



PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL COMPLEJO CUENCA DEL RÍO GRANDE



PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

COMPLEJO CUENCA DEL RÍO GRANDE

- Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena
- Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen
- Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004
Don Martín en lo respectivo a las subcuencas de los Ríos Sabinas, Álamo, Salado y Mimbres
- Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo
- Monumento Natural Río Bravo del Norte

Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo Cuenca del Río Grande

Primera Edición, 2014

D.R. 2014 Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Camino al Ajusco 200, Col. Jardines en la Montaña
C.P. 14210. Delegación Tlalpan. México, D.F.
www.conanp.gob.mx

Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.
Damas 49, Col. San José Insurgentes
C.P. 03900, Delegación Benito Juárez. México, D.F.
www.fmcn.org

Coordinación Institucional

Mariana Bellot Rojas, CONANP
Andrew Rhodes Espinoza, CONANP
Carlos Sifuentes Lugo, CONANP
Julio Carrera Treviño, CONANP
Jose A. Dávila Paulin, CONANP
Ángel Frías García, CONANP
Juan Manuel Frausto Leyva, FMCN

Autores

José Javier Ochoa Espinoza, CONANP
José Antonio Dávila Paulin, CONANP
Ángel Frías García, CONANP
Andrew Rhodes Espinoza, CONANP
Edgar González Godoy, CONANP
Fernando Camacho Rico, CONANP
Cristina Argudín Violante, CONANP
Juan Manuel Frausto Leyva, FMCN
Paola Bauche Pettersen, Consultora independiente

Coautores

Rogelio Carrera Treviño, UANL
Leticia Gómez Mendoza, UNAM
Víctor Magaña Rueda, UNAM

Cartografía

Alma Maya, Consultora Independiente

Coordinación editorial

Dirección de Comunicación y Cultura para la Conservación

Agradecimientos

Este Programa de Adaptación fue elaborado a través del Proyecto de Desarrollo de Capacidades para la Adaptación al Cambio Climático en la Región Noreste y Sierra Madre Oriental, ejecutado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en coordinación con el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. (FMCN) y con financiamiento de la agencia Parks Canada.

Por su apoyo y asesoría a Julio Carrera Treviño, Director Encargado del Área de Protección de Flora y Fauna Madeiras del Carmen y Ocampo, Ángel Frías, Director del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, José Antonio Dávila Paulin, Director del Área de Protección de Recursos Naturales Distrito de Riego 004 Don Martín.

Se agradece la contribución de las siguientes personas: Miriam Teresa Núñez López, Martín Cadena Salgado, Genoveva Trejo Macías, Francisco Torralba González, Macrina Jurado Infante y Claudia Castillo Jiménez, de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Vanessa Valdez del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza.

Agradecemos a la Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila, a su titular, la Biól. Eglantina Canales y a la M. en C. Alejandra Carrera. También, a la Dirección Regional Noreste y Sierra Madre Oriental de la CONANP.

Al Ejido Los Lirios, Ejido Nuevo Lajitas, Comunidad de Manuel Benavides y Sabinas por su participación en los talleres comunitarios.

Producción

SAKBE Comunicación para el Cambio Social
Alexis Bartrina
Alejandro García Vázquez

Créditos fotográficos

Archivo fotográfico CONANP

Forma de citar

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2014. Programa de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas del Complejo Cuenca del Río Grande. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	7
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. CAMBIO CLIMÁTICO Y POLÍTICAS PÚBLICAS	9
1.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS COMO INSTRUMENTO PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	10
2. OBJETIVO Y ALCANCES	11
3. MODELO DE ATENCIÓN DEL PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	12
4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	13
4.1. LA REGIÓN NORESTE Y SIERRA MADRE ORIENTAL (RNEYSMO)	13
4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA RNEYSMO	13
4.1.2. PRINCIPALES ECORREGIONES DE LA RNEYSMO	15
4.1.3. ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN EN LA RNEYSMO	20
4.2. COMPLEJO CUENCA DEL RÍO GRANDE	21
4.2.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES EN EL COMPLEJO	21
4.2.2. CARACTERÍSTICAS, AMENAZAS Y ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN EN EL COMPLEJO	24
5. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	27
5.1. VULNERABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS AL CAMBIO CLIMÁTICO	29
5.1.1. LA AMENAZA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	29
a) INFORMACIÓN CLIMÁTICA	29
b) ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO	30
5.1.2. IDENTIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LA RNEYSMO	33
5.1.3. ESTIMACIONES DE RIESGO	35
5.2. OBJETOS DE CONSERVACIÓN DEL COMPLEJO EN EL MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO	37
5.2.1. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN	37
5.2.2. OBJETOS DE CONSERVACIÓN EN EL COMPLEJO	38
5.2.3. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN	40
5.2.4. HIPÓTESIS DE CAMBIO DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN PRIORITARIOS	43
5.3. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LAS COMUNIDADES DEL COMPLEJO	44
6. RESULTADOS	49
6.1. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL COMPLEJO	49
6.2. LÍNEAS DE ACCIÓN Y ACTIVIDADES ESPECÍFICAS	53
6.3. PORTAFOLIO DE INVERSIÓN	55
7. MONITOREO, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO	58
8. CONCLUSIONES	60
9. REFERENCIAS	61
ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS	64
ANEXO 2. CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR TIPO DE ESTRATEGIA Y NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN	66

PRESENTACIÓN

A nivel internacional son muchos los esfuerzos que se realizan para reducir los impactos provocados por el calentamiento global, sin duda una de las amenazas más importantes a las que se enfrenta nuestra civilización. Uno de los esfuerzos más decididos es la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, que en su más reciente Conferencia de las Partes, la COP20 en Perú, consideró que la conservación y restauración de los ecosistemas es una de las estrategias más eficientes, no sólo para evitar las emisiones por deforestación y degradación, si no como estrategia de reducción de la vulnerabilidad de las comunidades humanas que dependen de ellos.

Atendiendo a lo anterior, el gobierno de México, publicó en el 2012 la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la cual constituye el documento rector para las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en el país. Derivado de la LGCC, se desprende la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC), dónde se establecen las prioridades nacionales en esta materia y se identifican las líneas de acción prioritarias para su atención. Con el fin de implementar la ENACC, el Gobierno de la República publicó el Programa Especial de Cambio Climático (PECC 2014-2018). Estos documentos señalan que las Áreas Naturales Protegidas (ANP) constituyen una oportunidad para aumentar la capacidad de adaptación de los ecosistemas y de las poblaciones humanas que habitan en ellas.

En el ámbito de la CONANP, se elaboró la Estrategia de Cambio Climático desde las ANP (ECCAP, 2014), la cual reconoce que desde estas áreas podemos asegurar y ampliar las acciones de conservación y restauración de los paisajes naturales y, por lo tanto, ampliar los servicios ambientales en beneficio de la población rural y urbana para la reducción de la vulnerabilidad, contribuyendo a la adaptación y mitigación del cambio climático a distintas escalas.

