*

Guía para la elaboración de los Planes Estatales de Acción ante el Cambio Climático en México<sup>13</sup>

[http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/descargas/guias\\_prog\\_est.pdf](http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/descargas/guias_prog_est.pdf)

Future International Climate Change Action Network <http://www.fiacc.net/>

Climate Change Resource Center USFS <http://www.fs.fed.us/ccrc/tools/>

UNEP WCMC, <http://www.unep-wcmc.org/climate/>

CAIT, Climate Analysis Indicator Tool (World Resources Institute) <http://cait.wri.org/>

The Climate Change Explorer Tool, [http://wikiadapt.org/index.php?title=The\\_Climate\\_Change\\_Explorer\\_Tool](http://wikiadapt.org/index.php?title=The_Climate_Change_Explorer_Tool)

GIS & Remote Sensing SERVIR, [http://www.servir.net/en/biodiversity\\_and\\_climate\\_change](http://www.servir.net/en/biodiversity_and_climate_change)

Coastal Vulnerability and Adaptation Tools, EPA <http://www.epa.gov/climatereadyestuaries/vulnerability.html>

RANA - Red de Análisis para los Anfibios Neotropicales Amenazados <http://rana.biologia.ucr.ac.cr/>

Adaptation Network, <http://www.adaptationnetwork.org/>

WikiAdapt - Advancing Capacity for Climate Change Adaptation (ACCCA), [http://wikiadapt.org/index.php?title=Main\\_Page](http://wikiadapt.org/index.php?title=Main_Page)

<sup>12</sup> Estudios y Estrategias de Biodiversidad: <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/vision.html>

<sup>13</sup> Tejeda-Martínez, A. y C. Conde (Coord.), 2008.





Climate Action Network, <http://www.climatenetwork.org/>  
 Climate Change Knowledge Network, <http://www.cckn.net/>  
 Future International Climate Change Action Network, <http://www.fiacc.net/>  
 The University of Edingburgh Climate Change Network, <http://www.hss.ed.ac.uk/climatechange/about.htm>  
 Climate, Community and Biodiversity Alliance, <http://www.climate-standards.org/>  
 Climate Adaptation Knowledge Environment (CAKE): <http://www.cakex.org/>  
 Climate Change Resource Center USDA, <http://www.fs.fed.us/ccrc/>  
 Adaptation Learning Mechanism ALM, <http://www.adaptationlearning.net/>  
 Climate Change Knowledge Portal World Bank, <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/>  
 Climate Impacts: Global and Regional Adaptation Support Platform, <http://cigrasp.pik-potsdam.de/>  
 Climate Change Resource Center: A short course for land managers, [http://www.fs.fed.us/ccrc/hjar/index\\_st.html](http://www.fs.fed.us/ccrc/hjar/index_st.html)  
 Environmental Software and Services Meteorological Modelling, <http://www.ess.co.at/METEO/>



## Resultados esperados

- Un acervo básico de información sobre los impactos potenciales del cambio climático sobre los ecosistemas, especies, servicios ecosistémicos y actividades humanas en la región de estudio.
- Bases geográficas y de datos que apoyen el análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático.

### 1.3 Identificar escenarios climáticos

Los escenarios climáticos permiten una primera aproximación a los posibles impactos del cambio climático. Los modelos de escenarios no son más que estimaciones de las anomalías de temperatura y precipitación zonificadas para una región dada, con un nivel de incertidumbre en consideración a que no se puede determinar con precisión qué tanto las emisiones de gases de efecto invernadero aumentarán o disminuirán ni cómo se terminarán expresando las alteraciones en el clima de una región. Este nivel de incertidumbre se amplifica por el efecto sinérgico o en cascada que los impactos del cambio climático tengan sobre los componentes y procesos bióticos que pudieran alterar los ecosistemas, así como por la resiliencia de las especies y sus poblaciones. Sin embargo, estas incertidumbres no pueden significar una excusa para la inacción o para posponer toda acción hasta contar con un conocimiento detallado de los impactos y las respuestas correspondientes. Por ello, es aconsejable empezar a utilizar la información existente para determinar las primeras aproximaciones a las acciones de adaptación, en lugar de esperar hasta contar con estudios específicos para la región donde se enfoca el programa.

Diversos modelos se utilizan para estimar escenarios climáticos potenciales para el futuro. El clima es uno de los eventos naturales más complejos y está determinado por un elevado número de factores, tanto

propios del tiempo y el clima, así como de los rasgos físico-ambientales de las regiones con las que interactúa (por ejemplo, la topografía). Todos los modelos son aproximaciones a las condiciones climáticas en las décadas próximas y son muy diversos los factores que determinan estas condiciones, algunos de los cuales no pueden ser incluidos en los modelos, o bien, son impredecibles. Por ejemplo, las erupciones volcánicas de gran dimensión, sobre todo las que emiten aerosoles sulfúricos, tiene una influencia muy importante en la ocurrencia de sequías severas (Gill, 2000) Por lo anterior, se recomienda la revisión de los modelos de escenarios climáticos potenciales disponibles para la región de estudio y se consideren las tendencias estimadas por estos modelos, y no tanto los datos precisos de las anomalías en los cambios de temperaturas y precipitación. Considerar el comportamiento de las anomalías a escala mensual puede resultar de la mayor importancia para inferir impactos en la fenología<sup>14</sup> de las especies de interés. La revisión de varios modelos puede permitir reconocer patrones coincidentes de incremento o decremento de temperaturas y precipitación en la región de estudio. Para México se pueden considerar los escenarios propuestos por Magaña (2010), Magaña y Caetano (2007),<sup>15</sup> Orellana *et al.* (2009),

14 La fenología se enfoca en la relación entre los factores climáticos y los ciclos de vida de los seres vivos.

15 <http://zimbra.ine.gob.mx/escenarios/>



CATHALAC (Anderson *et al.*, 2008)<sup>16</sup> y Montero *et al.* (2010),<sup>17</sup> entre otros, que pudieran estar disponibles. Se espera que con el tiempo se realicen modelos más depurados que permitan mejores estimaciones de las condiciones climáticas en una geografía determinada.

Los modelos permiten seleccionar diversos escenarios de emisiones para distintos periodos futuros. Se recomienda revisar que los modelos y escenarios cuenten con la escala, métodos y técnicas apropiadas para sustentar la toma de decisiones de acuerdo con las necesidades y alcance de los proyectos. Esta capa de información es uno de los insumos principales para los análisis de vulnerabilidad –para determinar exposición– y para

el **Análisis situacional de impactos del cambio climático**, en el cual se estiman de manera cualitativa los efectos sobre los ecosistemas, servicios ecosistémicos, recursos naturales, actividades productivas y amenazas que pueden exacerbarse y respuestas humanas adversas.

Los sistemas de información geográfica (SIG) son un herramienta de análisis espacial de gran apoyo que puede ayudar a realizar sobre posiciones de los cuadrantes de modelos espacialmente explícitos, con diversos rangos de anomalías estimadas en temperatura y en precipitación, sobre las poligonales de las áreas protegidas y paisajes circundantes que integran el complejo.

## Uso de escenarios climáticos

Víctor Magaña, UNAM

Hoy en día se discute la forma más conveniente de aproximar el problema de la adaptación al cambio climático. La tendencia es a analizar con detalle las causas de la vulnerabilidad y su potencial condición a futuro para que a partir de los rangos dados por proyecciones del clima se puedan construir condiciones de posibles impactos. Así, los escenarios climáticos dejan de ser el punto en el que se basa la construcción de escenarios de impactos y sólo son referencia de la magnitud. La naturaleza caótica del sistema climático, el conocimiento incompleto sobre algunos procesos regionales que generan clima en meso o micro-escala, y el desconocimiento de cuál será el camino de emisiones de GEI que seguirá la sociedad en las décadas futuras hacen que cualquier escenario de cambio climático que se construya tenga incertidumbre. Es claro que la gestión del riesgo futura es más sencilla si se reduce el rango de incertidumbre, pero aun sin dicha disminución la gestión de riesgo frente al cambio climático tiene que iniciar.

La incertidumbre asociada al cambio climático no puede significar una excusa para la inacción o para posponer toda acción hasta contar con un conocimiento científico detallado de los impactos y las respuestas correspondientes. Por ello, es aconsejable empezar a utilizar la información existente para hacer las primeras aproximaciones a las acciones de adaptación. Los escenarios de cambios del clima se construyen a partir de modelos físicos del clima bajo un forzante radiativo incrementado. Para estimar el rango de cambio en el clima (Ej. temperatura o precipitación) se realizan numerosos experimentos (realizaciones) y del conjunto de resultados se construye un ensamble de escenarios. Más que analizar un resultado particular se analiza el rango completo de modelos y salidas. La mayoría de los modelos simulan el clima con relativa baja resolución (150 km X 150 km de escala espacial). Algunos creen erróneamente que reducir la resolución espacial de las salidas se genera más precisión en las proyecciones del clima. En todo caso, la reducción de escala se trata de incorporar a los escenarios del clima procesos físicos de escala menor que la resolución del modelo y que se consideran relevantes en el clima regional. Aún es difícil decir si se ha logrado dicho objetivo. En el caso de México, las preguntas clave en muchos de los escenarios del clima tienen que ver con, ¿cómo cambiará la actividad de El Niño? Si habrá más sequías, si habrá más huracanes intensos entrando a nuestro territorio, etc. Muchas de estas preguntas no tienen una respuesta definitiva ni siquiera con mayor resolución espacial en los escenarios. Por ello, las proyecciones de impacto se podrían construir incluso con los escenarios reportados en el IPCC AR4, recordando que la clave para tener escenarios detallados de impactos potenciales bajo cambio climático está en saber analizar la vulnerabilidad, sus causas y en saber proyectar ésta a futuro. Por ello, es recomendable hacer escenarios de potenciales impactos a dos o tres décadas a futuro, considerando incluso que hay formas de variabilidad natural interdecadal del clima. Es claro que se debe tener una idea de la incertidumbre de los escenarios, pues ante todo deben ser coherentes, físicamente consistentes y plausibles.

16 [http://www.cathalac.org/dmdocuments/2008/climate\\_biodiversity\\_cathalac\\_lowhres.pdf](http://www.cathalac.org/dmdocuments/2008/climate_biodiversity_cathalac_lowhres.pdf)

17 <http://www.atl.org.mx/atlas-vulnerabilidad-hidrica-cc/>



## Insumos y recursos

Hay distintos sitios en internet con información acerca de escenarios climáticos potenciales; además, existen herramientas y métodos disponibles para estimar escenarios posibles de incremento del nivel del mar o anomalías de precipitación y temperatura:

Climate Wizard TNC – Uniniversity of Washington-University of Southern Mississippi, <http://www.climatewizard.org/>

Climate Projections (Met Office) <http://www.metoffice.gov.uk/climatechange/science/projections/>

Climate Predictability Tool, The International Research Institute for Climate and Society,

<http://portal.iri.columbia.edu/portal/server.pt?open=512&objID=697&PageID=7264&mode=2>

Climate Change and Sea Level Rise Tool, University of Arizona [http://www.geo.arizona.edu/dgesl/research/other/climate\\_change\\_and\\_sea\\_level/sea\\_level\\_rise/sea\\_level\\_rise.htm](http://www.geo.arizona.edu/dgesl/research/other/climate_change_and_sea_level/sea_level_rise/sea_level_rise.htm)

Sea Level Rise and Coastal Flood Frequency Viewer, NOAA Coastal Services Center, <http://www.csc.noaa.gov/digitalcoast/tools/slrviewer/index.html>

GTK Sea Level Rise Modeling Tools, <http://www.gtk.fi/slr/toolmethod.php?id=1>

Flood Maps <http://flood.firetree.net/>

SLAMM VIEW, Sea Level Affects Marshes Model Visualization, <http://www.slamview.org/>

WorldClim, World Climate Data, <http://www.worldclim.org/>

Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático, IMTA: [http://www.imta.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=645](http://www.imta.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=645)



## Resultados esperados

- Estimaciones de las tendencias generales de los cambios en las condiciones climáticas para diversos periodos al futuro y con base en distintos escenarios de emisiones de gases efecto de invernadero.
- Bases de datos geográficos digitales, mapas y gráficas sobre las anomalías climáticas esperadas para diferentes periodos.

### 1.4 Definir complejos de áreas “alcance del programa”

Los esfuerzos para conservar o manejar ecorregiones, áreas prioritarias o áreas naturales protegidas tradicionalmente tienen un alcance geográfico. Para el enfoque de un programa de adaptación al cambio climático en áreas protegidas podemos considerar los polígonos de las ANP y, además, los límites de los grandes paisajes donde están inmersas éstas respecto a las dinámicas socioeconómicas y prácticas productivas que inciden en las áreas de conservación. Es a través de estos paisajes circundantes que se logra el flujo de diversas especies, las cuales quizá necesiten ajustar sus rangos de distribución conforme vayan cambiando los patrones espaciales de las condiciones climáticas. La conectividad ecológica entre ecosistemas terrestres, marinos y de agua dulce resulta fundamental para la persistencia de ecosistemas funcionales.

Se sugiere considerar programas del sector ambiental en México, como el de Manejo Forestal Sustentable, las Unidades de Manejo Ambiental de la SEMARNAT y las Áreas Destinadas a la Conservación Voluntariamente de la CONANP. Así mismo, áreas no protegidas formalmente, pero con ecosistemas que permiten la conectividad de procesos ecológicos y flujos genéticos entre las áreas de conservación, adquieren un enorme valor en el contexto del cambio climático.

En esta etapa, y con base en los insumos y recursos de información disponibles, se sugiere establecer el alcance del programa en términos geográficos a partir de los polígonos de las ANP, la continuidad de los paisajes circundantes que inciden en éstas y otros criterios que pudieran considerarse convenientes para la delimitación de la región que abarcará al complejo de áreas de conservación. Para la definición



de los límites pueden utilizarse los límites de las ecorregiones de las cuencas hidrológicas, corredores previamente establecidos.

Es evidente que algunos procesos importantes en el contexto del cambio climático pueden involucrar a otras áreas fuera de la geografía definida para el complejo y éstas pueden considerarse dentro del programa de adaptación, como las especies migratorias, especies de fauna con amplia distribución geográfica o poblaciones humanas en la parte baja de las cuencas.

Es importante indicar que no es factible estandarizar criterios para definir una región debido a que las iniciativas, a partir de las cuales se detona la generación de un programa de adaptación, pueden ser muy diversas, con enfoques distintos y propósitos heterogéneos. Sin embargo, existen diversas alternativas para determinar la geografía de un programa de adaptación. En relación con las áreas naturales protegidas, es oportuno tomar en cuenta la existencia de procesos ecológicos que relacionan a un grupo de áreas de conservación y considerar su inserción en ecorregiones, cuencas hidrológicas y paisajes productivos.



## Insumos y recursos

Sistema de Información Geográfica de CONANP, <http://www.conanp.gob.mx/sig/>

Sistema de Información Geográfica de CONABIO, <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Ecorregiones de México, INEGI-CONABIO-INE, [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/ecort08gw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/ecort08gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no)

Sistema de Consulta de Cuencas Hidrográficas de México INE- Centro Geo, <http://xsei.centrogeo.org.mx:8080/ine/>

Bases de datos geográficas de las Áreas Protegidas de México (Bezaury *et al.*, 2007<sup>18</sup>), <http://www.participacionambiental.org.mx/WebANP1/index.html>

Servidor de mapas de humedales en México: <http://www.dumacservidordemapas.org/>

Manglares en México: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/manglares.html>

Bosque mesófilos en México: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bMesofilo.html>



## Resultados esperados

- La delimitación espacial del complejo de áreas protegidas y paisajes circundantes de la región de trabajo para el programa de adaptación.
- Mapas que muestran atributos de la geografía donde se enfoca el programa de adaptación (tipos de vegetación y usos del suelo, topografía, hidrología, entre otros).

### 1.5 Elementos de conservación vulnerables al cambio climático y atributos ecológicos clave

#### 1.5.1 Identificar elementos de conservación para el desarrollo sustentable

Una primera aproximación para afrontar el gran reto de elaborar un programa de adaptación al cambio climático consiste en seleccionar un número limitado de objetos de conservación, así como de componentes fundamentales para el desarrollo sustentable (comunidades, recursos naturales, actividades productivas). Normalmente los objetos de conservación pueden ser poblaciones o especies, hábitats o sistemas ecológicos o procesos ecológicos específicos seleccionados para

representar y englobar la gama de biodiversidad más representativa en la región del proyecto o programa. En programas de adaptación al cambio climático para complejos de áreas protegidas, los objetos de conservación son aquellos que podrían afectarse significativamente por factores asociados al cambio climático. Los objetos seleccionados son la base para establecer los objetivos del programa, llevar a cabo las acciones de adaptación y medir la efectividad de las acciones establecidas en campo.

En muchas ocasiones, la selección de objetos de conservación y los componentes del desarrollo ya se tienen porque se obtuvieron en distintos procesos participativos (Granizo *et al.*, 2006; Poiani y Richter, 1998). Para los elementos ambientales y de biodiversidad,

18 Una versión actualizada saldrá a finales del 2011.



se recomienda utilizar la información disponible en los Programas de Manejo de las ANP y otros estudios, con el fin de considerar elementos identificados y elegidos por expertos y manejadores del área. Los planes de evaluación eco-regional o planes eco-regionales y los planes de conservación de áreas (PAC) son un insumo de gran valor cuando están disponibles, pues identifican, a partir de un proceso participativo con los actores regionales y locales, los objetos de conservación. El primer paso para seleccionar objetos de conservación en los complejos es aplicar un filtro grueso (ecosistemas-hábitats) considerando que éstos abarcan o anidan los elementos de filtro fino (especies).

Otros componentes relacionados con el desarrollo en la región son las comunidades humanas, los recursos estratégicos como el agua y los suelos, así como las actividades productivas más relevantes. Es de particular relevancia la identificación de recursos comunes a las

poblaciones humanas como a la biodiversidad (por ejemplo, agua, fuentes de alimento).

Un programa de adaptación en una región dada puede enfocarse en ecosistemas, especies, servicios ecosistémicos y recursos naturales (agua, suelos, especies bajo aprovechamiento), actividades humanas (agricultura, turismo) e infraestructura. Estos elementos pueden evaluarse ante los factores de perturbación asociados al cambio climático y las anomalías en los regímenes climáticos, hidrológicos y de fuego; el incremento del nivel del mar, la erosión y los deslizamientos a través de un análisis de vulnerabilidad. Estos análisis pueden efectuarse con criterios cualitativos y cuantitativos que permitan determinar su sensibilidad y su exposición relativas en la región de estudio. La determinación de la vulnerabilidad requiere ponderar la capacidad de adaptación, lo cual en muchas ocasiones es difícil, pero puede inferirse a partir de diversos parámetros.



## Resultados esperados

- Listado de objetos de conservación, incluye los principales tipos de ecosistemas representativos de la región del complejo y a la diversidad de especies que albergan.
- Listado de componentes para el desarrollo, incluye las comunidades humanas, las actividades productivas más relevantes y la infraestructura.

### 1.5.2 Identificar atributos ecológicos clave

Los atributos ecológicos clave son los componentes críticos que determinan el funcionamiento de un elemento de conservación (historia de vida, procesos físicos, interacciones entre comunidades, hábitat o interacción con otras especies, estructura y composición de un ecosistema, etc.). Se recomienda revisar y compilar información y literatura científica sobre cada elemento de conservación y sus

atributos ecológicos clave. Por lo general, las descripciones del medio físico y de los ecosistemas se encuentran disponibles en los programas de manejo de las áreas naturales protegidas. Para complementar, es importante considerar la información generada en otros procesos de planeación, específicamente para un área protegida o una región que integra varias de las áreas del proyecto y se describen los aspectos ecológicos de los objetos de conservación, su estado de viabilidad e indicadores.



## Resultados esperados

- Listado de atributos ecológicos clave para cada elemento focal de conservación.

### 1.5.3 Validar y ajustar la lista de objetos de conservación y desarrollo que son vulnerables al cambio climático

Una vez identificados los objetos de conservación y componentes para el desarrollo que podrían ser afectados por el cambio climático,

se recomienda validar y ajustar la lista final con la participación de expertos clave que incluye, entre otros, especialistas en ecosistemas y especies, manejadores de las ANP, usuarios de recursos naturales y habitantes de comunidades. Estos expertos conocen la región y posiblemente ya hayan observado directamente en campo efectos



asociados al cambio climático sobre los objetos de conservación. Algunos procesos de validación pueden llevarse a cabo mediante talleres participativos, entrevistas personales y visitas de campo. Otras alternativas de validación implican considerar trabajos científicos sólidos que demuestran las afectaciones sobre los elementos en ésta u otra región de trabajo. Para México, el Instituto de Biología de la UNAM, en colaboración con el Instituto Nacional

de Ecología y la CONABIO, realizan un estudio sobre la vulnerabilidad de las especies prioritarias ante el cambio climático, cuyos resultados serán un importante insumo de información para los programas de adaptación.

Con el fin de facilitar el proceso de selección y validación de objetos de conservación, se sugiere utilizar los siguientes criterios:



## Conceptos básicos

**Conectividad a nivel complejo:** Elementos focales de conservación con un papel relevante en contribuir a la conectividad ecológica de los ecosistemas a través de gradientes en las ecorregiones en cuestión, y que pueden incluir elementos de filtro grueso (por ejemplo ríos o vegetación ribereña), o bien, de filtro fino (por ejemplo, especies dispersoras de semillas).

**Contribución a servicios ecosistémicos:** Elementos focales de conservación, de filtro grueso (ecosistemas) o fino (especies o grupos funcionales de especies), con una contribución muy relevante en el mantenimiento de los ecosistemas o en la generación de servicios ecosistémicos críticos, de los cuales se benefician otros ecosistemas o las comunidades humanas de la región. Estos objetos de conservación puede incluir ecosistemas que aportan recursos importantes para múltiples especies de la región, especies clave de las que dependen muchas otras (por ejemplo, dispersores de semillas, polinizadores, especies que son presas compartidas entre muchos depredadores, etc.), así como la flora y fauna más intensamente aprovechada para la subsistencia de las comunidades en la región. Aquí caben los ecosistemas que contribuyen a amortiguar los impactos de factores asociados al cambio climático (manglares como infraestructura viva de protección a los eventos meteorológicos extremos).

**Representatividad y relevancia:** Elementos focales de conservación representativos de los complejos a los que pertenecen, ya que se presentan en varias de las áreas protegidas del complejo e incluso en las áreas periféricas no protegidas, con una amplia distribución en las ecorregiones a las que corresponde el complejo en cuestión.

**Unicidad y elevada sensibilidad a factores climáticos:** Elementos focales de conservación con distribución muy limitada en el contexto del complejo de ANP, las ecorregiones correspondientes o incluso a escala regional o nacional, y que al mismo tiempo su viabilidad depende particularmente de factores climáticos (por ejemplo, algunas especies micro-endémicas).

**Vulnerabilidad:** Elementos identificados previamente para las áreas protegidas en ejercicios de planeación y cuyos atributos ecológicos clave son vulnerables a factores directamente relacionados con el cambio climático y que, además, cuentan con certidumbre alta o muy alta de que serán afectados en las siguientes décadas (aunque se ignore la magnitud precisa). Se dispone de evidencias para la región, conocimiento de expertos, o de evidencias en otros casos de estudio donde los elementos en cuestión se encuentran bajo condiciones similares al complejo.



## Resultados esperados

- Lista validada de objetos de conservación significativamente vulnerables al impacto de factores asociados al cambio climático.
- Lista de recursos naturales bajo uso, servicios ecosistémicos, actividades productivas e infraestructura que presentan algún grado de vulnerabilidad al impacto de factores asociados al cambio climático.



## **1.6 Realizar un análisis situacional de los impactos y la vulnerabilidad ante el cambio climático**

En el contexto del cambio climático, este paso es fundamental dado que permite analizar y comprender de una manera ordenada y sistemática la relación entre los escenarios climáticos potenciales y su efecto potencial sobre los ecosistemas y el bienestar social y económico de las comunidades humanas. El análisis situacional sobre impactos del cambio climático incluye la identificación de:

- 1) Impactos en ecosistemas presumiblemente por factores asociados al cambio climático
- 2) Actividades económicas y/o recursos naturales potencialmente vulnerables al cambio climático
- 3) Respuestas humanas adversas (mala adaptación) que podrían presentarse ante el cambio climático
- 4) Nuevas amenazas detonadas por el cambio climático
- 5) Amenazas actuales que pudieran exacerbarse por el cambio climático.

Las respuestas humanas adversas, las amenazas nuevas y las amenazas actuales exacerbadas se priorizan de acuerdo con los criterios de severidad y alcance.

Al comprender el contexto dado por los cinco componentes indicados se puede tener una mejor oportunidad para diseñar estrategias de adaptación acordes con la problemática analizada desde una perspectiva integral. Un análisis situacional detallado implica un proceso que ayuda al equipo del proyecto a crear conjuntamente un entendimiento común sobre el complejo en el contexto de los impactos potenciales del cambio climático.

Un principio fundamental en la adaptación al cambio climático es la relación directa entre la conservación de los ecosistemas y su capacidad de ser resilientes ante los impactos del cambio climático, así como la relación directa entre la capacidad de adaptación de las comunidades humanas para seguir obteniendo los servicios ambientales y utilizando los recursos naturales de un ecosistemas saludable. Por lo tanto, se recomienda que el punto de partida del análisis de situación sea identificar cualitativamente los impactos del cambio climático en los objetos de conservación “ecosistemas”, para posteriormente empezar a analizar cómo se verán afectadas las actividades productivas de las comunidades y prever respuestas humanas adversas, tanto para los ecosistemas, como para el bienestar social.

Si se tienen los recursos, medios e información disponibles para efectuar análisis de vulnerabilidad de tipo cuantitativo sobre algunos de los objetos de conservación y desarrollo más relevantes se recomienda efectuarlos con procedimientos sólidos y sistemáticos. Los análisis de vulnerabilidad requieren evaluar: 1) la sensibilidad, 2) la exposición y 3) la capacidad de adaptación de ecosistemas, especies, cultivos, recursos bajo aprovechamiento, asentamientos humanos, infraestructura y actividades humanas. Son aún pocos los casos de estudio que ejemplifican los métodos que pueden resultar útiles para efectuar la evaluación de estos tres componentes, por lo que algunas de las alternativas incluyen elaborar índices (de sensibilidad, exposición y capacidad adaptativa) con base en la ponderación de variables seleccionadas a partir de modelos conceptuales que den sentido al índice.

En síntesis, el análisis situacional de impactos del cambio climático debe incluir los siguientes pasos:

### **1.6.1 Impactos potenciales sobre ecosistemas con base en “hipótesis de cambio”**

Se requiere identificar impactos potenciales del cambio climático sobre los atributos ecológicos clave (AEC) de los objetos de conservación. Hay que recordar que los AEC son las condiciones intrínsecas de los ecosistemas que mantienen su salud y capacidad de mantener su resiliencia, por ejemplo, los regímenes hidrológicos, la estructura y composición de especies clave, entre otros. En este paso se plantea una hipótesis de cambio (Poiani *et al.*, 2011) que argumente los efectos potenciales de factores asociados al cambio climático sobre los AEC de los objetos de conservación identificados como vulnerables. Si este punto se realiza con apoyo de investigadores y académicos, las hipótesis de cambio se redactan de manera formal y explícita. Las hipótesis de cambio deben respaldarse en trabajos científicos compilados y revisados, los cuales muestren indicios o evidencias de los impactos potenciales del cambio climático.

Los conocimientos empíricos de los miembros de las comunidades rurales e indígenas aportan información importante sobre cambios observados en la fenología de las especies y en la modificación de distintos procesos ecológicos. Esta información puede considerarse para estimar cambios presumiblemente asociados al cambio climático.

A partir de utilizar una serie de herramientas y algoritmos disponibles (Marxan, NatureServe Vista) es posible modelar el efecto sinérgico



de los cambios de uso del suelo e incorporar escenarios climáticos potenciales, pero como en cualquier otro caso, la calidad de las estimaciones de impacto depende de la resolución y calidad de la información utilizada.

## ✕ Proceso participativo:

Este ejercicio tiene cuatro etapas; tres consisten en realizar preguntas detonadoras para generar la información necesaria para redactar una hipótesis de cambio (etapa cuatro). Se aconseja revisar la información sobre las tendencias de las anomalías climáticas o de perturbaciones asociadas al cambio climático (incremento del nivel del mar, fuegos en ecosistemas no adaptados, etc.) que se estiman para la región de estudio, y utilizar mapas impresos que muestren la distribución de las anomalías climáticas y de las perturbaciones atribuidas al cambio climático. Las preguntas detonadoras, y que deben contestarse considerando las evidencias e indicios señalados por la literatura, son las siguientes:

- 1) ¿Cuáles son los principales cambios esperados en el objeto de conservación por el impacto de factores presumiblemente asociados al cambio climático?
- 2) ¿Cuál es el nivel de certidumbre acerca del impacto esperado (alto, medio, bajo)? (Utilizar las referencias bibliográficas y la literatura científica compilada).
- 3) ¿Cuáles cambios se esperan en los atributos ecológicos clave?
- 4) Redacción de una hipótesis de cambio. Se revisa en equipo las respuestas a la preguntas detonadoras y se integra la descripción de los síntomas en los atributos ecológicos clave afectados en el elemento de conservación debido a las anomalías climáticas.



## Insumos y recursos

Hypothesis of Change method, The Nature Conservancy. Climate Change Adaptation at TNC (TNC's Knowledge Base for Climate Change Adaptation) <http://conserveonline.org/workspaces/climateadaptation/documents/climate-clinic>  
Climate Change Vulnerability Index, NatureServe, <http://www.natureserve.org/prodServices/climatechange/ClimateChange.jsp>  
NatureServe Vista: Decision Support for Better Planning, <http://www.natureserve.org/prodServices/vista/overview.jsp>



## Resultados esperados

- Enunciados de cambio por factores asociados al cambio climático en los objetos de conservación identificados como vulnerables.
- Nivel de certidumbre que respalda el enunciado de cambio esperado para cada elemento de conservación.
- Descripción del síntoma o efecto en el atributo ecológico clave afectado por el cambio climático para cada objeto de conservación.
- Hipótesis de cambio redactada para cada elemento de conservación vulnerable al cambio climático, con base en las referencias de trabajos científicos que presenten evidencias o indicios que pudieran respaldar las hipótesis.





### 1.6.2 Impactos en actividades económicas y/o recursos naturales

Se busca determinar posibles impactos en actividades económicas importantes en la región del complejo y sobre los recursos naturales utilizados por comunidades humanas. Estos impactos pueden ocasionarse por la afectación a servicios ecosistémicos o a las especies de importancia económica elevada en la región. Por ejemplo: 1) La cafeticultura se ve afectada por los cambios en los patrones de humedad y temperatura, así como por los efectos negativos estimados para el hábitat de bosque mesófilo, 2) La ganadería y agricultura se ven afectados por los cambios en la disponibilidad y calidad de los recursos suelo y agua debido a las inundaciones por eventos meteorológicos extremos, 3) El turismo será afectado debido a la pérdida de playas por la erosión causada por el paso más frecuente de huracanes de mayor intensidad, 4) Las pesquerías se afectan por la alteración de los ecosistemas costeros, en particular por

procesos de sedimentación y alteración del régimen hidrológico que mantiene saludables los manglares, lo cual a su vez afecta la productividad de especies de peces comerciales que requieren de los manglares durante su desarrollo.

Para esta etapa del proceso es posible realizar análisis formales de vulnerabilidad de las comunidades humanas, infraestructura y actividades productivas si se cuenta con los recursos. Constantemente aparecen métodos orientados a determinar la vulnerabilidad de los sistemas sociales y las comunidades, y la revisión de éstos puede permitir el diseño de nuevos procedimientos *ad hoc* a las condiciones de la región de estudio y a la disponibilidad de información (Awuor y Hammill, 2010; Bizikova *et al.*, 2008; Bizikova y Pintér, 2010; CNCCMDL, 2010; Dazé *et al.*, 2009; IIED, 2009; Dunning y Durden, 2011; IUCN, 2009; Kropp y Scholze, 2009; Wongbusarakum y Loper, 2011)

## ✕ Proceso participativo:

Se recomienda utilizar mapas con las anomalías climáticas y las descripciones de las hipótesis de cambio en los ecosistemas para analizar los impactos potenciales en actividades económicas y recursos naturales a partir de la siguiente pregunta detonadora:

Con base en las anomalías climáticas y las hipótesis de cambio, ¿qué actividades económicas y/o recursos naturales podrían afectarse potencialmente por factores asociados al cambio climático?



## Insumos y recursos

Existen herramientas y métodos que pueden apoyar procesos con comunidades humanas para identificar de manera participativa los impactos potenciales del cambio climático sobre las actividades productivas y los modos de vida; algunos de éstos son:

Cristal, Community-based risk screening tool - Adaptation and Livelihoods, IISD, SEI, IUCN, Inter Cooperation (<http://www.cristaltool.org/>).

Tutorial de aprendizaje en-línea 'La adaptación al cambio climático con base comunitaria' de FAO, <http://www.fao.org/climatechange/67624/es/>

Roadmap for Adapting to Coastal Risk (NOAA), <http://csc.noaa.gov/digitalcoast/training/roadmap/index.html>

CM Box (Crop Monitoring Box): Herramienta para el monitoreo agro-meteorológico y pronóstico de cultivos. <http://www.foodsec.org/web/tools/climate-change/crop-monitoring/en/>

LocClim (Local Climate Estimate Tool): Programa y base de datos que provee estimaciones sobre las condiciones climáticas promedio en cualquier localidad del planeta. [http://www.fao.org/nr/climpag/pub/en0201\\_en.asp](http://www.fao.org/nr/climpag/pub/en0201_en.asp)

CLIMPAG (Climate Impact on Agriculture): ofrece información, métodos, mapas y herramientas para entender y analizar los efectos de la variabilidad del tiempo meteorológico y el clima en la agricultura. <http://www.fao.org/nr/climpag/>



## Resultados esperados

- Listado y descripción de actividades económicas y/o recursos naturales afectados por factores asociados al cambio climático.
- Argumentos basados en evidencias de afectaciones a sistemas de producción y recursos naturales de uso intensivo por estudios de caso en la región de estudio o en otras.



### 1.6.3 Respuestas humanas adversas

Se pretende estimar posibles respuestas humanas de mala adaptación ante el cambio climático,<sup>19</sup> las cuales pueden presentar resultados negativos a los ecosistemas, servicios ecosistémicos, recursos naturales y/o afectar los medios de vida y sustento de las comunidades humanas. Las respuestas adversas pueden ser muy diversas, desde la sobre-explotación de recursos hasta el reemplazo de las actividades productivas por otras de alto impacto a los ecosistemas de la región,

entre otras. Por ejemplo: 1) Sobre-explotación del recurso agua, lo cual afecta, tanto a los ecosistemas, como a las comunidades humanas, 2) Modificación de los cauces naturales y de los regímenes naturales hidrológicos de ríos y escorrentías con el fin de evitar inundaciones y prevenir sequías, 3) Construcción de infraestructura turística sobre áreas costeras de manglar aún conservadas, incentivada por la pérdida de playas ante fenómenos meteorológicos extremos (huracanes), lo cual generaría impactos en los ecosistemas costeros y los servicios ambientales que proveen los manglares para mantener las pesquerías.

## ✕ Proceso participativo

Se recomienda utilizar la hipótesis de cambio para analizar las respuestas humanas probables a partir de la siguiente pregunta detonadora:

Con base en la hipótesis de cambio, ¿qué servicios ambientales, recursos naturales y actividades productivas podrían afectarse y cuáles serían las respuestas humanas adversas probables ante tales impactos?



## Resultados esperados

- Listado de respuestas humanas adversas potenciales ante el cambio climático.

### 1.6.4 Amenazas nuevas

Se identifican posibles amenazas, que no se han expresado en el área del proyecto y que, debido a las anomalías climáticas y sus consecuencias, pudieran expresarse y afectar ecosistemas, recursos naturales y medios de subsistencia de las comunidades humanas. Por

ejemplo, la aparición de nuevas plagas forestales, enfermedades en cultivos y establecimiento de especies exóticas invasoras cuyo rango de distribución actualmente está limitado por factores ambientales (principalmente climáticos), y que debido a las condiciones futuras de temperaturas y precipitación inducidas por el cambio climático podrían afectar ecosistemas y sistemas productivos.

## ✕ Proceso participativo:

Se recomienda utilizar mapas con anomalías climáticas para analizar las nuevas amenazas, a partir de la siguiente pregunta detonadora:

Con base en los escenarios climáticos, ¿qué amenazas inexistentes en la actualidad podrían expresarse debido a que existan las condiciones climáticas que favorezcan la aparición y prosperidad?



## Resultados esperados

- Descripción de nuevas amenazas por anomalías climáticas.

<sup>19</sup> Se entiende por mala adaptación una política o medida de adaptación al cambio climático no exitosa en reducir la vulnerabilidad a los impactos y que, por lo contrario, compromete la integridad de los recursos naturales.



### 1.6.5 Amenazas actuales exacerbadas ante el cambio climático

Se determinan las amenazas a la biodiversidad y a los ecosistemas prevalecientes en la región y que son potencialmente críticas debido a que los efectos del cambio climático pueden exacerbarse, acelerando los impactos o intensificándolas. Por ejemplo: 1) Las actividades agropecuarias desordenadas pudieran incrementar

su alcance y severidad debido a que el cambio climático podría disminuir los niveles de productividad y éstas podrían expandirse para compensar esa disminución, y 2) Los incendios forestales pueden intensificarse y ser catastróficos, tanto para ecosistemas adaptados, como no adaptados al fuego, debido al incremento de la temperatura, la disminución de la precipitación y la acumulación de combustible después de los eventos meteorológicos extremos.

## ✂ Proceso participativo

En este paso se recomienda utilizar la lista de amenazas actuales, mapas con anomalías climáticas y la hipótesis de cambio para identificar amenazas actuales que pudieran exacerbarse, a partir de la pregunta detonadora:

Con base en los escenarios climáticos y la hipótesis de cambio sobre los objetos de conservación, ¿qué amenaza existente podría exacerbarse por efectos directos o indirectos de factores asociados al cambio climático?

Utilizar los criterios para calificar las amenazas incluidos en el Anexo 2.



## Resultados esperados

- Listado y descripción de amenazas actuales que podrían exacerbarse por efectos del cambio climático.

### 1.7 Priorizar impactos críticos del cambio climático

Como parte del análisis situacional, es importante priorizar los impactos que afectan a los objetos de conservación de manera que puedan concentrarse las actividades en las más necesarias, urgentes o estratégicas. En particular, se deben identificar los impactos más críticos, por ejemplo, aquellos que afectan a varios objetos de conservación y también al desarrollo sustentable. Existe una variedad de herramientas

para valorar y jerarquizar que pueden utilizarse para establecer prioridades (CMP, 2007). La mayoría de estas herramientas evalúan el alcance o extensión de la amenaza, la severidad de su impacto y su irreversibilidad. Durante el paso 1.6 se han identificado un total de cinco componentes de impactos potenciales asociados al cambio climático: 1) Impactos en ecosistemas, 2) Impactos en actividades productivas y/o recursos naturales, 3) Respuestas humanas adversas de mala adaptación, 4) Nuevas amenazas, y 5) Amenazas actuales exacerbadas.

Las definiciones de los conceptos para priorizar los impactos son las siguientes:

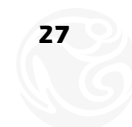


## Conceptos básicos

**Alcance:** Generalmente se define, espacialmente, como el alcance geográfico del impacto del cambio climático en el elemento de conservación y/o actividad productiva.

**Irreversibilidad:** El grado al que los efectos sobre los objetos de conservación pueden o no revertirse.

**Severidad:** El nivel de daño al elemento de conservación y/o actividad productiva en caso de presentarse los escenarios de cambio climático previstos.



Es importante que el equipo de planeación cuente con el apoyo de especialistas en ecosistemas, manejadores de las áreas y usuarios para tener una perspectiva integral del problema. Los ejercicios para priorizar impactos pueden incluir análisis y discusión en mesas de trabajo, elaboración de modelos conceptuales e

índices, sistemas de puntuación, revisión y discusión de estudios científicos, datos de monitoreo de campo y análisis estadísticos, observaciones y verificaciones en campo o cualquier otro insumo que se considere que puede apoyar las decisiones durante la priorización.