A partir de este marco normativo, surge la necesidad de elaborar Programas de Adaptación al Cambio Climático (PACC) en la Región Noreste y Sierra Madre Oriental (RNEYSMO), una de las regiones más vulnerables del país ante este fenómeno. Los PACC fueron elaborados para distintos Complejos de ANP que incluyen: el Complejo Cuatrociénegas, el Complejo Cuenca Mapimí, el Complejo Cuenca del Río Grande y el Complejo Cumbres de Monterrey- Sierra de Arteaga- Zapalinamé. Con este esfuerzo conjunto se espera reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las poblaciones humanas con un enfoque regional.

Los PACC son instrumentos que apoyan a los programas de manejo de las ANP en su componente de cambio climático; siendo además, de gran utilidad para que sus manejadores identifiquen las medidas de adaptación y líneas de acción que deben implementarse a corto, mediano y largo plazo para responder a los efectos del cambio climático.

La instrumentación de los PACC busca la participación de los diversos actores que inciden en el territorio. La fortaleza de estos programas reside en permitir, desde el ámbito de las distintas atribuciones institucionales, identificar las medidas de adaptación prioritarias e implementarlas, bajo el entendido que únicamente junto con la sociedad civil organizada, la academia, los distintos órdenes de gobierno y los legítimos poseedores del territorio, se podrá reducir la vulnerabilidad de las ANP, sus ecosistemas y de las comunidades humanas que dependen de ellos.

De esta manera, la CONANP invita a sus socios y a la población en general a colaborar no sólo en la instrumentación de las medidas propuestas en los PACC, sino en formar parte de los procesos de diseño de otros programas en las diferentes ANP del país contribuyendo a la conservación del Capital Natural de México.

Luis Fuego Macdonald

Comisionado Nacional

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Los efectos del cambio climático se presentan de forma cada vez más evidente, afectando a todos los sectores de la sociedad. Cada día son más las voces que solicitan la implementación de acciones ante este fenómeno que impacta a todas las escalas. En este sentido, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) protegen ecosistemas de alto valor que contribuyen a reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático y mitigar las emisiones de bióxido de carbono. Desde las ANP es posible crear nuevas pautas para mejorar la calidad de vida de la población urbana y rural.

Es por ello que la CONANP, en alianza con la Secretaría de Medio Ambiente del estado de Coahuila y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN), a través de la colaboración de la Agencia de Parques de Canadá (Parks Canada), elaboró el Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) del Complejo Cuenca del Río Grande.

Este documento integra información sobre escenarios climáticos y sus posibles efectos en los objetos de conservación prioritarios, así como en las actividades productivas que se realizan en el Complejo. A través de procesos participativos que involucraron a la comunidad científica, a tomadores de decisiones y a las comunidades rurales, se identificaron medidas de adaptación y líneas de acción que permitirán reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las comunidades humanas que habitan en el Complejo Cuenca del Río Grande.

El visualizar la conservación de los ecosistemas como una estrategia de adaptación, está alineado con lo establecido en la *Ley General de Cambio Climático* y la *Estrategia Nacional de Cambio Climático*, por lo que el PACC debe ser considerado como un elemento más para poder alcanzar las metas propuestas en la Estrategia Nacional y para el cumplimiento de la ley.

El PACC pretende brindar a los tomadores de decisión información oportuna sobre los impactos del cambio climático en las ANP, así como ayudar en los procesos de planeación y ejecución de actividades de mitigación y adaptación.

Durante la elaboración del PACC se identificó que los rodales de árboles de los géneros *Picea*, *Abies*, *Pseudotsuga* y *Pinus ponderosa*, a las poblaciones de castor (*Castor canadensis*) y de sabino (*Taxodium mucronatum*) como algunos de los objetos de conservación más vulnerables a los impactos del cambio climático. Para lograr su conservación se propone que se debe reducir la vulnerabilidad de *Abies*, *Picea*, *Pseudotsuga* y *P. ponderosa* ante incendios catastróficos, a través del manejo integral del fuego, asegurar la reproducción y viabilidad genética de las poblaciones de los géneros *Abies*, *Picea*, *Pseudotsuga* y del *Pinus ponderosa* de la región, y el desarrollo de un Programa de Manejo que promueva la protección de las poblaciones de *Taxodium mucronatum* como parte de las medidas prioritarias.

Este documento es una convocatoria al trabajo conjunto entre los actores que viven y dependen de los ecosistemas en las ANP, para lograr la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático, considerando la conservación de los ecosistemas y el desarrollo sustentable como eje principal. Asimismo, sienta un precedente a nivel nacional e internacional, esperando que pueda ser implementado por distintas instituciones de los tres órdenes de gobierno.

Eglantina Canales Gutiérrez
Secretaría de Medio Ambiente
Estado de Coahuila

RESUMEN EJECUTIVO

El gobierno de México reconoce al cambio climático como un problema ambiental global que tiene impactos sobre los recursos hídricos, los ecosistemas, la biodiversidad, los procesos productivos, la infraestructura, la salud pública y, en general, sobre los diversos componentes que configuran los procesos de desarrollo. Lo anterior, aunado a procesos de cambio de uso de suelo, deforestación y degradación incrementa la presión y los efectos adversos sobre los ecosistemas. Así, resulta necesario contar con instrumentos de planificación a diferentes escalas, que sirvan de ayuda para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático, con la finalidad de disminuir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia de los ecosistemas y las actividades de las comunidades humanas.

Surge así la necesidad de conocer los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas incluidos en las áreas naturales protegidas (ANP) y las actividades productivas de las comunidades humanas que las habitan. Es por ello que, la CONANP en reconocimiento a la importancia de las ANP como respuestas naturales para la adaptación y mitigación al cambio climático, elaboró la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP), la cual señala la elaboración de Programas de Adaptación al Cambio Climático (PACC) en ANP.

El presente PACC fue construido con un enfoque de paisaje y anidamiento que integra información pertinente sobre escenarios del clima y sus posibles efectos en la Región Noreste y Sierra Madre Oriental (RNEySMO), específicamente en la región Cuenca del Río Grande, en donde identifica los objetos de conservación prioritarios de cada una de las ANP incluidas y propone medidas de adaptación y líneas de acción para enfrentar los efectos del cambio climático e incrementar la resiliencia en los ecosistemas y la población humana.

Las ANP que se incluyen en el presente PACC y que conforman el Complejo Cuenca del Río Grande son: el Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Cañón de Santa Elena, APFF Maderas del Carmen, Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín en lo respectivo a las Subcuencas de los Ríos Sabinas, Álamo, Salado y Mimbres, APFF Ocampo y Monumento Natural Río Bravo Del Norte.

Este PACC es un instrumento de planeación que complementa los programas de manejo de las ANP y sirve como base para la toma de decisiones para implementar medidas y líneas de acción para la adaptación al cambio climático. Parte de un análisis de vulnerabilidad integral de amenazas climáticas y no climáticas en la RNEySMO, ante los objetos de conservación y las actividades productivas que ahí se realizan.