## Proceso participativo

En este proceso participativo se requiere utilizar la hipótesis de cambio, la lista de impactos, las descripciones de severidad, alcance e irreversibilidad y sus valores para identificar los impactos críticos, a partir de la pregunta detonadora:

¿A qué impactos se podría asignar un calificador relativo de “muy alto” para que en éstos se enfoquen los esfuerzos de adaptación al cambio climático?



## Insumos y recursos

- Programas de manejo, planes de conservación de áreas, estudios y análisis de aspectos ecológicos, sociales, económicos; información sobre las actividades productivas y su relación con los ecosistemas; evaluaciones y monitoreo de diversos tópicos; diagnósticos socioeconómicos de las actividades productivas más relevantes dentro y alrededor del complejo de áreas; evaluaciones de impactos del cambio climático; valores para calificar impactos del cambio climático.
- Estudios y propuestas de corredores biológicos que incidan sobre la región del complejo.



## Resultados esperados

- Impactos críticos del cambio climático sobre los objetos de conservación de la región del complejo.

### **1.8 Identificar refugios, corredores y áreas de conectividad ecológica que contribuyan a la resiliencia de los ecosistemas ante el cambio climático**

Dentro de los principios generales para la adaptación al cambio climático con fines de conservación están los siguientes (Glick *et al.*, 2011)

- 1) Reducir los factores de presión sobre los ecosistemas y la biodiversidad.
- 2) Ejecutar actividades de manejo que permitan mantener ecosistemas saludables y funcionales.
- 3) Identificar y proteger áreas que potencialmente puedan funcionar como refugios.
- 4) Mejorar la conectividad entre los hábitats.
- 5) Implementar un manejo proactivo que facilite la restauración ecológica y la adaptación de especies y ecosistemas.

Si bien la identificación de áreas que pudieran constituir refugios al cambio climático es un tema nuevo y escasamente trabajado, para la evaluación de la conectividad ecológica en una región se han realizado distintos métodos que pueden facilitar la identificación de corredores a diversas escalas. Existen herramientas para realizar análisis de fragmentación y conectividad, así como para el diseño de corredores biológicos que pudieran ser manejados y protegidos por distintos instrumentos para mantener la conectividad de procesos biológicos (flujos genéticos, ajustes de distribución) y ecológicos (migraciones, etc.). Para el sureste de México, la iniciativa del Corredor Biológico Mesoamericano-México ha identificado los principales corredores biológicos,<sup>20</sup> y se espera que en el futuro se definan corredores biológicos para el país y para todo tipo de ecosistemas (terrestres, costero-marinos y agua dulce).

20 <http://www.biodiversidad.gob.mx/cbmm/index.html>



## Insumos y recursos

ResNet, (Justus y Sarkar, 2002; Kelley et al., 2002.) <http://uts.cc.utexas.edu/~consbio/Cons/Labframeset.html>  
DesktopGarp, package for predict and analyze wild species distributions, <http://www.nhm.ku.edu/desktopgarp/>  
Connectivity Analysis Toolkit <http://www.connectivitytools.org>,  
GIS tools for connectivity, corridor, or habitat modeling, Corridor Design [http://www.corridordesign.org/designing\\_corridors/resources/gis\\_tools](http://www.corridordesign.org/designing_corridors/resources/gis_tools)  
Connectivity GIS tool (Python script for ArcGIS Version 9.2), <http://el.erdc.usace.army.mil/emrrp/gis.html>  
FRAGSTATS Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps, <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>  
Landscape Fragmentation Tool, <http://clear.uconn.edu/tools/lft/lft2/>  
Corridor design: GIS tools and information for designing wildlife corridors, <http://corridordesign.org/>  
Modelación de áreas de distribución PATCH, <http://www.epa.gov/wed/pages/news/03June/schumaker.htm>  
Manual sobre conectividad en arrecifes, United Nations University [http://www.inweh.unu.edu/Coastal/CoralReef/Handbook/Handbook\\_SP.pdf](http://www.inweh.unu.edu/Coastal/CoralReef/Handbook/Handbook_SP.pdf)



## Resultados esperados

- Propuestas de corredores biológicos (terrestres, de agua dulce y costero-marinos) que permitan conectividad a los ecosistemas, tanto hacia dentro de la región del complejo, como con otras regiones vecinas.
- Mapas y bases de datos geográficas de los corredores y los ecosistemas con base en el nivel de fragmentación para apoyar la toma de decisiones sobre actividades que promuevan la conectividad ecológica.

## 2. Planificar estrategias de adaptación y monitoreo

Una vez determinadas las estimaciones de impactos probables del cambio climático sobre los objetos de conservación y para el desarrollo sustentable, el siguiente paso es diseñar las estrategias específicas para plantear medidas hacia la adaptación al cambio climático. Involucra sistematizar toda la información del Paso 1 (Conceptualizar) para poder iniciar la planificación (Planificar estrategias de adaptación y monitoreo). Particularmente, implica la siguiente secuencia de actividades:

- 2.1) Identificar objetivos de adaptación al cambio climático de acuerdo con los impactos críticos esperados
- 2.2) Determinar dos estrategias de adaptación (condiciones favorables y manejo) para cada objetivo de adaptación
- 2.3) Priorizar las estrategias
- 2.4) Identificar las necesidades y oportunidades de monitoreo para dar seguimiento a los impactos del cambio climático
- 2.5) Identificar plataformas y sistemas de monitoreo que puedan aprovecharse por el programa de adaptación

Es recomendable establecer un plan de trabajo detallado para implementar cada estrategia de adaptación, con información del personal, costo y fechas; así como un plan de trabajo para dar seguimiento a las necesidades de monitoreo de impactos del cambio climático. Hay que subrayar que la implementación requiere la concurrencia y participación de diversas instituciones y sectores de una manera coordinada y efectiva. Los retos que impone el cambio climático, aun con la incertidumbre prevelezca, seguramente supera las capacidades de cualquier institución, y por ello la concurrencia es fundamental. Por lo anterior, se sugiere realizar un proceso participativo posterior, o reuniones de trabajo, específicamente con los actores clave, para detonar alianzas de colaboración y definir un plan de trabajo en conjunto con recursos técnicos y financieros compartidos, tanto para la implementación, como para el monitoreo.



## 2.1. Identificación de objetivos de adaptación al cambio climático

Los objetivos de adaptación al cambio climático están enfocados a la atención de los impactos críticos identificados en la etapa anterior. Por lo tanto, debe contar al menos con los siguientes cinco objetivos genéricos:

- Objetivo 1. Contribuir a mantener ecosistemas resilientes y funcionales.
- Objetivo 2. Contribuir a mantener actividades productivas sustentables y recursos naturales fundamentales.
- Objetivo 3. Prevenir respuestas humanas adversas o mala adaptación.
- Objetivo 4. Prevenir nuevas amenazas a la biodiversidad y a los ecosistemas.
- Objetivo 5. Prevenir impactos de amenazas actuales que puedan exacerbarse con el cambio climático.



## Resultados esperados

- Listado de al menos cinco objetivos en los que se enfoca el programa de adaptación al cambio climático.

## 2.2 Estrategias para lograr objetivos de adaptación al cambio climático

Una vez determinados los objetivos del programa de adaptación se debe definir qué se necesita para conseguirlos, es decir, las estrategias de adaptación. Diversos trabajos publicados (Root y Schneider, 2006; Glick *et al.*, 2009; Heller y Zavaleta, 2009; The Heinz Center, 2009; Kareiva *et al.* 2009; Dudley *et al.*, 2010) enumeran una serie de estrategias de adaptación, las cuales pueden considerarse un punto de partida para el diseño de las estrategias adecuadas a los resultados del ejercicio.

Para seleccionar las estrategias de adaptación al cambio climático es recomendable continuar con la participación de actores clave familiarizados con el contexto social, económico, político e institucional, de tal manera que puedan evaluar la factibilidad para de implementarse. Esto ayuda también a identificar las oportunidades para la implementación de acciones puntuales. Es recomendable involucrar a las instituciones con mandatos directamente relacionados con la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, la sustentabilidad de los sistemas productivos, el mantenimiento de los servicios ambientales, y también con personas que podrían ser afectadas directamente por los impactos del cambio climático.

Es importante considerar que en adaptación al cambio climático debe prevalecer el *principio precautorio*,<sup>21</sup> en virtud de que se intenta enfrentar un problema cuyos impactos se buscan prevenir hasta donde sea posible. Este enfoque tiene particular sentido en los impactos previstos para ecosistemas, actividades productivas potencialmente vulnerables, nuevas amenazas y respuestas humanas adversas que probablemente aún no se expresan. Sin embargo, para las amenazas actuales, que podrían exacerbarse, es sumamente importante considerar los esfuerzos que ya se realizan para reducir sus impactos. Finalmente, resulta prioritario consolidar las capacidades de manejo e impulsar las condiciones que ayuden a evitar que las amenazas actuales se exacerben. Se recomienda seleccionar dos estrategias para cada objetivo, una de manejo y otra que promueva condiciones favorables, y que contribuyan a establecer, mantener y/o fortalecer las acciones de manejo. Además, se recomienda también identificar estrategias que puedan tener un efecto sinérgico para afrontar varios impactos o amenazas, es decir, que contribuyan a más de un objetivo.

<sup>21</sup> La declaración de Río de Janeiro, de 1992, establece que con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.



## Áreas voluntarias de restauración marina como instrumento de adaptación al cambio climático: Isla Natividad, Baja California Sur

Eduardo Rolón Sánchez, Comunidad y Biodiversidad, A.C. (COBI)

En esta isla la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Buzos y Pescadores de la Baja California, S.C.L. mantiene acceso exclusivo a recursos marinos selectos a lo largo de periodos de 20 años (concesiones) dentro de una región con ecosistemas que incluyen bosques de sargazo gigante y alta abundancia de peces e invertebrados. En febrero de 2006, tras una amplia consulta y participación de la comunidad local, dos bloques pesqueros (La Plana/Cuevas y Punta Prieta) se cerraron completamente a las actividades extractivas. La asamblea cooperativa decidió crear estas reservas de manera experimental para estudiar y entender cómo se podrían recuperar los ecosistemas a épocas doradas. Paralelamente, se investigaría en qué momento la inversión por abstenerse de pescar en algunas áreas se podría recuperar gracias a la dispersión de larvas a sitios pesqueros adyacentes. Los propios pescadores han sido entrenados para llevar a cabo las evaluaciones con el método de *Reef Check* y han contribuido en el diseño para entender la dimensión de la dispersión de larvas.

Sin embargo, y de manera sorpresiva, en los últimos cuatro años las aguas frías han llegado con mayor fuerza a la zona más somera (menos de 20 metros) y estas aguas llegan con bajas concentraciones de oxígeno, además de que son mucho más ácidas, lo cual ocasiona mortandades extremas de recursos pesqueros como el abulón. Los científicos atribuyen estos cambios en la química del agua, en primer lugar, al aumento de la contaminación de CO<sub>2</sub> atmosférico producido por la actividad industrial, mucha de la cual es absorbida por el océano; en segundo lugar, la tierra se ha ido calentando precisamente por la emisión de estos gases a la atmósfera, lo cual ha producido lo que se conoce como efecto invernadero. Esto ha creado zonas de baja presión e intensificado los vientos que provocan las surgencias. Como resultado, las aguas ácidas y bajas en oxígeno, que antes permanecían en profundidades mayores a los 500 metros, ahora llegan a aguas someras con consecuencias drásticas para las pesquerías y para toda la biodiversidad.

A partir de 2009 el equipo de Comunidad y Biodiversidad y la Universidad de Stanford colocó sensores de oxígeno y pH (acidez o alcalinidad) en sitios estratégicos de Isla Natividad y esto ha permitido corroborar este fenómeno, el cual se demostró en otros sitios de la corriente de California. Durante ciertas épocas del año, en particular en la temporada de surgencia, el oxígeno disminuye a niveles tan bajos que resultan letales para algunos organismos sésiles, como el abulón, las lapas y los mejillones.

Los resultados del muestreo indican que las aguas corrosivas con baja concentración de oxígeno han golpeado las poblaciones de abulón dentro y fuera de las reservas comunitarias. En los sitios pesqueros la población de abulón ha disminuido drásticamente, aun cuando la cooperativa ha reducido la cuota establecida por la autoridad competente para conservar mejor los recursos. En contraste, en las reservas las poblaciones han permanecido constantes y se ha ensanchado la estructura de tallas de los abulones. Ahí encontramos, tanto organismos grandes que producen más huevecillos, como pequeños juveniles, que se favorecen de los parches de abulón para reclutarse.

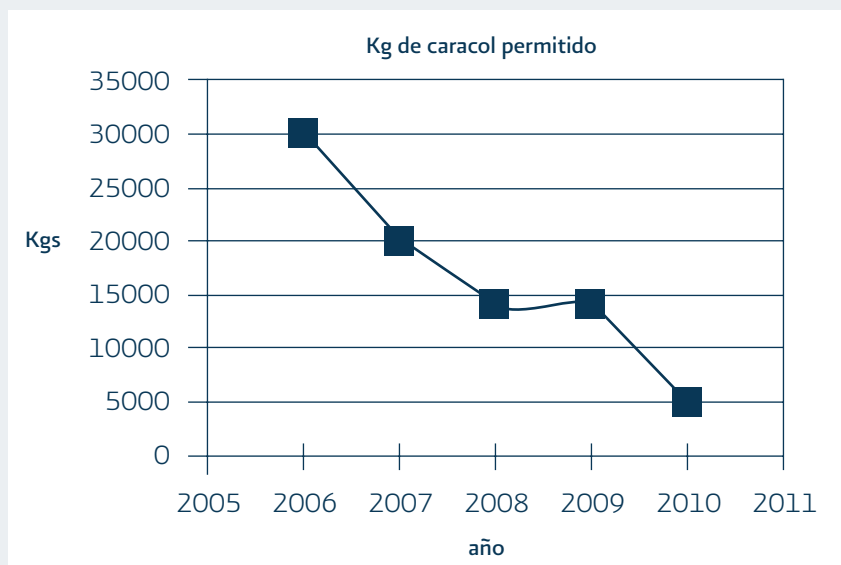
Esta evidencia indica dos hechos importantes: el primero es que ante el abrupto cambio en las condiciones oceanográficas, las reservas resultan un semillero de larvas y producen lo que sólo cientos de laboratorios podrían producir; lo segundo es que las reservas voluntarias en las concesiones comunitarias representan un instrumento de adaptación indispensable para comunidades costeras que dependen de pesquerías afectadas por el cambio climático.



## Refugios y vedas para el caracol rosado *Strombus gigas* como una medida de adaptación al cambio climático

María del Carmen García Rivas, CONANP

El recurso pesquero de mayor representatividad del arrecife del Caribe mexicano es el caracol rosado. En 1975 se extrajeron 350 toneladas de la Península de Yucatán, y en 1983 la Secretaría de Pesca inició el establecimiento de medidas de regulación, especificando la talla a un mínimo de 20 cm, en la cual los organismos alcanzan la madurez sexual (a una edad de cinco años) y estableciendo como sitios de pesca sólo en Cozumel y en Banco Chinchorro, así como la época de veda de mayo a octubre. En 1987 se asignaron cuotas anuales para reforzar una extracción sustentable con las asignación de sólo 71 toneladas; a partir de los años noventa, la pesca se permite en Banco Chinchorro con una cuota tope de 45 toneladas. Los únicos pescadores autorizados para extraer caracol pertenecen a las cooperativas "Andrés Quintana Roo", "Langosteros de Caribe" y "Banco Chinchorro," con aproximadamente 120 pescadores, quienes cumplen al pie de la letra la normativa establecida. Desgraciadamente, debido a la alta incidencia de la pesca furtiva, la población de caracol rosado ha disminuido de manera crítica; la merma del caracol se refleja en las cuotas permitidas, que van de 30 toneladas en el 2006 hasta 4.5 para el 2010, por lo que pescadores y manejadores, al tratar de detener la disminución y prevenir que el efecto climático acentúe dicho decremento, lograron para el año 2009 el aumento de la veda durante dos meses más, incluyendo noviembre y febrero. En 2010 los pescadores solicitaron a la legislatura estatal una iniciativa de ley para que la pesca, transporte, comercialización y transformación del caracol rosado por más de 10 kg se considere un delito, así como elevar la pena a delito grave, la cual quedó como proyecto debido al cambio de gobierno.



Para reforzar y concluir dicha acción, en junio de 2011 los pescadores solicitaron a las autoridades de la SAGARPA la veda de caracol por cinco años. Este hecho facilitará la disminución de la pesca furtiva y, por lo tanto, podrá haber una recuperación de este importante recurso marino. La solicitud ha tenido buena aceptación, por lo que se espera pueda aprobarse, la cual sería un ejemplo en manejo sustentable.





## Conceptos básicos

**Definiciones fundamentales de adaptación al cambio climático.** Las definiciones de vulnerabilidad, exposición, sensibilidad y adaptabilidad deben considerarse cuando se discuta la pertinencia de las estrategias de adaptación.

## ✂ Proceso participativo

Se recomienda utilizar un catálogo previo de estrategias de adaptación al cambio climático que ayude a reconocer y aprovechar esfuerzos y acciones de adaptación. Se propone analizar en grupos de trabajo estructurados de acuerdo con su experiencia temática en los tipos de impactos identificados, conocimiento del área y participación potencial de acuerdo con sus papeles y responsabilidades institucionales. Selección de dos estrategias de adaptación (una de manejo y otra de condiciones favorables) para cada uno de los objetivos de adaptación, por lo tanto se recomienda identificar al menos diez estrategias en total, las cuales se colocarán en términos de prioridad en el siguiente paso metodológico (2.3).



## Insumos y recursos

Existen herramientas para sistematizar el proceso de planeación que se ha llevado a cabo hasta el momento.

**Miradi (Adaptive Management Software for Conservation Projects).** Es una herramienta para manejo adaptativo de proyectos y es un recurso que ayuda a sistematizar, dar seguimiento al proceso de implementación y ejecución de un plan de trabajo y monitoreo, de manera que se puedan compartir los avances y lecciones aprendidas sobre las estrategias de adaptación al cambio climático (<https://miradi.org/>).

**Catálogo de estrategias generales de adaptación para la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos frente a los impactos del cambio climático.** (March *et al.*, 2010) Listado elaborado a partir de la revisión de los trabajos de Root y Schneider (2006), Glick *et al.* (2009), Heller y Zavaleta (2009), The Heinz Center (2009), Kareiva *et al.* (2009) y Dudley *et al.* (2010). El catálogo agrupa las estrategias en diez apartados, y las clasifica en dos grupos principales, aquellas de manejo propiamente dicho, y otras que propician condiciones favorables para que las acciones de adaptación tengan un mayor éxito.

**Hipótesis de cambio y lista de impactos críticos.** La información en los distintos pasos de la fase de conceptualización debe sistematizarse y ordenarse para servir como guía en los procesos de análisis y selección de las estrategias de adaptación.

**Materiales para talleres:** Formatos de captura de información y material para los ejercicios de participación.



## Resultados esperados

- Selección de estrategias de adaptación.

### 2.3 Priorización de estrategias de adaptación

Una vez identificadas las estrategias es posible que el listado tenga más estrategias de las que de manera realista se puedan implementar en forma efectiva y en el corto plazo. Un ejercicio de jerarquización

ayuda a identificar las estrategias de adaptación que puedan contribuir en mayor medida a lograr los objetivos de adaptación. Existen diferentes criterios genéricos para jerarquizar estrategias, por ejemplo, impacto potencial, factibilidad y costo, entre otros. Sin embargo, dada la incertidumbre en los esfuerzos iniciales de

adaptación al cambio climático, así como a la escala de los impactos del cambio climático y al número de sectores potencialmente afectados, resulta evidente la necesidad de seleccionar estrategias que cumplan con criterios y principios básicos para la lograr adaptación al cambio climático de manera efectiva. Esta guía recomienda los siguientes criterios de jerarquización de estrategias de adaptación: a) Impacto potencial regional, b) Factibilidad, c) Concurrencia institucional y apalancamiento, d) Replicabilidad,

y e) Viabilidad de monitoreo. Además, requiere la adopción del principio de colaboración como eje fundamental para articular los recursos y capacidades institucionales en tiempo y forma. El criterio de viabilidad de monitoreo resulta básico, dado que es la herramienta esencial para poder evaluar, aprender, adaptar, comunicar y replicar los resultados de adaptación donde se tenga éxito. Los criterios y sus variables se describen de manera detallada en el Anexo 3.



## Insumos y recursos

Matrices de identificación de articulación potencial entre las estrategias identificadas y los programas operativos anuales (POA).  
Matrices de listados de estrategias con criterios de jerarquización.

## ✂ Proceso participativo

Este ejercicio consta de un proceso de revisión de los criterios, su ponderación y el análisis de cada una de las estrategias. Se sugiere incorporar en este paso metodológico a tomadores de decisiones y actores clave en la implementación.



## Resultados esperados

- Lista de estrategias en orden jerárquico con base en el análisis de priorización.

### 2.4 Identificación de necesidades de monitoreo

Dado que la búsqueda de la adaptación al cambio climático es relativamente reciente, resulta fundamental considerar el monitoreo y la evaluación como los pasos de planeación más importantes, y que facilita el proceso de aprender de las acciones implementadas para poder tener un manejo adaptativo. Este paso implica en particular identificar:

1. Necesidades de monitoreo a partir de considerar las hipótesis de cambio, incluyendo la identificación de especies o grupos funcionales de especies y especies clave de cada ecosistema, así como el seguimiento de procesos ecológicos.
2. Necesidades de monitoreo respecto a las respuestas humanas adversas o mala adaptación.
3. Necesidades de monitoreo de amenazas potencialmente exacerbadas.
4. Necesidades de monitoreo para dar seguimiento a factores meteorológicos potenciados por el cambio climático.

Por lo anterior, es crucial aprovechar la información científica disponible, así como identificar las plataformas o sistemas de monitoreo existentes.

A menudo, el monitoreo no conduce a obtener la información requerida o bien, se colecta demasiada información porque no hay claridad sobre qué se necesita. Como primer punto se debe aclarar para qué propósito y quién realiza el monitoreo. Por ejemplo, ¿se está llevando a cabo el monitoreo para satisfacer demandas externas de responsabilidad? Mientras que la demanda anterior justifica en parte el monitoreo, idealmente no debe ser la única ni la principal razón. Dentro del marco del manejo adaptativo, el monitoreo debe realizarse para servir a las necesidades del programa de adaptación y del equipo involucrado, y ayudar a aprender de la experiencia e integrar las lecciones a la programación actual y futura (CMP, 2007).

Dentro del monitoreo de los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas, se recomienda identificar especies que puedan funcionar como bio-indicadores sensibles a las anomalías de temperatura y/o precipitación, o al incremento del nivel del mar y otras perturbaciones,



que pudieran utilizarse para inferir el progreso de los factores asociados al cambio climático. Algunos de los atributos que idealmente las especies indicadoras de anomalías asociadas al impacto climático pueden ser las siguientes: a) Relativamente conspicuas y fáciles de identificar, b) Que reflejen con certidumbre la anomalía que se busca registrar, c) que son especialistas en sus requerimientos de hábitat más directamente determinados por factores climáticos (humedad, temperaturas, etc.). Por ejemplo, para regiones con rangos amplios de altitud, y por consiguiente de gradientes de temperatura y humedad, las mariposas pueden ser de utilidad, pues son sensibles a cambios de temperatura y humedad y su movilidad les permite ajustar sus áreas de distribución a zonas con condiciones climáticas preferentes. Se debe recurrir a especialistas en la región, quienes ayuden a identificar las especies idóneas como indicadores de factores asociados al cambio climático.

El monitoreo también puede enfocarse a evaluar si las especies exóticas invasoras incrementan su distribución e impacto, si los

regímenes de fuego se alteran en frecuencia y/o intensidad, el blanqueamiento de corales, la mortalidad en clases de edad particulares, entre otras, así como la medición de perturbaciones a factores físico-ambientales (deslizamientos, inundaciones, etc.).

Ya que los programas de adaptación planteados aquí consideran de igual importancia los elementos necesarios para el desarrollo sustentable (recursos, servicios ecosistémicos, sistemas de producción, infraestructura, etc.), es sustantivo identificar indicadores sociales y económicos que puedan reflejar impactos por el cambio climático. Diversos trabajos disponibles (Altieri y Koohafkan, 2008; Altieri y Nicholls, 2009; Berry *et al.*, 2006; Castillo, 2007. Conde *et al.*, 2006; FAO 2007, 2010; GTZ, 2009; Nelson *et al.*, 2009; Padgham, 2009; Villers *et al.*, 2009) identifican los impactos del cambio climático sobre las distintas actividades productivas y cultivos, y pueden ser un insumo valioso para determinar indicadores<sup>22</sup> en relación con el desarrollo de una región.



## Insumos y recursos

- Información detallada sobre los esfuerzos de monitoreo realizados en los elementos de conservación o especies clave en la región del complejo.
- Sistemas de monitoreo socioeconómico y de uso del suelo.



## Resultados esperados

- Listado de especies o grupos de especies sensibles a los impactos asociados al cambio climático que puedan funcionar como bioindicadores.
- Lista de indicadores físico-ambientales que permitan verificar y evaluar los impactos propuestos en las hipótesis de cambio.
- Lista de instituciones, programas e individuos que podrían aportar información valiosa, recursos humanos y financieros para configurar un sistema de monitoreo enfocado a evaluar los impactos a ecosistemas, especies y comunidades humanas por factores asociados al cambio climático.

### 2.5 Identificación de plataformas o sistemas de monitoreo existentes

En el plano global o regional existen redes y sistemas enfocados al monitoreo de ecosistemas, grupos funcionales o especies que pueden ser de utilidad, ya sea para sumar esfuerzos de monitoreo o al menos para utilizar estándares de monitoreo que permitan su anidamiento en sistemas más amplios. En esta etapa el equipo identifica sistemas existentes o plataformas que permitan, por un lado, aprovechar esfuerzos y protocolos existentes, y por otro, contribuir a un

plano más regional o global a documentar los impactos de factores asociados al cambio climático.

Se sugiere considerar de forma especial el Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación de la CONANP, instrumento institucional que incorpora información sobre seguimiento al manejo de las ANP y otras modalidades de conservación.

<sup>22</sup> Rendimientos, uso de insumos agrícolas, etc.



El monitoreo es uno de los pasos sustanciales para evaluar, aprender y replicar las medidas de adaptación al cambio climático exitosas en otras regiones geográficas y ecosistemas. Sin embargo, el costo normalmente es una limitante en los proyectos, por lo que se recomienda aprovechar las capacidades existentes de las instituciones involucradas y actores clave en la generación y análisis de datos de monitoreo. Esto ayuda a incorporar la mejor información disponible, así como detonar e impulsar la consolidación de sistemas existentes de monitoreo pertinentes para el seguimiento de los impactos del

cambio climático y para la evaluación de los resultados directos de las acciones implementadas. Un componente fundamental es la conformación del grupo encargado del manejo adaptativo de los proyectos, de manera que sea posible utilizar los datos de monitoreo en la toma de decisiones oportunamente. De esta manera, es importante identificar las estructuras y mecanismos de colaboración que puedan servir en el manejo adaptativo entre los actores clave involucrados, así como identificar a otros actores emergentes que deban incorporarse en las estrategias y acciones de adaptación.



## Insumos y recursos

Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación CONANP-SIMEC, <http://www.conanp.gob.mx/acciones/simec.php>

Sistema de Monitoreo Forestal de México, CONAFOR, [http://148.223.105.188:2222/gif/snif\\_portal/index.php?option=com\\_content&task=view&id=2&Itemid=3](http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=2&Itemid=3)

Programa para la detección de puntos de calor mediante técnicas de percepción remota, CONABIO, [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/puntos\\_calor/doctos/puntos\\_calor.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/puntos_calor/doctos/puntos_calor.html)

Monitoring Climate Change Tools, EPA <http://www.epa.gov/climateeadyestuaries/monitoring.html>

Global Coral Reef Monitoring Network <http://www.gcrmn.org/>

NOAA Coral Health and Monitoring Program (CHAMP) <http://www.coral.noaa.gov/>

Reef Resilience <http://www.reefresilience.org/>

Reef at risk revisited, <http://www.wri.org/publication/reefs-at-risk-revisited>

## ✕ Proceso participativo

Este ejercicio consiste en la identificación de las plataformas existentes de monitoreo e iniciativas potencialmente útiles para consolidar un plan de trabajo de monitoreo con la participación de los actores clave. Este proceso puede llevarse a cabo en talleres participativos o reuniones de trabajo con informantes clave como grupos de investigación, manejadores del área y organizaciones civiles. Previo a este ejercicio, se recomienda sistematizar la información de las necesidades de monitoreo y, a partir de éstas, preguntar a los informantes clave, ¿qué plataformas e iniciativas disponibles podrían contribuir en los proceso de monitoreo, evaluación y difusión de la información para el manejo adaptativo de los proyectos de adaptación al cambio climático?



## Resultados esperados

- Inventario de sistemas de monitoreo existentes o plataformas de monitoreo en el plano regional o global.
- Lista de protocolos de monitoreo utilizados a escala global o regional.



## 2.6 Inserción de estrategias y medidas de adaptación al cambio climático en los instrumentos de gestión de las áreas naturales protegidas

De manera paulatina, los contenidos de adaptación al cambio climático se insertarán en los instrumentos de gestión de las áreas de conservación. Para México en particular, las estrategias y acciones de adaptación al cambio climático probablemente se reflejarán en las versiones actualizadas de los programas de manejo (PM) y los programas operativos anuales (POA), al representar la adaptación al cambio climático un tema transversal que incide en diversos capítulos y rubros de manejo de las áreas protegidas. Es importante señalar que diversas actividades, que ya se practican en el manejo cotidiano de las áreas protegidas, pueden aportar de manera importante a la adaptación con algunos ajustes o modificaciones. Por ejemplo, la restauración ecológica o la reforestación pueden ahora planificarse con fines de lograr una mayor conectividad entre áreas de hábitat hacia dentro y fuera de las propias áreas de conservación. De igual manera, y en el contexto de los paisajes más amplios donde se distribuye un grupo de áreas protegidas, las estrategias de adaptación pueden reflejarse en acciones concretas dentro de los diversos instrumentos de gestión territorial, como los ordenamientos ecológicos del territorio (OET), ordenamientos urbanos y comunitarios, unidades para el manejo y aprovechamiento sostenido de la vida silvestre (UMA), humedales RAMSAR, zonas de restauración, entre otras.

En el Anexo 4 se presenta una propuesta de estructura de un programa de adaptación al cambio climático en un complejo de áreas protegidas en México. Es decisión de los usuarios de la guía modificar, ampliar o reducir esta estructura sugerida.

## Perspectivas

Es importante resaltar que las Áreas Naturales Protegidas son *per se* una estrategia costo-efectiva para la mitigación y adaptación al cambio climático. El presente documento es de utilidad para orientar las acciones que los equipos de las ANP actualmente realizan para su manejo en un escenario en donde las amenazas climáticas y antropogénicas pueden intensificarse.

Sin duda, esta guía puede mejorarse conforme se utilice, y de acuerdo con los avances en la planeación para la adaptación al cambio climático, incluyendo los análisis de vulnerabilidad y los métodos de evaluación de sensibilidad y exposición. De acuerdo

con los estándares abiertos utilizados como marco metodológico para desarrollar esta guía, se requieren cinco pasos para el manejo adaptativo de proyectos de conservación. Sin embargo, en esta guía solamente se han trabajado los primeros dos pasos metodológicos, 1) Conceptualizar y 2) Planificar estrategias de adaptación y monitoreo. No obstante, es determinante señalar que los otros pasos: 3) Implementar acciones y monitoreo, 4) Analizar, usar y adaptar, y 5) Capturar las lecciones aprendidas y compartir el aprendizaje, son esenciales para completar el ciclo de manejo adaptativo de proyectos. Realizar el ciclo completo permite aprender de las experiencias implementadas, compartir lo aprendido entre las instituciones involucradas, construir un ambiente de aprendizaje y, lo más importante, replicar las medidas de adaptación al cambio climático exitosas en otras geografías y a otra escala.

Uno de los aspectos cruciales no atendido por esta guía, y que sin duda es de la mayor relevancia, es el referente a evaluar los costos económicos de la inacción, de las medidas de adaptación y, finalmente, los costos de ahorro que podría significar la adaptación con base en ecosistemas, en comparación con medidas de adaptación duras o de ingeniería y tecnología (por ejemplo, escolleras, muros marinos, arrecifes artificiales, entre otros). Sin duda, el costo económico de las medidas de adaptación es un factor determinante para seleccionarse o no como viables.

Durante el proceso de realización de un programa de adaptación resulta fundamental documentar de manera ordenada las actividades que se vayan realizando, así como la sistematización de los resultados. Durante este proceso, surgirán prioridades de investigación que se requiere efectuar para ir llenando vacíos en el conocimiento científico relacionados con los impactos del cambio climático sobre ecosistemas, especies, procesos ecológicos y actividades humanas en la geografía de estudio. En el mejor de los casos estas prioridades deben comunicarse de manera efectiva a la academia y los centros de investigación en la región con el fin de ir generando insumos de información sólidos para las actividades de adaptación que pudieran implementarse en el futuro cercano.

Finalmente, es indispensable señalar que los avances y los resultados de los programas de adaptación impulsados a iniciativa de las áreas operativas de la CONANP tendrán que compartirse y difundirse en los ámbitos locales y regionales con el objeto de propiciar la concurrencia de los programas y recursos de diferentes instituciones de gobierno y grupos de intervención y, en lo posible, minimizar los riesgos de acciones contrarias a la conservación del patrimonio natural y las condiciones de vida favorables de las poblaciones humanas.



## Políticas públicas en torno al cambio climático en México

Celia Pigueron Wirz, SEMARNAT

El cambio climático a nivel federal en México ha sido conceptualizado desde una perspectiva transversal, reconociendo el hecho de que las fuentes de las emisiones se ubican en distintos sectores (generación de energía, transporte, pérdida de cobertura forestal, entre otros) y que los impactos están siendo identificados también en múltiples sectores (salud, ecosistemas, infraestructura, procesos productivos, seguridad de la población, entre otros). En México se han generado diversos instrumentos de política pública con un enfoque de transversalidad para enfrentar el reto del cambio climático:

- Decreto de creación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) con la participación de diez secretarías de estado a nivel federal e invitados permanentes.
- Estrategia Nacional de Cambio Climático publicada en 2007 elaborada a través de la CICC.
- Programa Especial de Cambio Climático 2009–2012 publicado en 2009 a través de la CICC. Contiene 294 metas específicas en materia de mitigación, adaptación y transversalidad asignadas a las Secretarías de Estado a nivel federal, quienes están en proceso de cumplir las metas para poder concluir a finales del 2012.
- Diversos instrumentos de planeación para apoyar el diseño de políticas y toma de decisión como la Estrategia de Cambio Climático para las Áreas Protegidas.

Sector	2050											
	Tasa de descuento 0.5%				Tasa de descuento 2%				Tasa de descuento 4%			
	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios
Agrícola	2.11%	2.82%	2.42%	2.45%	1.37%	2.44%	1.56%	1.79%	0.80%	1.07%	0.90%	0.92%
Agua	7.59%	7.59%	7.59%	7.59%	4.02%	4.02%	4.02%	4.02%	2.20%	2.20%	2.20%	2.20%
Uso de suelo	0.17%	0.37%	0.57%	0.37%	0.08%	0.18%	0.28%	0.18%	0.03%	0.07%	0.11%	0.07%
Biodiversidad	0.02%	0.05%	0.02%	0.03%	0.01%	0.03%	0.01%	0.02%	0.01%	0.02%	0.00%	0.01%
Turismo internacional	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Total</b>	<b>9.90%</b>	<b>10.84%</b>	<b>10.60%</b>	<b>10.45%</b>	<b>5.49%</b>	<b>6.68%</b>	<b>5.87%</b>	<b>6.01%</b>	<b>3.04%</b>	<b>3.36%</b>	<b>3.21%</b>	<b>3.20%</b>
Pecuario	1.10%	1.44%	1.24%	1.26%	0.71%	0.94%	0.80%	0.82%	0.41%	0.55%	0.46%	0.47%
Biodiversidad-indirecto	0.23%	0.42%	0.16%	0.27%	0.13%	0.16%	0.06	0.12	0.08%	0.01%	0.01%	0.03%
<b>Total (incluyendo pecuario y biodiversidad indirecto)</b>	<b>11.22%</b>	<b>12.70%</b>	<b>12.01%</b>	<b>11.98%</b>	<b>6.34%</b>	<b>7.78%</b>	<b>6.73%</b>	<b>6.95%</b>	<b>3.53%</b>	<b>3.92%</b>	<b>3.68%</b>	<b>3.71%</b>

Tomando en cuenta la columna del promedio de los escenarios y bajo una tasa de descuento de 2%, el estudio concluye que podría haber impactos de cambio climático en diversos sectores que representarían 6.95% del PIB en el 2050. Estos sectores incluyen agricultura, agua, uso de suelo, turismo y biodiversidad; todos ellos sectores clave para el país.

A través del PECC México se ha propuesto reducir 50 MtCO<sub>2e</sub> (millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente) por año a partir del 2012, generando beneficios, no sólo en términos de mitigación, sino para lograr mayor eficiencia energética, reducción de la deforestación, aprovechamiento sustentable de recursos naturales y reducción en la generación de desechos, entre otros. En materia de adaptación el PECC propone más de 20 medidas de reducción de la vulnerabilidad y un portafolio diversificado para fortalecer capacidades de adaptación y poder identificar la vulnerabilidad de los sitios y sectores prioritarios.