Los ecosistemas de la RNEySMO son amenazados actualmente por procesos de cambio de uso de suelo, deforestación y degradación, producto de actividades humanas no sustentables como la ganadería extensiva, la agricultura y la extracción de recursos naturales no reguladas. Si estos procesos continúan al ritmo que hasta hoy han tenido, los bienes y servicios que proveen los ecosistemas podrían verse afectados, lo que conllevaría el incremento de la vulnerabilidad de los sistemas naturales, las especies y las comunidades humanas.

Las proyecciones del clima al futuro cercano indican que la región noreste de México, así como la mayor parte del país, experimentará incrementos en su temperatura media anual, muy probablemente asociados con mayor frecuencia de episodios de temperatura máxima extrema (por encima de los 40°C) e incluso valores que superen los 50°C (Magaña, 2013). Respecto a la precipitación, las proyecciones señalan poca variación a las condiciones actuales. Sin embargo, bajo un escenario de cambio climático, la disponibilidad de agua podría disminuir, pues una superficie más caliente conduce a una mayor evapotranspiración, por lo que los escurrimientos e infiltraciones disminuirían. Esto generaría efectos negativos sobre los ecosistemas, los objetos de conservación y las actividades productivas, lo que incrementaría la presión sobre los recursos naturales, y por ende, podría conducir a tendencias de sobreexplotación, degradación e incluso pérdida permanente.

Las medidas de adaptación y las líneas de acción propuestas en este PACC están enfocadas al manejo sustentable de los recursos naturales, la conservación, rehabilitación y restauración de los ecosistemas, así como la creación y fortalecimiento de las capacidades técnicas de los equipos de las ANP y las comunidades humanas.

El PACC fue construido bajo un enfoque participativo que involucra a actores clave de diferentes sectores y disciplinas, en el marco de una colaboración público-privada con el apoyo de la cooperación internacional.

Este ejercicio técnico e institucional incorpora, a manera de innovación, un portafolio de inversión que da a conocer las necesidades de recursos para llevar a cabo las actividades prioritarias identificadas en este documento.

La primera aproximación arroja una demanda de recursos para las medidas de adaptación prioritarias del Complejo Cuenca del Río Grande (tabla 1), por lo que el trabajo no está concluido a partir de la publicación de este documento, por el contrario, inicia un proceso de aprendizaje, retroalimentación y construcción de sinergias que permitan reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las poblaciones humanas que dependen de ellos en las ANP de esta región.

TABLA 1. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PRIORITARIAS PARA EL COMPLEJO CUENCA DEL RÍO GRANDE
E INVERSIÓN NECESARIA PARA ADOPTAR LAS MEDIDAS (CIFRAS EN PESOS MEXICANOS).

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PRIORITARIAS	INVERSIÓN (\$MX)
Reducir la vulnerabilidad de <i>Abies</i> , <i>Picea</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>P. ponderosa</i> ante incendios catastróficos a través del manejo integral del fuego.	\$ 2,567,234
Asegurar la reproducción y viabilidad genética de las poblaciones de los géneros <i>Abies</i> , <i>Picea</i> , <i>Pseudotsuga</i> y del <i>Pinus ponderosa</i> de la región.	\$ 558,822
Desarrollar un Programa de Manejo que promueva la protección de las poblaciones de <i>Taxodium mucronatum</i> como parte de las medidas prioritarias.	\$ 1,519,216
Controlar las especies invasoras en la región.	\$ 389,140
Gran total	\$ 4,475,590

1. INTRODUCCIÓN



1.1. CAMBIO CLIMÁTICO Y POLÍTICAS PÚBLICAS

El cambio climático representa una de las principales amenazas ambientales del presente siglo para el capital natural y humano. En los últimos años el gobierno de México ha considerado el cambio climático como un problema de seguridad nacional, lo que nos obliga a realizar esfuerzos de mitigación y adaptación ante los cambios previsibles (ENACC, 2013).

Diversos escenarios de cambio climático indican que la temperatura podría aumentar en gran parte del planeta; se prevé que los mayores cambios ocurrirán potencialmente en latitudes medias y altas, principalmente sobre las regiones continentales (CONANP, 2010). Los resultados de investigaciones científicas han avanzado en identificar las tendencias de cambio climático, con el objeto de motivar que los gobiernos lo consideren como una prioridad en sus planes de desarrollo.

De acuerdo a Magaña y colaboradores (2012), en México los sectores agua, agricultura y bosques son los más vulnerables a las variaciones del clima. El aumento de temperatura en las zonas áridas del país puede hacer que, hacia mediados del presente siglo, la disponibilidad de agua se reduzca hasta en un 30% debido a una mayor evapotranspiración, condición que llevaría a gran parte de la vegetación a un estado de estrés hídrico.

Debido a lo anterior, México se ha dado a la tarea de abordar el tema de cambio climático de una forma prioritaria y participativa. Para ello, publicó en el año 2012 la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la cual constituye el principal instrumento jurídico que establece las bases que regularán las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático a largo plazo en el país. Como instrumento de planeación, la LGCC ordena la elaboración de la *Estrategia Nacional de Cambio Climático* (ENACC), instrumento rector y orientador de la política nacional en materia de cambio climático, la cual define una ruta a largo plazo y establece prioridades nacionales de atención para combatir el cambio climático en materia de adaptación y mitigación. La ENACC señala que debido a la amenaza que el cambio climático representa para el capital natural, es inminente identificar cómo estos cambios podrían impactar a los ecosistemas y a las comunidades humanas que los habitan, así como emprender las medidas de adaptación necesarias que permitan hacerles frente.

LA ENACC, publicada en el año 2013, establece como pilar el contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes. Asimismo, plantea una visión a 40 años y metas a alcanzar cada diez años. En su eje estratégico A3: “*Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que*

proveen”, se mencionan las líneas de acción que enmarcan la elaboración del presente PACC y resaltan la importancia de este esfuerzo:

- **A3.2 Garantizar la restauración, conectividad, aprovechamiento sustentable y conservación de los ecosistemas como bosques, selvas, desiertos, sistemas costeros, mares, ecosistemas riparios, humedales y de las comunidades bióticas que albergan y sus servicios ambientales.**
- **A3.6 Generar o modificar instrumentos jurídicos y de gestión del territorio que reduzcan la vulnerabilidad de los ecosistemas y comunidades biológicas ante el cambio climático, a partir de la implementación de medidas de adaptación.**
- **A3.7 Desarrollar programas de adaptación para mantener e incrementar la disponibilidad del agua superficial y subterránea, con un enfoque de manejo integral de cuencas hidrográficas.**

A partir de la ENACC se elabora el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), el cual concreta y desarrolla las orientaciones contenidas en la Estrategia y señala que las ANP constituyen una oportunidad para aumentar la capacidad de adaptación de los ecosistemas y las poblaciones humanas que habitan en ellos.