Más información: [www.cambioclimatico.gob.mx](http://www.cambioclimatico.gob.mx)

## Referencias

- Altieri, M.A. y P. Koohafkan 2008. *Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities*. Third World Network. Penang, Malaysia. 63 pp. [http://www.fao.org/nr/water/docs/Enduring\\_Farms.pdf](http://www.fao.org/nr/water/docs/Enduring_Farms.pdf)
- Altieri, M. A. y C.I. Nicholls, 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA, Revista de Agroecología*. Marzo 2009. 8 pp. <http://www.agroeco.org/socla/pdfs/leisa-campesino-cambio-climatico.pdf>
- Anderson, E.R., Cherrington, E.A., Flores, A.I., Perez, J.B., Carrillo, R. y E. Sempris, 2008. Potential impacts of Climate Change on biodiversity in Central America, México and the Dominican Republic. *CATHALAC / USAID*. Panama City. 105 pp. [http://www.cathalac.org/dmdocuments/2008/climate\\_biodiversity\\_cathalac\\_lowhres.pdf](http://www.cathalac.org/dmdocuments/2008/climate_biodiversity_cathalac_lowhres.pdf)
- Andrade Pérez, A., Herrera Fernández, B. y Cazzolla Gatti, R. (eds.), 2010. *Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field*. Gland, Switzerland: IUCN. 164 pp. <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2010-050.pdf>
- Awuor, C. y A. Hammill. 2010. Rain calendars: a tool for understanding changing rainfall patterns and effects on livelihoods. 5 pp. <http://pubs.iied.org/pdfs/G02822.pdf>
- Berry, P.M., Rounsevell, M.D., Harrison, P.A. y E. Audsley, 2006. Assessing the vulnerability of agricultural land use and species to climate change and the role of policy in facilitating adaptation. *Environmental Science & Policy*. 9(2006): 189-204. <http://ethree.com/downloads/Climate%20Change%20Readings/International%20Climate%20Policy/Berry%20-%20Vulnerability%20Agr%20land%20-%20species%20climate%20change.pdf>
- Bezaury-Creel, J., Ochoa, L. y J.F. Torres, 2007. *Áreas Naturales Protegidas Estatales, del Distrito Federal y Municipales de México*. CONABIO, CONANP, The Nature Conservancy, Pronatura A.C., México D.F. Formato CD. <http://www.participacionambiental.org.mx/WebANP1/index.html>
- Bizikova L., T. Neale y I. Burton 2008. *Canadian communities' guidebook for adaptation to climate change. Including an approach to generate mitigation co-benefits in the context of sustainable development*. First Edition. Environment Canada and University of British Columbia, Vancouver. 100 pp. <http://www.forestry.ubc.ca/LinkClick.aspx?fileticket=xsexCSatHjo%3D&tabid=2455&mid=5415>
- Bizikova, L. y L. Pintér, 2010. Participatory scenario development for climate change adaptation. *International Institute for Sustainable Development (IISD)*. [http://www.iisd.org/pdf/2011/participatory\\_scenario\\_development.pdf](http://www.iisd.org/pdf/2011/participatory_scenario_development.pdf)
- Broennimann, O., Treier, U.A., Müller-Schärer, H., Thuiller, W, Peterson, A.T. y A. Guisan, 2007. Evidence of climatic niche shift during biological invasion. *Ecology Letters*. 10:701-709. [http://doc.rero.ch/lm.php?url=1000,43,2,20070912154338-CY/muellerh\\_ecn.pdf](http://doc.rero.ch/lm.php?url=1000,43,2,20070912154338-CY/muellerh_ecn.pdf)
- Castillo, M., 2007. Memoria del Taller Internacional "Gestión del riesgo y adaptación al cambio climático en el sector agropecuario en las Subregiones Andino y Amazónica". Sede de la Secretaría de la CAN. GTZ. Lima, 11 al 13 de Septiembre 2007. 139 pp. <http://www.ibcperu.org/doc/isis/13826.pdf><http://www.ibcperu.org/doc/isis/13826.pdf>
- Chinvanno, S., 2008. *Quantitative Approach for Evaluating Risk, Social Vulnerability and Adaptation Measures to Climate Change Impact*. South Asia START Regional Center. Chulalongkorn University, Thailand. [http://www.iges.or.jp/en/cp/pdf/activity20/3\\_5\\_Chinvanno.pdf](http://www.iges.or.jp/en/cp/pdf/activity20/3_5_Chinvanno.pdf)
- CONANP, 2010. *Estrategia de Cambio climático para Áreas Protegidas*. SEMARNAT-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C., UASID-USFS-Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. 40 pp. <http://www.conanp.gob.mx/contenido/pdf/ECCAP%202011%20FINAL.pdf>
- CONANP, 2011a *Programa de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas del Caribe de México*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México. Serie Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas de México. No. 1, 109 pp. <http://conserveonline.org/workspaces/adapmex/documents/adaptacion-al-cambio-climatico-en-areas-protegidas-0/view.html>
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2011b. *Programa de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas del Complejo la Selva Maya*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México. Serie Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas del Sureste de México. No. 2, 86 pp. <http://conserveonline.org/workspaces/adapmex/documents/all.html>
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2011c. *Programa de Adaptación ante el Cambio Climático en Áreas Protegidas del Complejo la Sierra y Costa de Chiapas*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México. Serie Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas del Sureste de México. No. 3, 65 pp. <http://conserveonline.org/workspaces/adapmex/documents/all.html>
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2011d. *Programa de Adaptación al cambio climático Áreas Protegidas del Complejo de la Selva Zoque*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México. Serie Programa de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas del Sureste de México. No.42. México, 81 pp. <http://conserveonline.org/workspaces/adapmex/documents/adaptacion-al-cambio-climatico-en-areas-protegidas/view.html>

- Conde, C., Ferrer, R. y S. Orozco, 2006. Climate change and climate variability impacts on rainfed agricultural activities and possible adaptation measures: A Mexican study. *Atmósfera* 19 (3): 181-194. <http://www.ejournal.unam.mx/atm/vol19-3/ATM19303.pdf>
- Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (Coord.), 2010. Experiencias de educación, formación y sensibilización del público para la Adaptación al Cambio Climático y la Reducción del Riesgo de Desastres en América Latina y el Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. 127 pp. [http://unfccc.int/cc\\_inet/files/cc\\_inet/information\\_pool/application/pdf/experiencias\\_en\\_america\\_latina.pdf](http://unfccc.int/cc_inet/files/cc_inet/information_pool/application/pdf/experiencias_en_america_latina.pdf)
- Conservation Measures Partnership, 2007. Estándares Abiertos para la Conservación. USAID. [http://www.conservationmeasures.org/wp-content/uploads/2010/04/CMP\\_Open\\_Standards\\_Version\\_2\\_Spanish.pdf](http://www.conservationmeasures.org/wp-content/uploads/2010/04/CMP_Open_Standards_Version_2_Spanish.pdf)
- Dawson, T., Jackson, S.T., House, J., Colin, I y G. M. Mace, 2011. Beyond predictions: Biodiversity conservation in a changing climate. *Science*. 332(53): 53-58.
- Dazé, A., K. Ambrose y C. Ehrhart, 2009. Manual para el Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática. CARE. 42 pp. [http://www.careclimatechange.org/files/adaptation/CARE\\_CVCA\\_Handbook-2009-Spanish.pdf](http://www.careclimatechange.org/files/adaptation/CARE_CVCA_Handbook-2009-Spanish.pdf)
- Dudley, N., S. Stolton, A. Belokurov, L. Krueger, N. Lopoukhine, K. MacKinnon, T. Sandwith y N. Sekhran (Eds.), 2010. *Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change*. IUCN / WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF, Gland, Switzerland, Washington DC and New York, USA. 126 pp. [http://cmsdata.iucn.org/downloads/natural\\_solutions.pdf](http://cmsdata.iucn.org/downloads/natural_solutions.pdf)
- Dunning, M. y S. Durden, 2011. *Social Vulnerability Analysis Methods for Corps Planning Mark US Army Corps of Engineers, IWR*. USACE CAMPAIGN PLAN Goal 2: Systems Approach. 92 pp. <http://www.iwr.usace.army.mil/docs/iwrreports/2011-R-07.pdf>
- FAO, 2007. *Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: Perspective, framework and priorities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Interdepartamental Working Group in Climate Change. Rome. 24 pp. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/j9271e/j9271e.pdf>
- FAO, 2010. *Data, tools and methods for agriculture and planning of climate change adaptation practices*. Climate, Energy and Tenure Division (NRC). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/climatechange/20976-0381c1f0c1b89be3ea31a467ad5fd74dc.pdf>
- Füssel, Hans-Martin. 2010. *Review and quantitative analysis of indices of climate change exposure, adaptive capacity, sensitivity, and impacts*. World Development Report 2010. [http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1255547194560/WDR2010\\_BG\\_Note\\_Fussel.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1255547194560/WDR2010_BG_Note_Fussel.pdf)
- Gill, R.B., 2000. *Las grandes sequías mayas: Agua, vida y muerte*. Fondo de Cultura Económica. México. 561 pp.
- Glick, P., Staudt, A. y B. Stein, 2009. *A New Era for Conservation: Review of Climate Change Adaptation Literature*. National Wildlife Federation. March 12, 2009. 69 pp. <http://www.nwf.org/~media/PDFs/Global%20Warming/Reports/NWFClimateChangeAdaptationLiteratureReview.ashx>
- Glick, P., B.A. Stein, y N.A. Edelson (eds.), 2011. *Scanning the Conservation Horizon: A Guide to Climate Change Vulnerability Assessment*. National Wildlife Federation, Washington, D.C. 168 pp. <http://www.nwf.org/vulnerabilityguide>
- Gobierno del Estado de Chiapas, CI, PNUD, CONANP, FIECH, ECOSUR, UACH, CATIE, 2011. *Estrategia del sector cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. 79 pp. <http://www.cambioclimaticochiapas.org/portal/descargas/EstrategiaCCCHIAPAS280611v1.pdf>
- Granizo, T., Molina, M., Secaira, E., Herrera, B., Benítez, S., Maldonado, O., Libby, M., Arroyo, P., Isola, S. y M. Castro, 2006. *Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA*. Quito: TNC y USAID. 204 pp. [http://www.parksinperil.org/espanol/files/sam\\_k\\_1\\_manual\\_pca\\_spanish.pdf](http://www.parksinperil.org/espanol/files/sam_k_1_manual_pca_spanish.pdf)
- Grotberg, E.H., 1996. *The International Resilience Project: Research and Application*. Civitan International Research Center, UAB. <http://resilnet.uiuc.edu/library/grotb96a.html>
- GTZ, 2009. *Adaptación al cambio climático para pequeños productores (AdapCC): Un caso piloto del sector del café en Chiapas / México*. Sector Adaptación al Cambio Climático en Agricultura / Proyecto de Cooperación Pública-Privada (PPP). <http://www.adapcc.org/es/mexico.htm>
- Heller, N.E. y E. S. Zavaleta, 2009. *Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations*. *Biological Conservation*. 142: 14-32.
- Hellmann, J.J., Byers, J.E., Bierwagen, B.G. and J.S. Dukes, 2008. *Five potential consequences of climate change for invasive species*. *Conservation Biology*. 22(3): 534-543.
- Hellmuth, M.E., Moorhead, A., Thomson, M.C., y Williams, J. (eds.) 2007. *Climate Risk Management in Africa: Learning from Practice*. International Research Institute for Climate and Society (IRI), Columbia University, New York, USA. 104 pp. [http://www.fanrpan.org/documents/d00255/1-Climate-risk\\_Africa\\_2007.pdf](http://www.fanrpan.org/documents/d00255/1-Climate-risk_Africa_2007.pdf)
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones y A. Jarvis, 2005. *Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas*. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978. [http://www.worldclim.org/worldclim\\_IJC.pdf](http://www.worldclim.org/worldclim_IJC.pdf)



- Hoegh-Guldberg, O., Hughes, L., McIntyre, S., Lindenmayer, D. B., Parmesan, C., Possingham, H. P. y Thomas, C. D., 2008. Assisted colonization and rapid climate change. *Science*, 321, 345-346.
- Holling, C.S., 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4:1-23. <http://www.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents/RP-73-003.pdf>
- Hunter, M.L., 2007. Climate Change and Moving Species: Furthering the Debate on Assisted Colonization. *Conservation Biology* Volume 21, No. 5, 1356–1358.
- International Institute for Environment and Development, 2009. Participatory learning and action: Community-based adaptation to climate change. No. 60. 220 pp. <http://pubs.iied.org/pdfs/14573IIED.pdf>
- IPCC, 2001a. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.G. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, y C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos, 881 pp. [http://www.csun.edu/~hmc60533/CSUN\\_630E\\_S2004/climate%20change/climate\\_change\\_2001\\_tech\\_summary.pdf](http://www.csun.edu/~hmc60533/CSUN_630E_S2004/climate%20change/climate_change_2001_tech_summary.pdf)
- IPCC, 2001b. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [McCarthy, J.J., O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken, y K.S. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos, 1031 pp. <http://unfccc.int/resource/docs/publications/impacts.pdf>
- IPCC, 2001c. Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz, B., O.R. Davidson, R. Swart, y J. Pan (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos, 752 págs.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge. <http://www.offnews.info/downloads/IPCC2007II.pdf>
- IUCN, 2009. Capacitación y aplicación de la herramienta CRISTAL (Community-based Risk Screening Tool - Adaptation & Livelihoods). 21 – 24 Septiembre, 2009 - San Marcos, Guatemala. Comunidad San Pablo, Departamento de San Marcos, Guatemala. Proyecto Tacaná II. Informe. 28 pp. [http://www.iisd.org/cristaltool/documents/informe\\_cristal\\_tacana\\_sept2009.pdf](http://www.iisd.org/cristaltool/documents/informe_cristal_tacana_sept2009.pdf)
- Justus, J. y S. Sarkar. 2002. "The Principle of Complementarity in the Design of Reserve Networks to Conserve Biodiversity: A Preliminary History," *Journal of Biosciences* 27: 421 – 435. <http://uts.cc.utexas.edu/~consbio/Cons/Justus.Sarkar.2002.pdf>
- Kareiva, P., Enquist, C., Johnson, A., Julius, S.H., Lawler, J., Petersen, B., Pitelka, L., Shaw, R., y West, J., 2009. Synthesis and Conclusions, Chapter 9. In Preliminary review of adaptation options for climate-sensitive ecosystems and resources: Final Report, Synthesis and Assessment Product 4.4. <http://downloads.climate-science.gov/sap/sap4-4/sap4-4-final-report-Ch9-Synthesis.pdf>
- Kelley, C.; Garson, J.; Aggarwal, A.; y Sarkar, S. 2002. Place prioritization for biodiversity reserve network design: a comparison of the SITES and ResNet software packages for coverage and efficiency. *Diversity and Distributions* 8: 297-306. <http://uts.cc.utexas.edu/~consbio/Cons/Kelley.etal.2002.pdf>
- Kovats, S., K. L. Ebi y B. Menne, 2003. Methods of assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change. WMO-UNEP. Health and Global Environmental Change Series No. 1. 108 pp. [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0009/91098/E81923.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/91098/E81923.pdf)
- Kropp, J. y M. Scholze, 2009. Climate Change Information for Effective Adaptation: A Practitioner's Manual. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Climate Protection Programme. 57 pp. <http://ccsl.iccip.net/gtz2009-0175en-climate-change-information.pdf>
- Low, T., 2008. Climate Change and Invasive Species: A review of interactions. Biological Diversity Advisory Committee. Commonwealth of Australia, 2008 Workshop report November 2006. Australia. 30 pp. <http://www.environment.gov.au/biodiversity/publications/pubs/interactions-cc-invasive.pdf>
- Magaña, V., 2010. Guía para generar y aplicar escenarios probabilísticos regionales de cambio climático en la toma de decisiones. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México. 79 pp. [http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/2010\\_guia%20escenarios\\_cc.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/2010_guia%20escenarios_cc.pdf)
- Magaña, V. y E. Caetano, 2007. Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por estado y por sector. Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM. Dirección General de Investigación sobre Cambio climático Instituto Nacional de Ecología. México. 41 pp. <http://zimbra.ine.gob.mx/escenarios/>
- March, I.J., Echeverría, Y. y H. Cabral, 2010. Catálogo de Estrategias Generales de Adaptación para la Conservación de la Biodiversidad, el Mantenimiento de Ecosistemas Funcionales y sus Servicios frente a los impactos del Cambio climático" (Versión 2.0). The Nature Conservancy. Programa México y Norte de Centro América. Octubre 2010. 12 pp.
- McLachlan, J.S., Hellmann, J.J. y M.W. Schwartz, 2007. A Framework for Debate of Assisted Migration in an Era of Climate Change. *Conservation Biology*. Volume 21, No. 2, 297–302.
- McLeod, E. and Salm, R. V., 2006. Managing Mangroves for Resilience to Climate Change. IUCN, Gland, Switzerland. 64 pp. <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2006-041.pdf>

- Montero, M.J., Martínez, J., Castillo, N. y B. Espinoza, 2010. Escenarios climáticos en México proyectados para el Siglo XXI: precipitación y temperatura máxima y mínima. En: Martínez Austria, P. y C. Patiño (eds.). Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México. Vol. III. SEMARNAT. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. Pp. 39-64. [http://www.imta.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=645](http://www.imta.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=645)
- Moss, R. y S. Schneider, 2000. Uncertainties in the IPCC TAR: recommendations to Lead Authors for more consistent assessment and reporting. En: Guidance Papers on the Cross-Cutting Issues of the Third Assessment Report of the IPCC [Pachauri, R., T. Taniguchi, y K. Tanaka (eds.)]. Grupo de Expertos Intergubernamentales sobre Cambio Climático, Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, Pp. 33-51. <http://www.gispri.or.jp>
- Moss R. H., Brenkert A. L. y E. L. Malone, 2001. Vulnerability to climate change: A quantitative approach. September 2001. U.S. Department of Energy. USA. 70 pp. [http://www.globalchange.umd.edu/data/publications/Vulnerability\\_to\\_Climate\\_Change.PDF](http://www.globalchange.umd.edu/data/publications/Vulnerability_to_Climate_Change.PDF)
- Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grübler, T.Y. Jung, T. Kram, E.L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Raihi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor, y Z. Dadi, 2000. Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos, 599 pp.
- Nelson, G., M. W. Rosegrant, J. Koo, R. Robertson, T. Sulser, T. Zhu, C. Ringler, S. Msangi, A. Palazzo, M. Batka, M. Magalhaes, R. Valmonte-Santos, M. Ewing y D. Lee, 2009. Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. International Food Policy Research Institute. Washington, D.C. September 2009. 19 pp. <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/pr21.pdf>
- Orellana, R., Espadas, C., Conde, C. y C. Gay, 2009. Atlas del Cambio climático en la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Mérida, Yucatán. México. 111 pp.
- Padgham, J., 2009. Agricultural development under a changing climate: Opportunities and challenges for adaptation. The World Bank. Washington, D.C., 169 pp. [http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/climate\\_change\\_combined.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/climate_change_combined.pdf)
- Poiani, K. y B. Richter, 1998. Paisajes funcionales y la conservación de la biodiversidad. Documentos de trabajo para la ciencia de la conservación. 12 pp. <http://www.ccad.ws/documentos/proyectos/proarca/Herramientas/funciones.pdf>
- Poiani, K.A., Goldman, R.L., Hobson, J., Hoekstra, JM. y K. S. Nelson, 2011. Redesigning biodiversity conservation projects for climate change: Examples from the field. *Biodiversity Conservation*. 20:185-201.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2004. La Reducción de Riesgos de Desastres: Un desafío para el desarrollo. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Dirección de Prevención de Crisis y de Recuperación. NY. 146 pp. [http://www.undp.org/cpr/disred/documents/publications/rdr/espanol/rdr\\_esp.pdf](http://www.undp.org/cpr/disred/documents/publications/rdr/espanol/rdr_esp.pdf)
- Root, T.L. y S. H. Schneider, 2006. Conservation and Climate Change: the Challenges ahead. *Conservation Biology* Volume 20, No. 3, 706-708.
- Sandwith, T., 2009. Ecosystem-Based Adaptation: An Introduction to Benefits and Key Principles. The Nature Conservancy, Arlington, VA, 5 pp.
- Stachowicz, J.J., Terwin, J.R., Whitlatch, R.B. y R.W. Osman, 2002. Linking climate change and biological invasions: Ocean warming facilitates non-indigenous species invasions. *PNAS* 99(24): 15497-15500. [http://www.eve.ucdavis.edu/stachowicz/papers/Stachowicz\\_et\\_al\\_2002\\_pnas.pdf](http://www.eve.ucdavis.edu/stachowicz/papers/Stachowicz_et_al_2002_pnas.pdf)
- Tejeda-Martínez, A. y C. Conde (Coord.), 2008. Guía para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC). Versión 3.0. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Veracruzana y Centro de Ciencias de la Atmósfera- UNAM. 90 pp. [http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/descargas/guias\\_prog\\_est.pdf](http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/descargas/guias_prog_est.pdf)
- The H. John Heinz III Center For Science, Economics and the Environment, 2009. Strategies for Managing the Effects of Climate Change on Wildlife and Ecosystems. Washington, D.C. 48 pp. [http://www.heinzctr.org/Major\\_Reports\\_files/Strategies%20for%20Managing%20the%20Effects%20of%20Climate%20Change%20on%20Wildlife%20and%20Ecosystems.pdf](http://www.heinzctr.org/Major_Reports_files/Strategies%20for%20Managing%20the%20Effects%20of%20Climate%20Change%20on%20Wildlife%20and%20Ecosystems.pdf)
- Trosper, R. L., 2002. Northwest Coast indigenous institutions that supported resilience and sustainability. *Ecological Economics* 41:329-344.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2008. Effects of climate change for aquatic invasive species and implications for management and research. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/R-08/014. 337 pp. Available from the National Technical Information Service, Springfield, VA, and online at <http://www.epa.gov/ncea>.
- Villers, L., Arizpe, N., Orellana, R. y J. Hernández, 2009. Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. *Interciencia*. 34(5): 322-329.
- Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. Kinzig. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9(2): 5. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>
- Wongbusarakum, S. y C. Loper, 2011. Indicators to assess community level social vulnerability to climate change: An addendum to SocMon and SEM Pasifika regional socioeconomic monitoring guidelines. April 2011. CRISP, SPEP PROE, TNC, SocMon, NOAA. <http://www.socmon.org/download.ashx?docid=64623>



## Anexo 1. Glosario de términos y conceptos seleccionados relacionados con el cambio climático

**Aclimatación.** Adaptación fisiológica a las variaciones climáticas (IPCC, 2001a, b, c).

**Actividad solar.** El Sol presenta períodos de gran actividad que se observan en una serie de manchas solares, además de producción radiactiva, actividad magnética, y emisión de partículas de gran energía. Estas variaciones tienen lugar en una serie de escalas temporales que van desde millones de años a minutos. Véase también Ciclo solar (IPCC, 2001a, b, c).

**Adaptación.** Ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada (IPCC, 2001a, b, c).

**Adicionalidad.** Reducción de las emisiones de las fuentes o mejoramiento de la eliminación por sumideros, que es adicional a la que pudiera producirse en ausencia de una actividad de proyecto en el marco de la Aplicación conjunta o el Mecanismo para un Desarrollo Limpio, tal como se definen en los artículos del Protocolo de Kioto sobre Aplicación Conjunta y Mecanismo para un Desarrollo Limpio. Esta definición se puede ampliar para incluir tecnologías, inversiones y mecanismos de financiación adicionales. En virtud de la 'adicionalidad financiera', la financiación de la actividad de proyecto será adicional a las otras fuentes, que sean el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), otros compromisos financieros de las Partes incluidas en el Anexo I, Ayuda Oficial para el Desarrollo o cualquier otro sistema de cooperación. En virtud de la 'adicionalidad de inversión', el valor de la Unidad de Reducción de Emisiones / Unidad Certificada de Reducción de Emisiones mejorará en gran medida la viabilidad financiera y/o comercial del proyecto. En virtud de la 'adicionalidad tecnológica', la tecnología utilizada para el proyecto será la mejor disponible dada las circunstancias de la Parte beneficiaria del proyecto (IPCC, 2001a, b, c).

**Aerosoles.** Grupo de partículas sólidas o líquidas transportadas por el aire, con un tamaño de 0,01 a 10 mm, que pueden sobrevivir en la atmósfera al menos durante unas horas. Los aerosoles pueden tener

un origen natural o antropogénico. Los aerosoles pueden tener influencia en el clima de dos formas diferentes: directamente, por dispersión y absorción de la radiación, e indirectamente, al actuar como núcleos de condensación en la formación de nubes o modificar las propiedades ópticas y tiempo de vida de las nubes. Véase Efectos indirectos de aerosoles (IPCC, 2001a, b, c).

**Albedo.** Fracción de radiación solar reflejada por una superficie u objeto. A menudo se expresa como porcentaje. Las superficies cubiertas por nieve tienen un alto nivel de albedo; el albedo de los suelos puede ser alto o bajo; las superficies cubiertas de vegetación y los océanos tienen un bajo nivel de albedo. El albedo de la Tierra varía principalmente debido a los niveles diferentes de nubes, nieve, hielo, vegetación y cambios en la superficie terrestre (IPCC, 2001a, b, c).

**Anegación.** Elevación del nivel de agua en relación con el de la tierra, por la cual zonas de tierra anteriormente secas se inundan como resultado de un hundimiento o una elevación del nivel del mar (IPCC, 2001a, b, c).

**Antropogénico.** Resultante o producido por acciones humanas (IPCC, 2001a, b, c).

**Biocombustible.** Combustible producido a partir de material seco orgánico o aceites combustibles producidos por plantas. Entre los ejemplos de biocombustibles se encuentran el alcohol, el licor negro proveniente del proceso de fabricación de papel, la madera y el aceite de soya (IPCC, 2001a, b, c).

**Cambio climático.** Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. Se debe tener en cuenta que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define 'cambio climático' como: 'un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables'. La CMCC distingue entre 'cambio climático' atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y 'variabilidad climática' atribuida a causas naturales. Véase también Variabilidad climática (IPCC, 2001a, b, c).

**Cambio climático rápido.** La no linealidad del sistema climático puede llevar a un rápido cambio climático, lo que se denomina a veces fenómenos repentinos o incluso sorprendidos. Algunos de dichos cambios repentinos pueden ser imaginables, por ejemplo la



rápida reorganización de la circulación termohalina, la rápida retirada de los glaciares, o la fusión masiva del permafrost, que llevaría a unos rápidos cambios en el ciclo de carbono. Otros pueden suceder sin que se esperen, como consecuencia del forzamiento fuerte y rápidamente cambiante de un sistema no lineal (IPCC, 2001a, b, c).

**Cambio eustático del nivel del mar.** Cambio en el nivel medio mundial del mar provocado por una alteración del volumen de los océanos en todo el mundo, a raíz de cambios en la densidad del agua o de su masa total. Cuando se habla de cambios a escalas temporales geológicas, este término incluye a veces cambios en el nivel medio del mar causados por la alteración de la forma de las cuencas oceánicas. En este informe, no se utiliza el término en este sentido (IPCC, 2001a, b, c).

**Cambio secular (relativo) del nivel del mar.** Alteración a largo plazo del nivel relativo del mar causada por cambios eustáticos (producidos por la expansión térmica) o cambios en los movimientos verticales de tierras (IPCC, 2001a, b, c).

**Capacidad de adaptación.** Capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas (IPCC, 2001a, b, c).

**Ciclo del carbono.** Término utilizado para describir el flujo de carbono (en varias formas, por ejemplo el bióxido de carbono) a través de la atmósfera, océanos, biosfera terrestre y litosfera (IPCC, 2001a, b, c).

**Circulación general.** Movimientos a gran escala de la atmósfera y los océanos como consecuencia del calor diferencial en la Tierra en rotación, con el objetivo de restablecer el equilibrio energético del sistema mediante el transporte de calor y el impulso (IPCC, 2001a, b, c).

**Circulación termohalina.** Circulación a gran escala impulsada por la densidad en el océano, causada por las diferencias en temperatura y salinidad. En el Atlántico Norte, la circulación termohalina consiste en el flujo de agua cálida en la superficie, hacia el Norte, y de agua fría en profundidad, que se desplaza hacia el Sur, lo que resulta en un transporte neto de calor hacia el polo. El agua de la superficie se hunde en algunas regiones muy confinadas localizadas en altitudes altas (IPCC, 2001a, b, c).

**Clima.** En sentido estricto, se suele definir el clima como 'estado medio del tiempo' o, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades pertinentes durante períodos que pueden ser de meses a miles o millones de años. El período normal es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Las

cantidades aludidas son casi siempre variables de la superficie (por ejemplo, temperatura, precipitación o viento), aunque en un sentido más amplio el 'clima' es una descripción (incluso una descripción estadística) del estado del sistema climático (IPCC, 2001a, b, c).

**CO<sub>2</sub> (bióxido de carbono) equivalente.** Concentración de bióxido de carbono que podría causar el mismo grado de forzamiento radiativo que una mezcla determinada de bióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero (IPCC, 2001a, b, c).

**Decoloración del coral.** Pérdida de color que resulta de una pérdida de algas simbióticas. La decoloración se produce como respuesta a un choque fisiológico producido por cambios repentinos de temperatura, salinidad y limpieza del agua; también referido como blanqueamiento (IPCC, 2001a, b, c).

**Desarrollo sostenible.** Desarrollo que atiende las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (IPCC, 2001a, b, c).

**Desastre natural.** Grave trastorno desencadenado por un fenómeno natural que provoca pérdidas humanas, materiales, económicas y ambientales, que exceden la capacidad de los afectados de lidiar con ellas (PNUD, 2004).

**Desertificación.** Degradación de las tierras en zonas áridas, semiáridas, y zonas subhúmedas secas como el resultado de diversos factores, que incluyen variaciones climatológicas y actividades humanas. Además, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación define la degradación de las tierras como una reducción o pérdida, en áreas áridas, semiáridas, y subhúmedas secas, de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras de cultivo regadas por lluvia o por aspersión, pastizales, pastos, bosques y zonas boscosas de como resultado del uso de las tierras o de un proceso o una serie de procesos determinados, entre los que se incluyen los producidos por actividades humanas y pautas de asentamiento; por ejemplo: i) la erosión del suelo causada por el viento y/o el agua; ii) el deterioro de las propiedades físicas, químicas, biológicas o económicas del suelo; y iii) la pérdida de vegetación natural a largo plazo (IPCC, 2001a, b, c).

**Detección y atribución.** El clima varía continuamente en todas las escalas temporales. La detección del cambio climático es el proceso que muestra que el clima ha cambiado en algún sentido definido estadísticamente, sin tener que aportar una razón para explicar dicho cambio. La atribución de causas del cambio climático es el proceso de establecer las causas más probables para los cambios detectados con un nivel de confianza definido (IPCC, 2001a, b, c).

**Efecto invernadero.** Los gases de efecto invernadero absorben la radiación infrarroja, emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a los mismos gases, y por las nubes. La radiación



atmosférica se emite en todos los sentidos, incluso hacia la superficie terrestre. Los gases de efecto invernadero atrapan el calor dentro del sistema de la troposfera terrestre. A esto se le denomina 'efecto invernadero natural.' La radiación atmosférica se vincula en gran medida a la temperatura del nivel al que se emite. En la troposfera, la temperatura disminuye generalmente con la altura. En efecto, la radiación infrarroja emitida al espacio se origina en altitud con una temperatura que tiene una media de  $-19^{\circ}\text{C}$ , en equilibrio con la radiación solar neta de entrada, mientras que la superficie terrestre tiene una temperatura media mucho mayor, de unos  $+14^{\circ}\text{C}$ . Un aumento en la concentración de gases de efecto invernadero produce un aumento de la opacidad infrarroja de la atmósfera, y por lo tanto, una radiación efectiva en el espacio desde una altitud mayor a una temperatura más baja. Esto causa un forzamiento radiativo, un desequilibrio que sólo puede ser compensado con un aumento de la temperatura del sistema superficie- troposfera. A esto se denomina 'efecto invernadero aumentado' (IPCC, 2001a, b, c).

**Elevación del nivel del mar.** Ascenso del nivel medio del océano. La elevación eustática del nivel del mar es un cambio en el nivel medio del mar producido por la alteración en el volumen mundial de los océanos. La elevación relativa del nivel del mar ocurre cuando existe una elevación neta del nivel del océano relacionado con movimientos locales de tierras. Las simulaciones climáticas se concentran sobre todo en la estimación eustática del cambio del nivel del mar. Los investigadores de impactos se centran en el cambio relativo del nivel del mar (IPCC, 2001a, b, c).

**El Niño Oscilación Meridional (ENOM).** El Niño, en su sentido original, es una corriente cálida que fluye periódicamente a lo largo de la costa de Ecuador y Perú, causando alteraciones en las pesquerías locales. Este fenómeno oceánico se asocia con una fluctuación de las pautas de presión intertropical en la superficie y la circulación en los Océanos Pacífico e Índico, llamada Oscilación Meridional, o ENOM. Durante el fenómeno de El Niño, los vientos imperantes se debilitan y la contracorriente del ecuador se refuerza, lo que provoca que las aguas cálidas superficiales de la zona de Indonesia fluyan hacia el Este y cubran las aguas frías de las corrientes de Perú. Este fenómeno tiene un gran impacto en los vientos, la temperatura de la superficie marina, y las pautas de precipitación del Pacífico tropical. Tiene efectos climáticos en toda la región del Pacífico y en muchas otras partes del mundo. El fenómeno opuesto a El Niño se llama La Niña (IPCC, 2001a, b, c).

**Emisiones.** En el contexto de cambio climático, se entiende por emisiones la liberación de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, en una zona y un período de tiempo específicos (IPCC, 2001a, b, c).

**Emisiones antropogénicas.** Emisiones de gases de efecto invernadero, de precursores de gases de efecto invernadero, y aerosoles asociados con actividades humanas. Entre estas actividades se incluyen la combustión de combustibles fósiles para producción de energía, la deforestación y los cambios en el uso de las tierras que tienen como resultado un incremento neto de emisiones (IPCC, 2001a, b, c).

**Escala espacial y temporal.** El clima puede variar en una amplia gama de escalas temporales y espaciales. Las escalas espaciales pueden variar entre locales (menos de  $100.000\text{ km}^2$ ), regionales ( $100.000$  a  $10$  millones de  $\text{km}^2$ ) y continentales ( $10$  a  $100$  millones de  $\text{km}^2$ ). Las escalas temporales pueden ser estacionales o geológicas (hasta cientos de millones de años) (IPCC, 2001a, b, c).

**Escenario climático.** Representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, basada en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construye para ser utilizada de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirve a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos. Las proyecciones climáticas sirven a menudo como materia prima para la construcción de escenarios climáticos, pero los escenarios climáticos requieren información adicional, por ejemplo, acerca del clima observado en un momento determinado. Un 'escenario de cambio climático' es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual (IPCC, 2001a, b, c).

**Escenario de emisiones.** Representación plausible de la evolución futura de las emisiones de sustancias que son, en potencia, radiativamente activas (por ejemplo, gases de efecto invernadero o aerosoles), basada en un conjunto de hipótesis coherentes e internamente consistentes sobre las fuerzas impulsoras de este fenómeno (tales como el desarrollo demográfico y socioeconómico, el cambio tecnológico) y sus relaciones clave. Los escenarios de concentraciones, derivados a partir de los escenarios de emisiones, se utilizan como insumos en una simulación climática para calcular proyecciones climáticas. En IPCC (1992), se utilizaron un conjunto de escenarios de emisiones como base para las proyecciones climáticas en IPCC (1996). Estos escenarios de emisiones se refieren a los escenarios IS92. En el Informe Especial del IPCC: Escenarios de Emisiones (Nakicenovic et al., 2000), se publicaron nuevos escenarios de emisiones, los llamados Escenarios del IEE. Para comprender algunos de los términos relacionados con estos escenarios, véase Escenarios del IEE (IPCC, 2001a, b, c).

**Escenario de forzamiento radiativo.** Representación plausible del desarrollo futuro del forzamiento radiativo asociado, por ejemplo, con cambios en la composición atmosférica o en el uso de las tierras,



o en factores externos como las variaciones en la actividad solar. Los escenarios de forzamiento radiativo se pueden utilizar como insumos en simulaciones climáticas simplificadas para el cálculo de proyecciones climáticas (IPCC, 2001a, b, c).

**Escenarios del IEEE.** Los Escenarios del IEEE son escenarios de emisiones desarrollados por Nakicenovic et al. (2000) y utilizados, entre otros, como base para la realización de proyecciones climáticas en la contribución del GTI del IPCC al Tercer Informe de Evaluación (IPCC, 2001a). Los siguientes términos son de gran importancia para comprender adecuadamente la estructura y el uso del conjunto de Escenarios del IEEE: Conjunto (de escenarios): Escenarios que tienen un guión semejante desde el punto de vista demográfico, económico, social y en cuanto a cambio técnico. Los escenarios del IEEE comprenden cuatro conjuntos de escenarios: A1, A2, B1, y B2. Grupo (de escenarios): Escenarios dentro de un conjunto que reflejan una variación constante del guión. El conjunto de los escenarios A1 incluye cuatro grupos designados A1T, A1C, A1G, y A1B que exploran estructuras alternativas de sistemas energéticos futuros. En el Resumen para Responsables de Políticas de Nakicenovic et al. (2000), los grupos A1C y A1G se han combinado en un grupo de escenarios A1FI 'que utiliza combustibles fósiles en gran medida'. Los otros tres conjuntos de escenarios tienen un grupo cada uno. La serie de escenarios del IEEE que se refleja en el Resumen para Responsables de Políticas de Nakicenovic et al. (2000) consiste en seis grupos de escenarios diferentes, todos ellos igualmente apropiados y que recogen de forma conjunta la gama de incertidumbres asociadas con los forzamientos impulsores y las emisiones. Escenarios ilustrativos: Escenario que son ilustrativos para cada uno de los seis grupos de escenarios reflejados en el Resumen para Responsables de Políticas de Nakicenovic et al. (2000). Incluyen cuatro marcadores de escenarios revisados para los grupos de escenarios A1B, A2, B1, B2, y dos escenarios adicionales para los grupos A1FI y A1T. Todos los grupos de escenarios son igualmente apropiados.

**Marcador (de escenario).** Escenario que se colocó originalmente, en forma de proyecto, en el sitio web del IEEE para representar un determinado conjunto de escenarios. La elección de los marcadores estaba basada en la cuantificaciones iniciales que mejor reflejaban la historia y las características de las simulaciones específicas. Los marcadores no tienen un mayor grado de probabilidad que los demás escenarios, pero el equipo de redacción del IEEE los considera ilustrativos de un guión determinado. Se incluyen en una forma revisada en Nakicenovic et al. (2000). Estos escenarios han sido objeto de un examen pormenorizado por parte de todo el equipo de redacción, además de un amplio proceso abierto por parte del IEEE. Los escenarios también se utilizan para ilustrar los otros dos

grupos. Guión (de escenario): Descripción narrativa de un escenario (o conjunto de escenarios) que subraya las principales características del escenario, las relaciones entre las principales fuerzas impulsoras y la dinámica de su evolución (IPCC, 2001a, b, c).

**Escorrentía.** Parte de las precipitaciones que no se evapora. En algunos países, la escorrentía abarca únicamente la escorrentía superficial (IPCC, 2001a, b, c).

**Escorrentía superficial.** Agua que se desplaza sobre la superficie del suelo a la corriente más próxima; escorrentía de una cuenca de desagüe que no ha pasado por debajo de la superficie desde las precipitaciones (IPCC, 2001a, b, c).

**Evaluación de la adaptación.** Práctica para la identificación de opciones que permitan la adaptación al cambio climático y la evaluación de dichas opciones en términos de criterios como disponibilidad, ventajas, costos, eficiencia y viabilidad (IPCC, 2001a, b, c).

**Evaluación de los impactos (climáticos).** Práctica para la identificación y evaluación de las consecuencias negativas y positivas del cambio climático en sistemas humanos y naturales (IPCC, 2001a, b, c).

**Expansión térmica.** En conexión con el nivel del mar, se refiere al aumento de volumen (y la disminución de densidad) que resulta del calentamiento del agua. El calentamiento del océano provoca una expansión del volumen del océano y, por lo tanto, una elevación del nivel del mar (IPCC, 2001a, b, c).

**Exposición.** El tipo y grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes (IPCC, 2001a, b, c).

**Exposición física.** Se entiende por exposición física el conjunto de personas u objetos expuestos a la amenaza (PNUD, 2004).

**Fenómenos meteorológicos extremos.** Fenómeno raro dentro de su distribución estadística de referencia en un lugar determinado. Las definiciones sobre lo que se considera 'raro' pueden variar, pero un fenómeno meteorológico extremo puede ser normalmente tan raro o más raro que el percentil 10° o 90°. Por definición, las características de una meteorología extrema varían según los lugares. Un fenómeno climático extremo es una media de una serie de fenómenos meteorológicos en un período concreto, media que de por sí es extrema (por ejemplo, la precipitación durante una estación) (IPCC, 2001a, b, c).

**Forzamiento radiativo.** Cambio en la irradiación neta vertical (expresada en  $Wm^{-2}$ ) en la tropopausa debido a un cambio interno o un cambio en el forzamiento externo del sistema climático (por ejemplo, un cambio en la concentración de dióxido de carbono o la potencia del Sol. Normalmente el forzamiento radiativo se calcula después de permitir que las temperaturas estratosféricas se reajusten



al equilibrio radiativo, pero manteniendo fijas todas las propiedades troposféricas en sus valores sin perturbaciones (IPCC, 2001a, b, c).

**Fuente.** Cualquier proceso, actividad o mecanismo que emite un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de gases de efecto invernadero o aerosoles en la atmósfera (IPCC, 2001a, b, c).

**Fuga.** Parte de las reducciones de emisiones en Países del Anexo B que se puede compensar con un aumento de las emisiones en los países no sujetos a limitaciones por encima de sus niveles básicos. Esto puede producirse por i) un traslado de la producción con alto coeficiente de energía a regiones no sujetas a restricciones; ii) un aumento del consumo de combustibles fósiles en estas regiones a raíz de la reducción internacional de precios de petróleo y gas impulsada por la menor demanda de estas energías; y iii) cambios en ingresos (y por lo tanto en la demanda de energía) debido a mejores condiciones comerciales. Por fugas también entendemos la situación por la que una actividad de secuestro de carbono (por ejemplo, la plantación de árboles) en un terreno desencadena, de forma inadvertida, ya sea directa o indirectamente, una actividad que, contrarresta parcial o totalmente los efectos de la actividad inicial en materia de carbono (IPCC, 2001a, b, c).

**Gama de tolerancia.** Variación en los estímulos climáticos que un sistema puede absorber sin que produzcan impactos importantes (IPCC, 2001a, b, c).