Finalmente y de manera complementaria, en 2013 se publica en el Diario Oficial de la Federación el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 para las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal para que en el ámbito de sus respectivas competencias atiendan lo establecido en éste. En particular para la CONANP, la Estrategia 2.1 (Incrementar la resiliencia ecosistémica y disminuir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y servicios al cambio climático) y en concreto la línea 2.1.4 establece la necesidad de incrementar la superficie de ANP de competencia federal manejada bajo criterios de adaptación al cambio climático. Este PACC para el Complejo Cuenca del Río Grande contribuye a dicha línea de acción.



1.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS COMO INSTRUMENTO PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El gobierno de México, a través de la CONANP, en un reconocimiento a la importancia de las ANP como respuestas naturales al cambio climático, elaboró en el año 2010 la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP; CONANP, 2010). La ECCAP establece que las estrategias de adaptación para dicho fenómeno deberán ayudar a incrementar la resiliencia de ecosistemas para asimilar perturbaciones y eventos extremos del clima, así como para disminuir los impactos y riesgos asociados con dichos eventos.

La ECCAP contempla la comunicación de información precisa y oportuna que permita una mejor toma de decisiones para el manejo de las ANP de México. Para ello, la CONANP se ha dado a la tarea de iniciar, a nivel nacional, un proceso de elaboración de PACC en ANP. Este esfuerzo permitirá a los tomadores de decisiones contar con información oportuna.

tuna y localizada del cambio climático y sus posibles impactos en respectivas ANP, así como ayudar en los procesos de planeación y ejecución de actividades de mitigación y adaptación.

Los PACC en diferentes regiones o complejos de ANP son instrumentos de gestión que complementan los esfuerzos de manejo existentes de las ANP y que buscan consolidar los objetivos y metas de los programas de manejo y sus programas operativos anuales. Se busca que estos últimos cuenten con los elementos necesarios para involucrar a actores clave en la conservación de áreas protegidas y de sus zonas de influencia. La elaboración y puesta en marcha de estos programas de adaptación no sustituye la necesidad de realizar un análisis integral para la gestión del riesgo del área de interés como instrumento complementario al PACC.

A fin de lograr la mejor implementación de las políticas definidas en la ECCAP, la CONANP impulsa la colaboración con organizaciones públicas y privadas en la escala nacional y regiones prioritarias.

2. OBJETIVO Y ALCANCES

El PACC del Complejo Cuenca del Río Grande (APFF Cañón de Santa Elena, APFF Maderas del Carmen, APRN Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín, APFF Ocampo y Monumento Natural Río Bravo del Norte) tiene como objetivos integrar información pertinente sobre escenarios del clima y sus posibles efectos en los objetos de conservación y actividades productivas de las comunidades rurales de cada una de las ANP del Complejo, así como integrar e impulsar medidas de adaptación y líneas de acción que permitan hacer frente a estos posibles efectos del cambio climático.

El PACC es una herramienta de planeación que complementa a los programas de manejo de las ANP en su componente de cambio climático; siendo además, un instrumento de gran utilidad para que los operadores de las ANP identifiquen las medidas de adaptación y líneas de acción que se deben implementar a corto, mediano y largo plazo y logren su articulación con actores clave del gobierno y la sociedad.

Además de las medidas de adaptación y líneas de acción, este ejercicio del PACC ahora incluye una proyección de inversiones y tiempos de ejecución de las actividades prioritarias, a fin de facilitar su gestión y asignación.

Este PACC está diseñado para promover el conocimiento de la problemática de cambio climático y la inserción de grupos y recursos de otros sectores para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia en ANP y otros espacios con recursos naturales de importancia.

Asimismo, para el caso del APRN Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín, (APRN CAD004), este programa contribuirá al desarrollo del Programa de Manejo de dicha ANP.

3. MODELO DE ATENCIÓN DEL PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El PACC del Complejo Cuenca del Río Grande es el resultado de un esfuerzo participativo entre actores locales del gobierno y la sociedad, académicos, el FMCN y la CONANP; construido con un enfoque anidado (figura 1), en el que se considera el riesgo ante el cambio climático, derivado de las amenazas regionales y la vulnerabilidad multinivel (región, unidad de paisaje y comunidades rurales) en la RNEySMO, y su efecto en los objetos de conservación y actividades productivas de las comunidades rurales.

Como ya se mencionó, para la integración del PACC se utilizaron insumos a diferentes escalas que se presentan a detalle en este documento y permiten identificar las medidas de adaptación y líneas de acción a realizar en el Complejo; las cuales se prevé facilitarán una mejor adaptación de los objetos de conservación identificados al cambio climático y por ende, de las comunidades humanas que allí habitan.

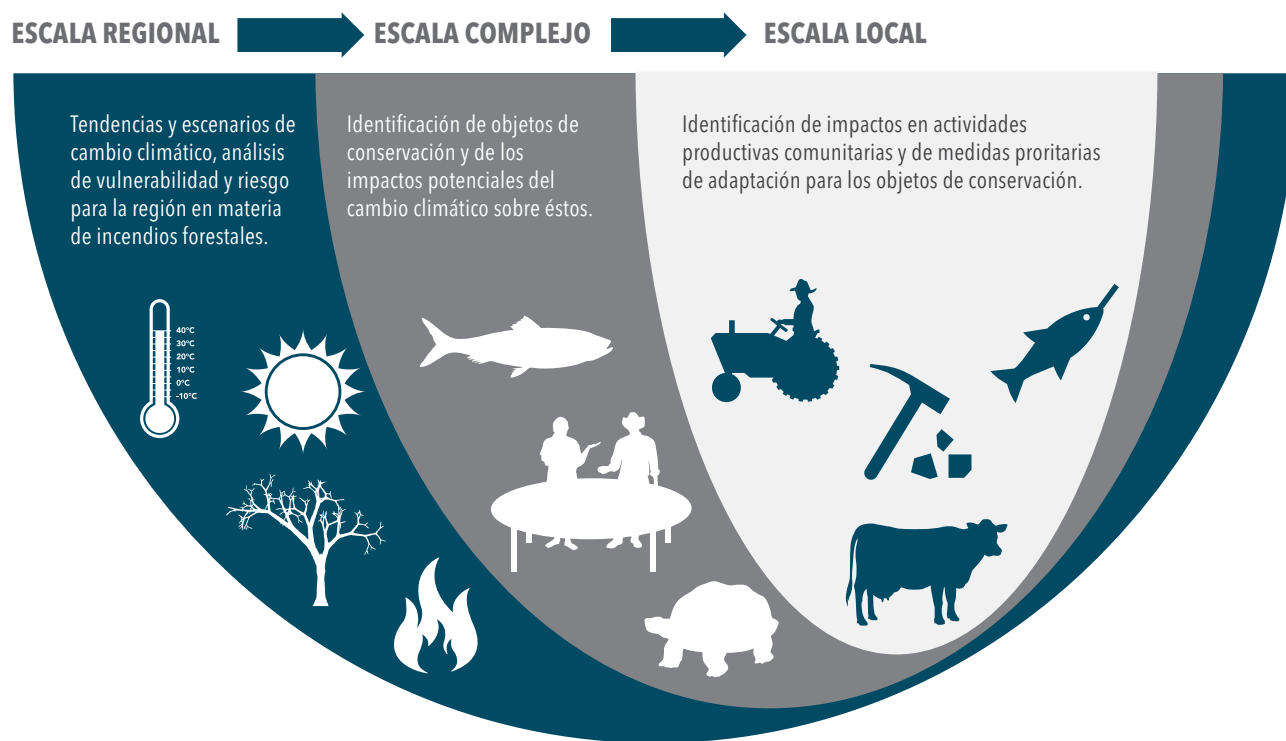


Figura 1. El enfoque anidado como modelo de atención del PACC.

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

ESCALA REGIÓN

La RNEySMO forma parte del Altiplano Mexicano y del Gran Desierto Chihuahuense. Dentro de esta región se encuentran ANP federales y estatales, las cuales representan el 11.6% de la superficie total de las ANP del país.



4.1. LA REGIÓN NORESTE Y SIERRA MADRE ORIENTAL (RNEYSMO)

La RNEySMO forma parte de un gran paisaje natural en una porción del Altiplano Mexicano y del Gran Desierto Chihuahuense, en el cual se pueden identificar zonas definidas por sus atributos naturales y antropogénicos.

4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA RNEYSMO

La Región Noreste y Sierra Madre Oriental (RNEySMO) comprende parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí.

La mayor parte de la RNEySMO se localiza dentro de la cuenca del Río Bravo (aproximadamente el 70%), pero también ocupa algunas cuencas cerradas en las partes desérticas al oeste de las sierras y valles intermontanos. Con una extensión mucho menor hacia la porción sur de la RNEySMO se localiza también porciones de las cuencas del Río Conchos-Chorreras, Río Soto La Marina y Río Pánuco.

Dentro de esta región se encuentran 19 ANP, diez de las cuales están involucradas en la ejecución del proyecto de Desarrollo de Capacidades para la Adaptación al Cambio Climático, que presentan diferentes categorías de manejo de acuerdo a las características biológicas y servicios ecológicos que cada una ofrece (figura 2).

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO DESARROLLO DE CAPACIDADES PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

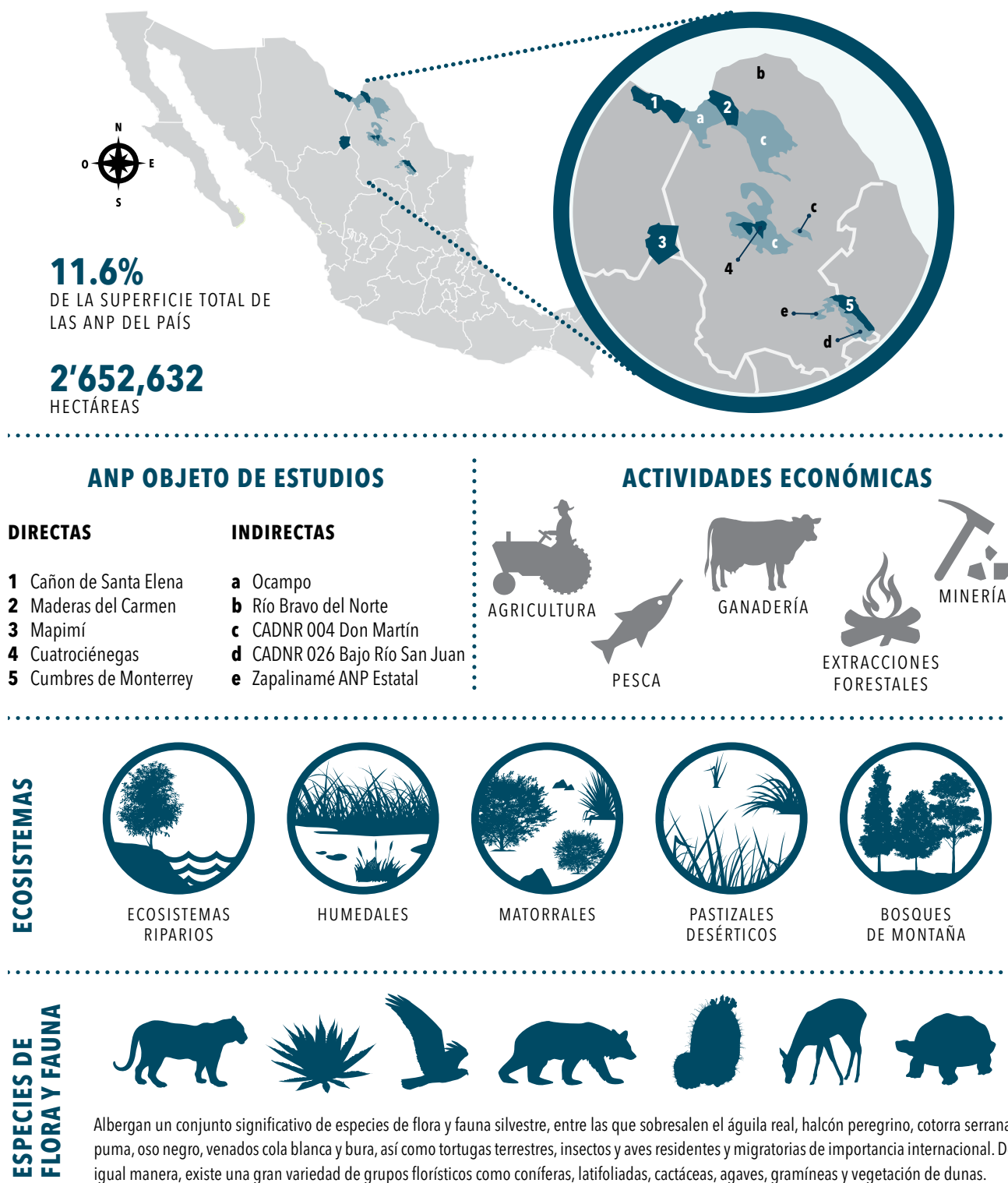


Figura 2. Áreas Naturales Protegidas del proyecto Desarrollo de Capacidades para la Adaptación al Cambio Climático.

A continuación se hace una descripción de las 10 ANP que se encuentran dentro del área de intervención del proyecto Desarrollo de Capacidades para la Adaptación al Cambio Climático, ubicado dentro de la RNEySMO. En su conjunto, las ANP de esta región cuentan con una superficie de 2,652,632 de hectáreas, que corresponde al 11.6% de la superficie total de las ANP del país (poco más de 25 millones de hectáreas; CONANP, 2014). Estas conservan ecosistemas riparios, humedales, matorrales, pastizales desérticos y bosques de montaña, en paisajes con una amplia variación climática y fisiográfica. Esta diversidad de paisaje da origen a una gran variedad de hábitats que albergan un conjunto significativo de especies de flora y fauna silvestre, entre las que sobresalen el águila real, halcón peregrino, cotorra serrana, puma, oso negro, venados cola blanca y bura, así como tortugas terrestres, insectos y aves residentes y migratorias de importancia internacional (CONANP, 2009).