**Gas de efecto invernadero.** Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua ( $H_2O$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ), metano ( $CH_4$ ), y ozono ( $O_3$ ) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Además existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, de las que se ocupa el Protocolo de Montreal. Además del  $CO_2$ ,  $N_2O$ , y  $CH_4$ , el Protocolo de Kyoto aborda otros gases de efecto invernadero, como el hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC) (IPCC, 2001a, b, c).

**Gestión de riesgos climáticos (GRC).** La gestión de riesgos climáticos, es un término que engloba la adaptación al cambio climático, la gestión de riesgos, y los sectores del desarrollo. Es un enfoque de toma de decisiones que considera aspectos sensibles al clima para promover desarrollo sostenible reduciendo la vulnerabilidad asociada con el riesgo climático. La GRC implica estrategias “de las cuales no arrepentirse” (en inglés no regret)’

para maximizar los productos positivos y minimizar los productos negativos del desarrollo en las comunidades y sociedades en áreas sensibles al cambio climático como la agricultura, la seguridad alimentaria, los recursos hídricos, salud y otros. Las medidas o estrategias “no regret” significan tomar las decisiones relevantes en el sentido del cambio climático que de todas maneras hacen sentido desde el punto de vista del desarrollo, aunque la amenaza climática específica no se lleve a cabo en el futuro (Hellmuth et al., 2007).

**Gestión del riesgo de desastre.** El control sistemático de las decisiones administrativas, la organización, las capacidades y habilidades operativas para aplicar políticas, estrategias y la capacidad de supervivencia de la sociedad o los individuos, de manera de reducir los efectos de las amenazas de la naturaleza y los peligros asociados al medio ambiente y las tecnologías (PNUD, 2004).

**Incertidumbre.** Expresión del nivel de desconocimiento de un valor (como el estado futuro del sistema climático). La incertidumbre puede ser resultado de una falta de información o de desacuerdos sobre lo que se conoce o puede conocer. Puede tener muchos orígenes, desde errores cuantificables en los datos a conceptos o terminologías definidos ambiguamente, o proyecciones inciertas de conductas humanas. La incertidumbre se puede representar con valores cuantitativos (como una gama de valores calculados por varias simulaciones) o de forma cualitativa (como el juicio expresado por un equipo de expertos). Véase Moss y Schneider (2000) (IPCC, 2001a, b, c).

**Indicador por representación.** Un indicador del clima por representación es un registro local que se interpreta, utilizando principios físicos y biofísicos, para representar alguna combinación de variaciones relacionadas con el clima que han ocurrido tiempo atrás. Los datos relacionados con el clima extraídos de esta forma se llaman datos obtenidos por representación. Como ejemplos de estos indicadores pueden mencionarse los registros de anillos en árboles, las características de los corales y varios datos relacionados con testigos de hielo (IPCC, 2001a, b, c).

**Intrusión/invasión de agua salada.** Desplazamiento de agua dulce sobre la superficie o subterránea por el avance de agua salada debido a su mayor densidad, normalmente en zonas costeras o en estuarios (IPCC, 2001a, b, c).

**Mala adaptación.** Cualquier cambio en sistemas humanos o naturales que aumentan de forma inadvertida la vulnerabilidad a estímulos climáticos; adaptación que no consigue reducir la vulnerabilidad, sino que la aumenta (IPCC, 2001a, b, c).

**Marea de tempestad.** Elevación del nivel del mar en una localidad determinada, debido a condiciones meteorológicas extremas (baja presión atmosférica y/o fuertes vientos). La marea de tempestad se



define como el exceso de las variaciones del oleaje por encima del nivel esperado únicamente en ese lugar y momento (IPCC, 2001a, b, c).

**Medios de vida.** Las formas por las que un individuo o unidad familiar obtiene los medios para subsistir y desarrollarse de forma autónoma. Los recursos utilizados son las herramientas (habilidades, objetos, derechos, conocimientos, capital social) que hacen posible ganarse el sustento (PNUD, 2004).

**Mitigación.** Intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero (IPCC, 2001a, b, c).

**No linealidad.** Un proceso se denomina 'no lineal' cuando no existe una relación simple proporcional entre causa y efecto. El sistema climático contiene muchos procesos no lineales, lo que le convierte en un sistema con un comportamiento muy complejo. Dicha complejidad puede llevar a un rápido cambio climático (IPCC, 2001a, b, c).

**Parametrización.** En las simulaciones climáticas, este término se refiere a las técnicas de representación de los procesos que no pueden ser resueltos de forma explícita en la resolución espacial o temporal de la simulación (procesos de escala de subred), mediante las relaciones entre los efectos de las medias temporales o espaciales de dichos procesos de escala de subred y el flujo a una mayor escala (IPCC, 2001a, b, c).

**Precursores.** Compuestos atmosféricos que no son gases de efecto invernadero ni aerosoles, pero que tienen un efecto sobre las concentraciones de gases de efecto invernadero o aerosoles, al contribuir en los procesos físicos o químicos que regulan sus niveles de producción o destrucción (IPCC, 2001a, b, c).

**Predicción climática.** Resultado de un intento de producir la descripción o la mejor estimación de la evolución real del clima en el futuro (a escalas temporales estacionales, interanuales o a largo plazo). Véase también Proyección climática y Escenario (de cambio) climático (IPCC, 2001a, b, c).

**Proyección (genérica).** Evolución potencial futura de una cantidad o conjunto de cantidades, a menudo calculadas con la ayuda de una simulación. La proyección se diferencia de una 'predicción' para enfatizar que la proyección se basa en hipótesis sobre, por ejemplo, avances tecnológicos y socioeconómicos futuros, que se pueden o no realizar, y está sujeta a una gran incertidumbre. Véase también Proyección climática y Predicción climática (IPCC, 2001a, b, c).

**Proyección climática.** Proyección de la respuesta del sistema climático a escenarios de emisiones o concentraciones de gases de efecto invernadero y aerosoles, o escenarios de forzamiento radiativo, basándose a menudo en simulaciones climáticas. Las proyecciones climáticas se diferencian de las predicciones climáticas para enfatizar

que las primeras dependen del escenario de forzamientos radioactivo/emisiones/concentraciones/radiaciones utilizado, que se basa en hipótesis sobre, por ejemplo, diferentes pautas de desarrollo socioeconómico y tecnológico que se pueden realizar o no y, por lo tanto, están sujetas a una gran incertidumbre (IPCC, 2001a, b, c).

**Reducción del riesgo de desastre.** La elaboración y ejecución sistemáticas de políticas, estrategias y prácticas que reduzcan al mínimo las vulnerabilidades, las amenazas y la propagación de las repercusiones de los desastres en toda la sociedad, en el contexto amplio del desarrollo sostenible (PNUD, 2004).

**Resiliencia.** De la palabra de origen latino *resiliere*, término que quiere decir propiamente algo así como elasticidad, la cualidad que tienen algunos cuerpos de rebotar (*resiliere* significa aproximadamente "rebotar"). Resiliencia es la capacidad de un sistema de absorber una perturbación y re-organizarse durante un cambio en proceso, y mantener esencialmente su propia función, estructura, identidad y retroalimentación (Walker et al., 2004).

**Resiliencia social.** A partir del concepto de resiliencia ecológica, la resiliencia social se ha definido como la capacidad de los grupos o comunidades de amortiguar tensiones externas y disturbios como resultado de cambios sociales, políticos o ambientales (Adger, 2000). Se puede necesitar que estén presentes tres características generales de los sistemas sociales para dotar a las sociedades de resiliencia, éstas son: la capacidad de amortiguar la alteración, la capacidad de auto-organizarse y la capacidad de aprendizaje y adaptación (Trosper, 2002).

**Resistencia.** Cantidad de cambio que puede soportar un sistema sin que cambie con ello su estado (IPCC, 2001a, b, c).

**Respuesta climática.** Mecanismo de interacción entre procesos en el sistema climático, cuando el resultado de un proceso inicial desencadena cambios en un segundo proceso que, a su vez, afecta al primero. Una respuesta positiva intensifica el proceso original, y una negativa lo reduce (IPCC, 2001a, b, c).

**Riesgo.** La probabilidad de que se produzcan consecuencias perjudiciales, o eventuales pérdidas de vidas, heridos, destrucción de propiedades y medios de vida, trastornos de la actividad económica (o daños al medio ambiente), como resultado de la interacción entre las amenazas naturales o provocadas por las actividades humanas y las condiciones de vulnerabilidad. El riesgo se expresa convencionalmente mediante la ecuación: Riesgo = Amenaza x Vulnerabilidad (PNUD, 2004).

**Sensibilidad del clima.** En los informes del IPCC, la 'sensibilidad de equilibrio del clima' suele hacer referencia al cambio (en condiciones del equilibrio) de la temperatura media de la superficie mundial a raíz de una duplicación de la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> (o





de CO<sub>2</sub> equivalente). En términos más generales, hace referencia al cambio, en condiciones de equilibrio, de la temperatura del aire cuando el forzamiento radiativo varía en una unidad (°C/Wm<sup>-2</sup>). En la práctica, la evaluación de la sensibilidad del clima en condiciones de equilibrio requiere unas simulaciones muy extensas junto a simulaciones generales de circulación. La 'sensibilidad climática efectiva' es una medida relacionada con esto que sortea este requisito. Se evalúa a partir de una simulación para condiciones en evolución que no están en equilibrio. Es una medida de la fuerza de las respuestas en un momento determinado que pueden variar con el historial de los forzamientos y el estado climático. Véase Simulación climática (IPCC, 2001a, b, c).

**Sensibilidad.** Nivel en el que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados con el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en la producción de las cosechas en respuesta a la media, gama o variabilidad de las temperaturas ) o indirecto (los daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido a una elevación del nivel del mar). Véase también Sensibilidad climática (IPCC, 2001a, b, c).

**Simulación climática (jerarquía).** Representación numérica del sistema climático basada en las propiedades físicas, químicas, y biológicas de sus componentes, sus interacciones y procesos de respuesta, que incluye todas o algunas de sus propiedades conocidas. El sistema climático se puede representar por simulaciones de diferente complejidad— es decir, que para cualquier componente o combinación de componentes se puede identificar una 'jerarquía' de simulaciones, que varían en aspectos como el número de dimensiones espaciales, el punto en que los procesos físicos, químicos o biológicos se representan de forma explícita, o el nivel al que se aplican las parametrizaciones empíricas. Junto con las simulaciones generales de circulación atmosférica/oceánica/ de los hielos marinos (AOGCM) se obtiene una representación completa del sistema climático. Existe una evolución hacia simulaciones más complejas con química y biología activas. Las simulaciones climáticas se aplican, como herramienta de investigación, para estudiar y simular el clima, pero también por motivos operativos, incluidas las previsiones climáticas mensuales, estacionales e interanuales (IPCC, 2001a, b, c).

**Sistema climático.** Sistema muy complejo que consiste en cinco componentes principales: la atmósfera, la hidrosfera, la criosfera, la superficie terrestre y la biosfera, y las interacciones entre ellas. El sistema climático evoluciona en el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna debido a forzamientos externos (por ejemplo, erupciones volcánicas, variaciones solares, y forzamientos

inducidos por el hombre tales como la composición cambiante de la atmósfera y el cambio en el uso de las tierras) (IPCC, 2001a, b, c).

**Sumidero.** Cualquier proceso, actividad o mecanismo que retira de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de gases de efecto invernadero (IPCC, 2001a, b, c).

**Tiempo de respuesta.** El tiempo de respuesta o tiempo de ajuste es el tiempo necesario para que el sistema climático o sus componentes se reequilibren en un nuevo estado, tras unos forzamientos que resultan de procesos o respuestas internos y externos. Es muy diferente para los diversos componentes del sistema climático. El tiempo de respuesta de la troposfera es relativamente corto, de días a semanas, mientras que el de la estratosfera se equilibra en una escala temporal comprendida normalmente en unos pocos meses. Debido a su gran capacidad térmica, los océanos tienen un tiempo de respuesta mucho mayor, normalmente decenios, pero que pueden ser incluso siglos o milenios. Por lo tanto, el tiempo de respuesta del sistema conjunto superficie-troposfera es lento, si se compara con el de la estratosfera, y se encuentra determinado principalmente por los océanos. La biosfera puede responder rápidamente (por ejemplo, frente a sequías), pero su respuesta es también muy lenta para cambios impuestos. Véase Tiempo de vida para una definición diferente de tiempo de respuesta relacionado con la velocidad de los procesos que afectan a la concentración de gases traza (IPCC, 2001a, b, c).

**Troposfera.** Parte inferior de la atmósfera desde la superficie a 10 km de altitud en latitudes medias (entre 9 km en latitudes altas a 16 km en los trópicos) en donde están las nubes y ocurren los fenómenos 'meteorológicos'. En la troposfera, las temperaturas suelen descender con la altura (IPCC, 2001a, b, c).

**Variabilidad del clima.** La variabilidad del clima se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa). Véase también Cambio climático (IPCC, 2001a, b, c).

**Ventajas de la adaptación.** Costos por daños evitados o beneficios conseguidos por la incorporación y aplicación de medidas de adaptación (IPCC, 2001a, b, c).

**Vulnerabilidad humana.** Situación o proceso en que intervienen factores físicos, sociales, económicos y ambientales, que determina cuáles y cuántos daños podría acarrear una determinada amenaza (PNUD, 2004).



## Anexo 2) Definiciones de términos y valores para el análisis de amenazas

	<b>Alcance</b>	<b>Severidad</b>	<b>Irreversibilidad</b>
	Generalmente se define, espacialmente, como el alcance geográfico del impacto en el elemento de conservación en el sitio que razonablemente se puede esperar dentro de los siguientes 10 años, según las circunstancias actuales (es decir, dada la continuación de la situación existente).	El nivel de daño al elemento de conservación en el sitio que razonablemente puede esperarse dentro de los siguientes 10 años, según las circunstancias actuales (es decir, dada la continuación de la situación existente)	El grado al que los efectos de una amenaza pueden restaurarse
<b>Muy Alto</b>	Es probable que la presión sea muy amplia y dominante en su alcance y afecte al elemento de conservación en la mayoría de las incidencias del elemento en el sitio. 71-100 %	Es probable que la presión destruya o elimine el elemento de conservación en alguna parte de la incidencia del elemento en el sitio. Destruya o elimine al elemento en un 71-100 %	Los efectos de la amenaza no pueden revertirse y es muy poco probable que el elemento pueda restaurarse. Por ejemplo, humedales convertidos en centros comerciales.
<b>Alto</b>	Es probable que la presión sea muy amplia en su alcance y afecte al elemento de conservación en muchas de sus ubicaciones en el sitio. Entre 31 y 70 %	Es probable que la presión degrade seriamente el elemento de conservación en alguna parte de la incidencia del elemento en el sitio. Degrade o reduzca seriamente al elemento en un 31 y 70 %.	Técnicamente, los efectos de la amenaza pueden revertirse y el elemento puede restaurarse, pero prácticamente no se puede lograr, o puede tardar entre 21 y 100 años en lograrse. Por ejemplo, humedales convertidos a la agricultura
<b>Medio</b>	Es probable que la presión sea muy amplia en su alcance y afecte al elemento de conservación en algunas de sus ubicaciones en el sitio. Entre 11 y 30 %	Es probable que la presión degrade moderadamente el elemento de conservación en alguna parte de la incidencia del elemento en el sitio. Degrade o reduzca moderadamente al elemento entre un 11 y 30%	Los efectos de la amenaza pueden revertirse y el elemento puede restaurarse con un compromiso razonable de recursos, o puede tardar entre 6 y 20 años en lograrse. Por ejemplo, excavación de zanjas y drenaje de humedales.
<b>Bajo</b>	Es probable que la presión se localice en su alcance y que afecte al elemento de conservación en una parte limitada de la ubicación del elemento en el sitio. Entre 1 y 10 %	Es probable que la presión dañe levemente al elemento de conservación en alguna parte de la incidencia del elemento en el sitio. Degrade o reduzca levemente al elemento entre 1 y 10 %	Los efectos de la amenaza son fácilmente reversibles y el elemento puede restaurarse simplemente a un costo relativamente bajo o entre 0 y 5 años. Por ejemplo, vehículos que ingresan sin autorización en los humedales, o turistas que usan senderos que no deben de usar.



## Anexo 3. Criterios para priorizar estrategias de adaptación con base a un sistema de puntuación

### A. Impacto regional potencial

- A.1) Número de elementos de conservación analizados en el complejo a los que beneficia la estrategia. Umbrales: Bajo (1): 25 % o menos del total de elementos, Medio (2): Del 25 al 75 % del total de elementos, Alto (3): 75 % o más del total de elementos.
- A.2) Interdependencia de la estrategia con las actividades económicas preponderantes. Umbrales: Bajo (1), Medio (2), Alto (3).
- A.3) Total de superficie que podría impactar la estrategia. Umbrales: Bajo (1) 25 % o menos del total de la superficie del complejo; Medio (2) Del 25 al 75% del total de la superficie del complejo; Alto (3): 75 % o más del total de la superficie del complejo.
- A.4) Reducción del riesgo y de la vulnerabilidad social. Umbrales: Baja (1): beneficia a 25 % o menos del total de la población dentro de complejo; Media (2): beneficia a entre el 25 % y 75 % del total de las población dentro del complejo; Alta (3): beneficia a más del 75 % del total de la población dentro del complejo.

### B. Factibilidad

- B.1) Grado de conflicto potencial que puede tener la estrategia con el modelo de desarrollo regional actual. Umbrales: (1): Conflicto alto; (3): Conflicto medio; (6): Conflicto bajo.
- B.2) Capacidad instalada para implementar y/o coadyuvar en actividades de manejo que involucra la estrategia de adaptación: (En términos de personal y equipamiento del sector ambiental). Umbrales: Baja (1): No existe personal ni equipo suficiente para implementar la estrategia en el corto plazo; Media (2): El personal y equipo existente que podría contribuir a implementar la estrategia es insuficiente; Alta (3): Existe personal y equipo suficiente para implementar la estrategia en el corto plazo.
- B.3) Nivel de aceptación de la estrategia por parte de las comunidades y usuarios de los recursos en la región. Umbrales: Baja (1): Menos del 25 %; Media (2): Entre el 25 y el 75 %; Alta (3): Más del 75 %.
- B.4) Costos de implementación. Umbrales: Baja (1): No se cuenta con recursos financieros ni para personal, operación o equipamiento para implementar un proyecto piloto alineado a esta estrategia; Media (2): Se cuenta con recursos financieros para personal y/o equipamiento pero no para la operación de un proyecto piloto alineado a esta estrategia; Alta (3): Se cuenta con recursos financieros para personal, operación y equipamiento suficiente para implementar un proyecto piloto alineado a esta estrategia.
- B.5) Oportunidades actuales de financiamiento en CONANP y socios. Umbrales: Baja (1): No hay propuestas de proyectos relacionados a la estrategia; Media (2): Existen propuestas de proyectos compatibles con la estrategia y que ya están sometidas; Alta (3): Existen propuestas de proyectos compatibles con la estrategia ya aprobadas.
- B.6) Experiencia de manejo existente relacionada a la estrategia. Umbrales: Baja (1): Nula; Media (2): Poca experiencia; Alta (3) Amplia experiencia comprobada.

### C. Concurrencia institucional y apalancamiento

- C.1) Número de instituciones con interés en concurrir con la estrategia y con capacidades significativas para su implementación. Umbrales: Baja (1): No hay instancias interesadas en la implementación; Media (2): Existen algunas instancias interesadas; Alta (3): Hay muchas instancias interesadas en la implementación de la estrategia.

### D. Replicabilidad

- D.1) Número de ANP o superficie de conservación (Ha) que podrían adoptar esta estrategia. Umbrales: Baja (1): La estrategia solo puede ser aplicada a una sola ANP en sitios muy específicos; Media (2): La estrategia sólo puede ser aplicada a ANP de este complejo; Alta (3): La estrategia puede ser aplicada a otras áreas protegidas de otros complejos o regiones.