De igual manera, en la RNEySMO existe una gran variedad de grupos florísticos como coníferas, latifoliadas, cactáceas, agaves, gramíneas y vegetación de dunas, entre otras, muchas de las cuales están incluidas en la legislación ambiental debido a su estatus de protección (CONANP, 2009).

En esta región se desarrollan actividades económicas de importancia como la ganadería, agricultura, extracciones forestales maderables y no maderables (como la candelilla, el orégano y la lechuguilla), minería y pesca. Debido a su diversidad de ambientes y elementos paisajísticos de gran valor, se desarrollan actividades recreativas (Carrera, 1993).

Las áreas agrícolas importantes en la RNEySMO se localizan en la porción sur de la región, donde destacan las zonas de La Laguna, la Región Citrícola de Nuevo León, el norte y sur de Tamaulipas, y la región occidental de San Luis Potosí. En la porción noroeste de la región, la agricultura no tiene un papel importante como actividad económica, por ser la ganadería la principal fuente de ingreso para los habitantes. La región centro y norte del Estado de Coahuila destaca por la actividad minera. Por último, las zonas urbanas y vías de comunicación forman una red donde resaltan algunas grandes ciudades como las zonas metropolitanas de Monterrey, Torreón, y Saltillo, donde a su vez se concentra la mayor parte de la población humana y demanda de servicios ambientales en la RNEySMO.

Las ANP en la RNEySMO representan polígonos que definen fronteras administrativas para el uso de la tierra enfocado a la conservación de los recursos naturales, la biodiversidad y los procesos ecosistémicos. Sin embargo, estas ANP forman parte de un gran paisaje en una porción del Altiplano Mexicano y del Gran Desierto Chihuahuense en el cual se pueden identificar zonas con diferentes atributos naturales y antropogénicos.

4.1.2. PRINCIPALES ECORREGIONES DE LA RNEYSMO

La ecología de paisaje contempla el análisis del espacio y sus diferentes componentes o elementos, los cuales pueden cambiar a través del tiempo e influyen en la dinámica de los ecosistemas (Risser, 1987). Para la RNEySMO, las principales variables que determinan el tipo de ecorregiones son:

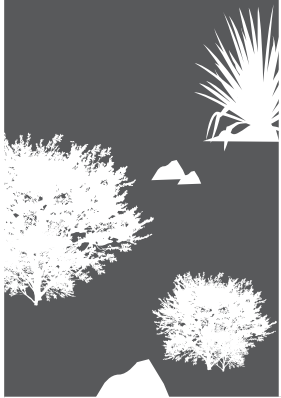
- **Gradiente altitudinal (islas del cielo)**
- **Clima**
- **Gradiente longitudinal y efecto sombra de lluvia**
- **Exposición**

La RNEySMO abarca una amplia superficie terrestre en la que están presentes muchos tipos de ecosistemas, climas y topografía. Para facilitar el estudio de la región y el conocimiento de los ecosistemas y las dinámicas ecológicas, se han determinado elementos de paisaje (tabla 2), cada uno de los cuales presenta la acotación de regímenes de perturbación natural a continuación:

TABLA 2. ELEMENTOS DE PAISAJE EN LA RNEYSMO Y SU RÉGIMEN DE DISTURBIO NATURAL

ELEMENTOS DE PAISAJE	DESCRIPCIÓN	RÉGIMEN DE DISTURBIO NATURAL
BOSQUE DE MONTAÑA 	Ecosistema que se encuentra por arriba de los 2,000 msnm, presenta temperaturas frías y alta precipitación, con altas pendientes y también algunos valles pequeños con suelos profundos. Las comunidades vegetales están conformadas por bosques de pino y oyamel, bosques de pino-encino, bosque de encinos y manantiales.	El fuego es un agente de perturbación importante en este ecosistema, con incendios naturales frecuentes y pequeños (Sakulich y Taylor, 2007; Camp <i>et al.</i>, 2006). Sin embargo, la introducción del pastoreo por ganado doméstico alteró este régimen, por lo que ahora los incendios son típicamente menos frecuentes y más grandes en extensión.
CAÑONES Y FALDEOS DE LA SIERRA 	Ecosistema que se localiza por debajo del de bosque de montaña entre los 2,000 y 1,200 msnm, por lo que representa una zona de transición hacia el ecosistema de desierto en las partes más bajas del paisaje. Presenta topografía accidentada, ya que se encuentra principalmente en cañones y bajadas de la sierra. Las principales comunidades vegetales de este ecosistema son el matorral desértico y el bosque de encino.	Las fuentes de perturbación en este ecosistema son los grandes flujos de agua durante eventos de precipitación extrema que alteran los arroyos; así como los incendios de baja intensidad que de manera natural mantienen un mosaico de diferentes clases de edades y parches a nivel de paisaje. Al igual que en el ecosistema de bosque, aquí se encuentran manantiales perennes y efímeros, ojos de agua y tinajas que, además de ser importantes hábitats para la fauna nativa, son sitios de abastecimiento de agua para actividades humanas, como la ganadería.
PASTIZALES 	Ecosistema que se encuentra en sitios relativamente bajos y planos del paisaje, principalmente en valles inter-montanos. Se caracteriza por tener suelos profundos y más productivos que los encontrados en el ecosistema de desierto. La vegetación está caracterizada por pastizal mediano abierto con dominancia de pastos del género <i>Bouteloua</i>, yucas y especies arbustivas, como mezquite, gatuño y largoncillo.	Este ecosistema es mantenido de manera natural por la presencia de incendios naturales que son rápidos y de baja intensidad. Este régimen de disturbio ha sido drásticamente alterado por la actividad ganadera, al punto que gran parte de este ecosistema se encuentra en degradación por la invasión de especies arbustivas como el mezquite. Solamente en sitios con poca accesibilidad o que no cuentan con agua, este ecosistema se encuentra en buen estado de conservación.

MATORRAL DESÉRTICO



Ecosistema que representa la mayor parte del paisaje (aproximadamente el 80%), por lo que se le considera la matriz dentro de la cual se distribuyen todos los demás elementos o unidades del paisaje de la RNEyS-MO. Sus principales características son su baja precipitación, poca disponibilidad de nutrientes y baja productividad primaria. Sin embargo, la vegetación de este ecosistema se caracteriza por una alta diversidad de especies y por formar mosaicos compuestos por áreas dominadas por arbustos bajos, matorral rose-tófilo, pastos y costra criptogámica.

Los disturbios naturales en el ecosistema de desierto incluyen eventos climáticos extremos, incendios naturales e inundaciones locales. Los periodos de sequía prolongada, particularmente cuando se combinan con fuertes vientos secos y cálidos, pueden provocar mortalidades masivas de pastos perennes y otras plantas, favoreciendo la erosión del suelo. Las tormentas de verano pueden ocasionar inundaciones locales que transportan materiales en la superficie del suelo y afectan la recarga de mantos acuíferos. En este ecosistema la mayor fuente de estrés es el sobrepastoreo por ganado doméstico, a través de la alteración de la composición vegetal y del pisoteo, principalmente de la costra criptogámica. La introducción de especies exóticas invasoras es otra fuente de estrés para éste.

ÁREAS RIPARIAS Y CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL



Ecosistemas que ocupan la menor superficie en el paisaje, pero que a su vez tienen gran importancia para algunas especies de interés y donde se presentan sitios de alto endemismo. Las fuentes de agua para los ríos en el paisaje son: el agua en el subsuelo, manantiales superficiales y los escurrimientos asociados a eventos de precipitación. Estos sistemas acuáticos proveen hábitat para macroinvertebrados (como insectos acuáticos) y vertebrados (como peces y anfibios).

Las actividades humanas impactan los sistemas acuáticos principalmente por la contaminación por descargas urbanas y agrícolas, así como por la alteración de los regímenes de flujos debido a la construcción de presas y al uso de agua para la irrigación. Las descargas transportan contaminantes (nitrógeno y fósforo) que favorecen la eutrofización y reducen el oxígeno disuelto, mientras que las presas reducen los flujos disminuyendo la disponibilidad de agua y aumentan la acumulación de sedimentos, alterando así la estructura de los bancos de los ríos. La minería es una actividad importante para la región, por lo que es común que algunos sistemas acuáticos tengan niveles altos de mercurio en peces, como se ha documentado en la presa La Amistad (Becker *et al.*, 2011). Los cambios en los sistemas acuáticos provocados por las actividades humanas reducen la diversidad de la comunidad béntica, disminuyen las poblaciones de moluscos y ocasionan la extirpación de especies de peces y la disminución en las poblaciones de otras (Dahm *et al.*, 2005; Purchase *et al.*, 2001).

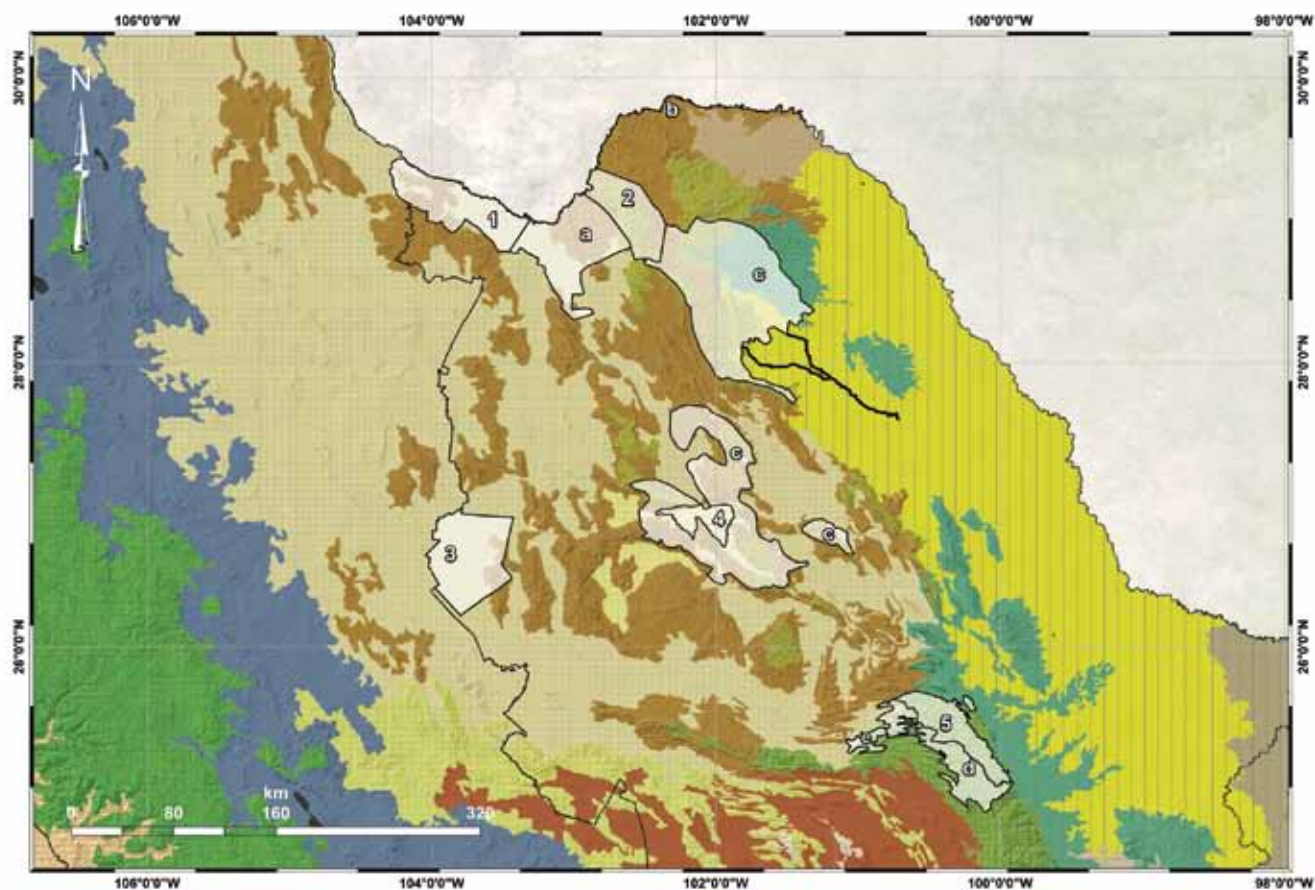
Asimismo, la existencia de especies exóticas ponen en riesgo a una gran diversidad de especies nativas y endémicas.

Los elementos de paisaje identificados en el complejo corresponden a diferentes ecorregiones nivel IV¹ (tabla 3 y figura 3).

TABLA 3. UNIDADES DE PAISAJE EN LA RNEYSMO Y ECORREGIONES IDENTIFICADAS

ELEMENTOS DE PAISAJE	ECORREGIONES NIVEL IV
BOSQUE DE MONTAÑA	➤ Elevaciones mayores del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encinos y mixtos ➤ Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Norte con matorral xerófilo micrófilo - rosetófilo ➤ Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo - halófila
CAÑONES Y FALDEOS DE LA SIERRA	➤ Elevaciones mayores del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encinos y mixtos ➤ Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Norte con matorral xerófilo micrófilo - rosetófilo ➤ Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo - halófila ➤ Lomeríos y sierras con matorral xerófilo y bosques de encino
PASTIZALES	➤ Valles endorréicos de Cuatrociénegas con vegetación xerófila micrófilo - halófila - gipsófila ➤ Planicie aluvial de la cuenca del Río Bravo - La Cochina con vegetación xerófila ➤ Planicie Interior Tamaulipeca con matorral xerófilo ➤ Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo - halófila ➤ Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Norte con matorral xerófilo micrófilo - rosetófilo
MATORRAL DESÉRTICO	➤ Planicie aluvial de la cuenca del Río Bravo - La Cochina con vegetación xerófila ➤ Planicie interior Tamaulipeca con matorral xerófilo ➤ Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo - halófila ➤ Valles endorréicos de Cuatrociénegas con vegetación xerófila micrófilo - halófila - gipsófila ➤ Elevaciones mayores del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encinos y mixtos ➤ Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Norte con matorral xerófilo micrófilo - rosetófilo ➤ Lomeríos y sierras con matorral xerófilo y bosques de encino

1. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) - Instituto Nacional de Ecología (INE). (2008). 'Ecorregiones Terrestres de México'. Escala 1:1000000. México.