- D.2) Aplicabilidad de los mecanismos de implementación de la estrategia a otros elementos de conservación y regiones. Umbrales: Baja (1): La estrategia solo puede ser aplicada a un elemento o región de conservación; Media (2): La estrategia puede ser aplicada a más de un elemento o región de conservación. Alta (3): La estrategia puede ser aplicada a varios elementos y regiones de conservación

#### E. Viabilidad de monitoreo

- E.1) Existencia de iniciativas que pueden contribuir a monitorear y evaluar el desempeño e impacto de la estrategia. Umbrales: Baja (1): A nivel regional o nacional hay alguna iniciativa o plataforma de monitoreo relacionadas a los impactos que pretende enfrentar la estrategia pero la información no tiene la escala al detalle requerido. Media (2): En algún área fuera del complejo se realizan actividades de monitoreo que podrían servir de ejemplo para implementarlas en el complejo a través de una nueva iniciativa para dar seguimiento ya sea a los impactos estimados por el CC o al desempeño de las actividades de adaptación indicadas por la estrategia; Alta (3): En el complejo ya ocurren actividades de monitoreo que con algunos ajustes pueden contribuir a dar seguimiento ya sea a los impactos estimados por el cambio climático o al desempeño de las actividades de adaptación indicadas por la estrategia.

Nota: En la revisión y aplicación de criterios de puntuación, los participantes pueden decidir ponderar más unos criterios que otros y los puntos pueden multiplicarse por un factor de ponderación.

## Anexo 4. Propuesta de estructura para un programa de adaptación al cambio climático en un complejo de áreas protegidas con enfoque en México

La estructura es tan sólo indicativa y posiblemente no incluye otros campos de información que podrían ser considerados.

### 1.) Información básica

1.1)	Nombre del complejo	Nombre genérico que se le pudiera asignar y que resulte representativo para la región que abarca, por ejemplo "Selva Maya", "Selva Zoque", "Caribe Sur", "Litoral del Golfo de México", "Península de Baja California", "Río Bravo y Norte de Coahuila", etc
1.2)	Ubicación geográfica y delimitación	Descripción de su localización geográfica y su delimitación; para esto último se pueden usar ecorregiones de INEGI-CONABIO-INE (2007) <sup>23</sup> o bien las cuencas hidrográficas que pudieran resultar adecuadas. <sup>24</sup>
1.3)	Extensión aproximada del complejo	En km <sup>2</sup> o hectáreas, indicando la superficie bajo conservación que abarca el complejo y la de los paisajes circundantes.
1.4)	Áreas protegidas federales que abarca el complejo	Nombres, categorías y superficies de las áreas naturales protegidas del dominio federal que se incluyen dentro del complejo en cuestión.

<sup>23</sup> Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto Nacional de Ecología, 2007. Ecorregiones terrestres de México. Escala 1 : 1 000 000. México.

<sup>24</sup> Cotler, H. (Coord.), 2010. Las cuencas hidrográficas de México: Diagnóstico y priorización. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT-Fundación Gonzalo Río Arronte. México. 231 pp.



- 1.5) Otras áreas de conservación relacionadas con el complejo  
Nombres, categorías de manejo y superficies de las áreas protegidas estatales, municipales, privadas o comunitarias, Sitios Ramsar, áreas de restauración ecológica y de cualquier otro territorio o zona que cuente con algún tipo de protección (por ejemplo, rervas forestales, etc.).
- 1.6) Fecha del programa de adaptación en su versión más actualizada  
Se indica la fecha y versión del presente programa. Estos planes debieran ser actualizados al menos cada 3 años a la luz de nueva información y de modelos de escenarios climáticos más robustos.
- 1.7) Principales ecosistemas existentes dentro del complejo  
Se indican los principales ecosistemas con base a la nomenclatura que se considere más conveniente. Se señalan referencias de trabajos publicados que describen estos ecosistemas.
- 1.8) Principales eco-regiones incluidas en el complejo  
Nombres y claves (nivel 4) de las eco-regiones que corresponden al complejo según INEGI-CONABIO-INE, 2007.

## 2) Información climática

- 2.1) Principales tipos climáticos redomnantes en el complejo  
Se especifican los grandes tipos climáticos prevalectentes en el complejo según la clasificación más frecuentemente utilizada y funcional para el país respectivo.
- 2.2) Temperaturas medias mensuales promedio de los últimos 10 años  
Se indican para cada mes el promedio de los últimos 10 años de la temperatura media mensual.
- 2.3) Precipitación total mensual promedio de los últimos 10 años  
Se indican para cada mes el promedio de los últimos 10 años del total de precipitación total mensual.
- 2.4) Principales eventos meteorológicos extremos ocurridos durante los últimos 10 años  
Se señalan los principales eventos meteorológicos extremos registrados en el complejo para los últimos 10 años, indicando el año y mes de ocurrencia así como la categoría del evento, por ejemplo, Huracán Stan Octubre 2005 Categoría 4, etc.
- 2.5) Aspectos climáticos particulares  
Se señalan particularidades climáticas naturales que pudieran presentarse en el complejo, por ejemplo la ocurrencia de microclimas en cañones profundos, etc.
- 2.6) Principales anomalías climáticas estimadas para las próximas décadas  
Para completar este campo será fundamental revisar los mejores modelos existentes para la región en donde se ubica el complejo; se deberá especificar las anomalías al nivel más detallado que los modelos permitan, por ejemplo indicando las anomalías de temperatura y precipitación mensuales si esto es posible, esto en consideración de que el cambio climático puede afectar el comportamiento de estas variables meteorológicas a través del año.<sup>25</sup> También se pueden especificar anomalías estimadas en la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos



extremos. Se deben especificar los horizontes de tiempo en que se esperan ocurran estas anomalías. Es posible que los programas de acción ante el cambio climático que desarrollan los Estados (PACC) incluyan estimación de anomalías o al menos bases de datos a partir de las cuales estas pueden ser inferidas.

- 2.7) Principales anomalías hídricas estimadas para las próximas décadas Se indican las anomalías especificadas para la región del complejo según información disponible, por ejemplo en el Atlas de vulnerabilidad hídrica del IMTA, 2010.<sup>26</sup>

### 3) Impactos esperados del cambio climático sobre componentes de la biodiversidad en el complejo

- 3.1) Principales impactos estimados para ecosistemas específicos Con base en el desarrollo de hipótesis de cambio y análisis de vulnerabilidad, se identifican los impactos potenciales que el cambio climático puede tener de manera directa o indirecta en ecosistemas específicos del complejo; a las hipótesis de cambio se les asignan referencias de trabajos científicos que la respalden. Diversas herramientas en Internet pueden ser recursos importantes para estimar impactos del cambio climático, vulnerabilidad y medidas de adaptación.
- 3.2) Especies de flora y fauna con mayor vulnerabilidad a los impactos del cambio climático Con base a análisis de vulnerabilidad o estudios disponibles, se identifican aquellas especies con mayor vulnerabilidad a los impactos del cambio climático; eventualmente se puede utilizar la metodología propuesta por NatureServe<sup>27</sup> y que pudiera adaptarse a las condiciones locales.
- 3.3) Procesos ecológicos clave que podrían ser afectados por los impactos del cambio climático Con base en información científica se identifican procesos ecológicos (Ej. Polinización, regímenes naturales de fuego e inundación, ciclos fenológicos, etc.) que podrían afectarse significativamente por el cambio climático.
- 3.4) Especies migratorias que podrían ser afectadas por los impactos del cambio climático dentro de la geografía del complejo Las especies migratorias son compartidas entre dos o más naciones y su conservación implica una responsabilidad adicional, por lo que se debe especificar los impactos que podrían tener factores asociados al cambio climático dentro de la geografía abarcada por el complejo.

25 Anderson, E.R., Cherrington, E.A., Flores, A.I., Pérez, J.B., Carrillo, R. and E. Sempris, 2008. Potential impacts of Climate Change on biodiversity in Central America, Mexico and the Dominican Republic. CATHALAC / USAID. Panama City. 105 pp. [http://www.cathalac.org/dmdocuments/2008/climate\\_biodiversity\\_cathalac\\_lowhres.pdf](http://www.cathalac.org/dmdocuments/2008/climate_biodiversity_cathalac_lowhres.pdf). Magaña, V. y E. Caetano, 2007. Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por estado y por sector. Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM. Dirección General de Investigación sobre Cambio Climático Instituto Nacional de Ecología. México. 41 pp. <http://zimbra.ine.gob.mx/escenarios/>. Orellana, R., Espadas, C., Conde, C. y C. Gay, 2009. Atlas del Cambio climático en la Península de Yucatán. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY). Mérida, Yucatán. México. 111 pp.

26 Montero, M.J., Martínez, J., Castillo, N. y B. Espinoza, 2010. Escenarios climáticos en México proyectados para el Siglo XXI: precipitación y temperaturas máxima y mínima. En: Martínez Austria, P. y C. Patiño (eds.). Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México. Vol. III. SEMARNAT. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. Pp. 39-64.

27 Young, B., E. Byers, K. Gravuer, K. Hall, G. Hammerson and A. Redder, 2010. Guidelines for Using the NatureServe Climate Change Vulnerability Index. Release 2.0 27 April 2010. NatureServe 2010, Arlington, VA. 54 pp.; Climate Change Vulnerability Index, NatureServe, <http://www.natureserve.org/prodServices/climatechange/ClimateChange.jsp><http://www.natureserve.org/prodServices/climatechange/ClimateChange.jsp>



- 3.5) Amenazas independientes al cambio climático que podrían exacerbarse. Se indican las amenazas ya presentes en el complejo y que pueden exacerbarse con el cambio climático. Puede incluir una mayor recurrencia de incendios forestales, una mayor dispersión e impacto por especies invasoras o plagas forestales ya existentes en el complejo, etc.
- 3.6) Respuestas humanas potenciales al cambio climático que podrían presentarse y que podrían afectar la resiliencia de los ecosistemas. Se señalan respuestas humanas al cambio climático que se pudieran presentar potencialmente en la región abarcada por el complejo y que pudieran ser desfavorables para la conservación (mal-adaptación).

#### 4) Impactos esperados del cambio climático sobre las comunidades humanas y sus actividades

- 4.1) Riesgos y desastres por eventos meteorológicos extremos. Se identifican riesgos y vulnerabilidades de las comunidades humanas en las áreas protegidas y sus periferias inmediatas asociadas a factores vinculados con el cambio climático (Ej. Inundaciones, sequías, deslizamientos, etc.), y que pueden afectar el modo de vida de las comunidades.
- 4.2) Impactos del cambio climático sobre las actividades productivas dentro del complejo. Se identifican los impactos potenciales de factores asociados al cambio climático que pudiera afectar de manera significativa las actividades productivas y la infraestructura de la que éstas dependen. De manera similar a la identificación de impactos sobre los componentes de la biodiversidad, se pueden construir hipótesis de cambio apoyándose en herramientas como las disponibles en Internet.

#### 5) Principales estrategias de adaptación al cambio climático que podrían contribuir a mantener o incrementar la resiliencia de los ecosistemas y especies con mayor vulnerabilidad

- 5.1) Estrategias prioritarias de adaptación al cambio climático a ser desarrolladas para incrementar resiliencia en ecosistemas y especies. Con base a talleres de expertos y utilizando una metodología formal, con base a hipótesis de cambios respaldadas por estudios científicos, análisis de vulnerabilidad que pudieran existir y con base a la mejor información disponible se determinan estrategias de adaptación al cambio climático que incidan directamente en mantener o incrementar la resiliencia de ecosistemas y especies focales, particularmente especies clave. Se recomienda el uso de cadenas de resultados que faciliten identificar acciones estratégicas de manejo y de condiciones favorables.
- 5.2) Estrategias prioritarias de adaptación al cambio climático a realizarse para incrementar la resiliencia de actividades productivas y proteger la infraestructura a través de la adaptación a partir de ecosistemas. Con base en talleres de expertos, utilizando una metodología formal, y con base en la mejor información disponible se determinan estrategias de adaptación al cambio climático que incidan directamente en mantener o incrementar la resiliencia de las actividades productivas de las comunidades humanas que viven en las áreas protegidas o sus áreas de influencia. Se recomienda el uso de distintas herramientas que existen para el diseño de estas estrategias, como por ejemplo CRISTAL.<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Cristal, Community-based risk screening tool – Adaptation and Livelihoods, IISD, SEI, IUCN, Inter Cooperation (<http://www.cristaltool.org/http://www.cristaltool.org/>).

## 6) Actividades de manejo prioritarias y proyectos para la adaptación al cambio climático

- |       |   |  |
|-------|---|--|
| 6.1.) | Vinculación de las actividades de manejo con las estrategias para la adaptación.  | Utilizando matrices, se determina el nivel de vinculación que tienen las actividades previstas en el Programa de manejo de cada áreas protegida con las estrategias prioritarias identificadas.  |
| 6.2.) | Vinculación potencial de las estrategias de adaptación con los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático correspondientes. | Se indica la vinculación potencial que podría existir entre las estrategias prioritarias determinadas para el complejo con las estrategias, medidas y acciones de adaptación indicadas en los Programas de Acción ante el Cambio Climático (PACC) de las entidades federativas involucradas. |
| 6.3.) | Proyectos implementados o en proceso directamente relacionados con la adaptación al cambio climático                                    | Inventario de proyectos implementados o en proceso actual que contribuyen directamente a las estrategias de adaptación prioritarias identificadas para el complejo.  |

## 7) Conectividad ecológica

- |       |  |  |
|-------|--|--|
| 7.1.) | Corredores de conectividad ecológica   | Información sobre los diversos corredores ecológicos conformados por ecosistemas terrestres y acuáticos que dan conectividad ecológica hacia dentro y fuera del complejo; se debe contemplar la conectividad hidrológica (ríos); de existir información disponible, se detalla el nivel de solidez o fragmentación de los ecosistemas que otorgan conectividad. Eventualmente puede utilizarse herramientas como Fragstats <sup>29</sup> para contar con métricas que denoten el nivel de fragmentación de los ecosistemas a través de los paisajes. |
| 7.2.) | Programas y proyectos en implementación que se enfocan en mantener o consolidar la conectividad ecológica. | Se identifican programas o proyectos que se enfocan en mantener o consolidar la conectividad, incluyendo las acciones del Corredor Biológico Mesoamericano, los pagos por servicios ambientales, proyectos REDD y REDD+, etc.  |

## 8) Monitoreo y evaluación

- |       |  |  |
|-------|--|--|
| 8.1.) | Monitoreo de impactos asociados al cambio climático sobre la biodiversidad | Se determinan las prioridades de monitoreo que permitan evaluar y dimensionar los impactos de factores asociados al cambio climático, señalando protocolos específicos para las variables ambientales, grupos biológicos o especies de enfoque. Estos deberán estar respaldados por argumentos sólidos que justifiquen tanto la selección de variables y especies como también los métodos a utilizar. |
|-------|--|--|

29 FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps, <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html><http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>





- 8.2) Indicadores de impacto de factores asociados al cambio climático sobre los componentes de la biodiversidad  
Se determinan los indicadores a ser utilizados para medir los impactos del cambio climático sobre distintos niveles de la biodiversidad ; para el caso de ecosistemas costeros y marinos ya se han propuesto indicadores que potencialmente pueden ser aplicados en el corto plazo.<sup>30</sup>
- 8.3) Indicadores de resiliencia de ecosistemas y especies de enfoque dentro del complejo  
Se determinan indicadores que permitan evaluar el nivel de resiliencia de especies y ecosistemas de enfoque a través del tiempo, y que serán medidos tanto en zonas en donde se implementan medidas de adaptación como en otras que sirvan de testigo o control.

**9) Insumos de información y bases de datos existentes de utilidad para el programa de adaptación del complejo**

- 9.1) Bases de datos disponibles  
Inventario de bases de datos y de información geográfica digital, que resultan de utilidad para establecer líneas base, dar seguimiento a los impactos del cambio climático o evaluar el desempeño de las medidas de adaptación implementadas. Se debe detallar las características de cada base de datos e indicando quien la custodia.
- 9.2) Sistemas de monitoreo  
Información correspondiente a sistemas o plataformas de monitoreo sistemático que se practica en las áreas protegidas o sus áreas de influencia, así como en la región en que están inmersas, y que pueden ser utilizados para evaluar impactos y resiliencia de ecosistemas y especies.
- 9.3) Composición faunística y florística de los ecosistemas  
Inventario de estudios que describen la composición de especies de flora y fauna en los ecosistemas, que puede ser utilizada como un referente para nuevos inventarios que revelen cambios en la composición de las comunidades ecológicas, esto en consideración a que se asume que el cambio climático alterará este atributo de las comunidades naturales por los ajustes de distribución que se estima para muchas especies. En este espacio se incluyen las referencias de los trabajos que documentan la composición de las comunidades.
- 9.4) Estudios de vulnerabilidad de ecosistemas o especies presentes en el complejo.  
Listado de estudios que documentan la vulnerabilidad al cambio climático de ecosistemas o especies presentes en el complejo.
- 9.5) Información meteorológica  
Base de datos de información meteorológica correspondientes a estaciones meteorológicas del SMN,<sup>31</sup> tanto dentro de las áreas protegidas como en paisajes representativos que las rodeen dentro del complejo. Se debe contemplar la posibilidad de ampliar el registro de estaciones fijas utilizando estaciones portátiles en sitios estratégicos que puedan generar información valiosa para el monitoreo.

30 Azuz-Adeath, I., M. C. Arredondo-García, I. Espejel, E. Rivera-Arriaga, G. Seingier y J. L. Ferman., 2010b. Propuesta de indicadores de la Red Mexicana de Manejo Integrado Costero-Marino, p. 901-940. En: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, L. Alpuche Gual y G.J. Villalobos-Zapata (eds.). Cambio climático en México. Un enfoque costero-marino. Universidad Autónoma de Campeche, CetyS-Universidad, Gobierno del Estado de Campeche. México . Pp. 901-940.

31 Servicio Meteorológico Nacional, <http://smn.cna.gob.mx/>

## 10) Participación, coordinación institucional y financiamiento

- 10.1) Instituciones y organizaciones Que contribuyen o que pueden contribuir a la implementación de proyectos de adaptación, a promover condiciones favorables para ello o a registrar o monitorear de manera sistemática los impactos; se deben indicar todos los datos de las organizaciones involucradas, incluyendo el personal de estas que estará directamente involucrado en la implementación de las medidas de adaptación a través de proyectos definidos.
- 10.2) Instancias de participación y mecanismos de coordinación Se indican las instancias existentes que pueden promover la participación de instituciones, comunidades y sociedad en la implementación de medidas de adaptación, como por ejemplo los comités o consejos de cuenca, Consejos técnicos asesores de las áreas protegidas, comités de planeación, etc., o en su caso se puede proponer y describir nuevos mecanismos de coordinación que faciliten la implementación y monitoreo del programa de adaptación.
- 10.3) Fuentes y mecanismos potenciales de financiamiento Se deben contemplar toda una diversidad de mecanismos financieros que puedan contribuir para el costeo de las actividades de adaptación, incluyendo los sistemas de pago por servicios ambientales, compensaciones, proyectos de captura de carbono y REDD, fondos de agua, etc.

## 11) Capacidades instaladas y requeridas

- 11.1) Personal capacitado Listado y descripción del personal de CONANP a involucrarse en la promoción, implementación y monitoreo del programa de adaptación, así como de sus capacidades.
- 11.2) Necesidades de entrenamiento Necesidades importantes de entrenamiento que requiera el personal de CONANP y otras instituciones colaboradoras para adquirir capacidades requeridas para la implementación del programa de adaptación, sus proyectos y actividades.
- 11.3) Necesidades de personal Necesidades de personal calificado para que dentro de la CONANP realice funciones específicas directamente relacionadas con el programa de adaptación, su implementación y seguimiento.
- 11.4) Necesidades de equipamiento e infraestructura Necesidades de equipo e infraestructura para los equipos de manejo de las áreas protegidas del complejo, y que resulten indispensables para las actividades del programa de adaptación que están bajo la responsabilidad de la CONANP.
- 11.5) Necesidades de información Necesidades de información especializada que resulte requerida tanto para el diseño de actividades específicas de adaptación como para el monitoreo. Es recomendable incluir una lista de estudios y evaluaciones que se consideren necesarios para establecer líneas base, iniciar acciones de monitoreo sistemático, para contar con información sobre la vulnerabilidad de especies de enfoque, etc.

## 12) Programa de trabajo para la implementación del programa de adaptación

- 12.1) Programa de trabajo Se indica un programa de trabajo para la implementación de las medidas de adaptación indicando tiempos, costos y responsables de su implementación, para cada una de las actividades y proyectos.
- 12.2) Personal involucrado Se señala el personal de la CONANP e instituciones participantes en el programa que estarían a cargo de la implementación, la coordinación, el monitoreo y la evaluación de las actividades.