Ecorregiones Nivel I

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| California Mediterránea | Grandes Planicies |
| Desiertos de América del Norte | Selvas Cálido Húmedas |
| Elevaciones Semiáridas Meridionales | Selvas Cálido Secas |
| | Sierras Templadas |

Ecorregiones Nivel IV

- | | |
|---|--|
| Elevaciones aisladas y plegamientos del Altiplano Zacatecano-Potosino con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encino y mixtos | Planicie Costera con selva baja espinosa |
| Elevaciones mayores del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encinos y mixtos | Planicie Costera Tamaulipeca con vegetación xerófila o sin vegetación aparente |
| Lomeríos con matorral xerófilo y selva baja caducifolia de Sinaloa y Sonora | Planicie Interior Tamaulipeca con matorral xerófilo |
| Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Norte con matorral xerófilo micrófilo-rosetófilo | Sierra con bosques de coníferas, encinos y mixtos |
| Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Sur con matorral xerófilo micrófilo-rosetófilo | Planicies del Altiplano Zacatecano-Potosino con matorral xerófilo micrófilo-crasicaule |
| Lomeríos y Sierras con matorral xerófilo y bosques de encino | Sierra con bosques de encinos, coníferas y mixtos |
| Piedemontes y Planicies con pastizal, matorral xerófilo y bosques de encinos y coníferas | Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo-halófila |
| Planicie aluvial de la cuenca del Río Bravo - La Cochina con vegetación xerófila | Valles endorreicos de Cuatro Ciénegas con vegetación xerófila micrófilo-halófila-gipsófila |

Figura 3. Ecorregiones en la RNEySMO.

4.1.3. ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN EN LA RNEYSMO

Con la finalidad de identificar los esfuerzos de conservación existentes para el año 2013 en la región, que permiten promover la conectividad con un enfoque ecosistémico y que al mismo tiempo, sirven para impulsar y alinear recursos, se identificaron los principales instrumentos de política en la región, tales como: pago por servicios ambientales, sitios RAMSAR, Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, áreas protegidas privadas y comunitarias, áreas destinadas voluntariamente a la conservación y áreas bajo manejo de conservación federal, las cuales se muestran en la figura 4.

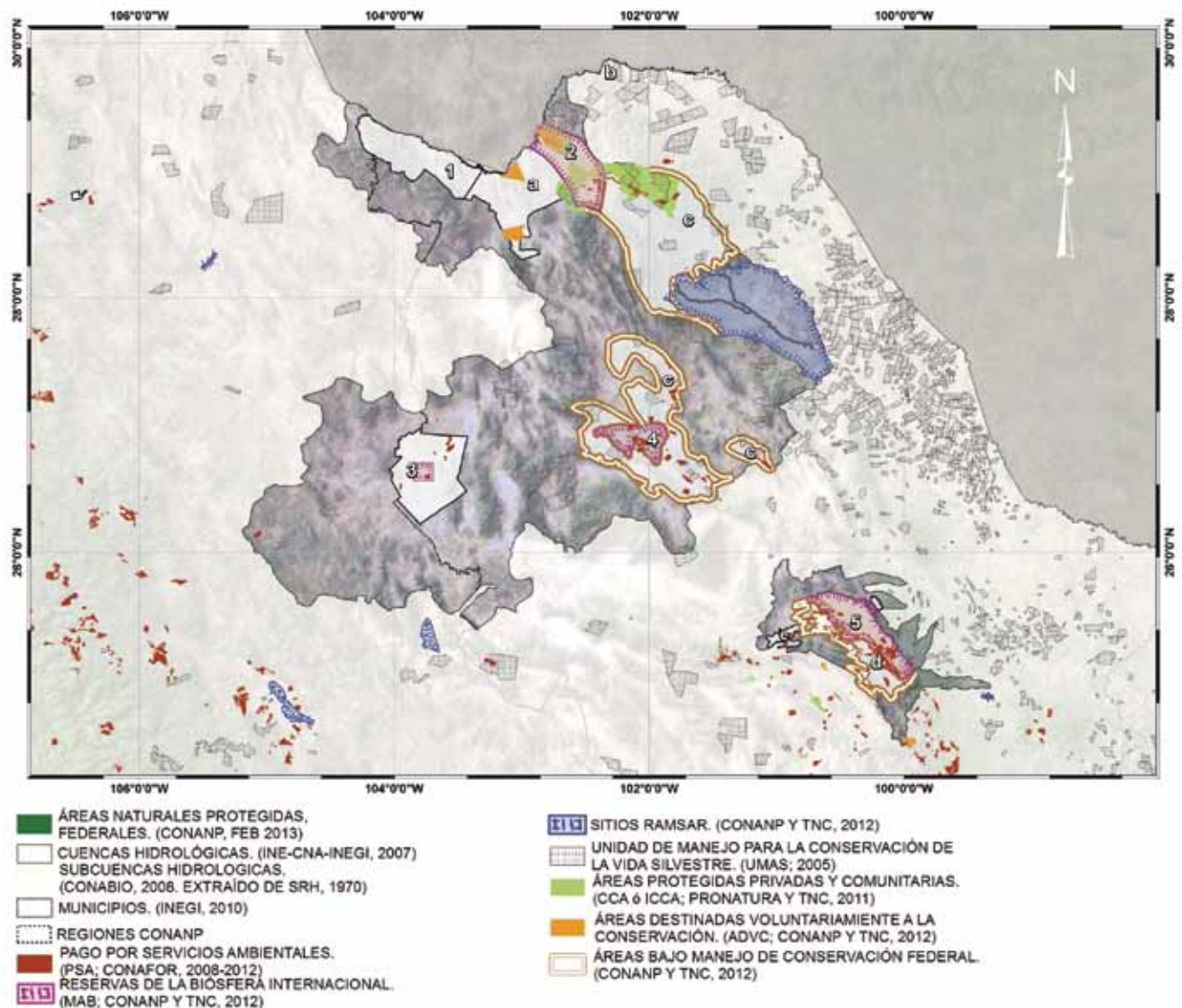


Figura 4. Instrumentos de conservación en la RNEYSMO.

La confluencia de diversos esfuerzos de conservación en la RNEySMO, propicia las sinergias con dependencias gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y comunidades rurales para promover acciones específicas que configuran un marco favorable para la construcción e implementación de los planes estatales y municipales de acción contra el cambio climático.

El Plan Estatal contra el Cambio Climático en el Estado de Coahuila (PECC-Coahuila) publicado en el año 2009 por la Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila (SEMAC), es un esfuerzo que se realizó mediante procesos participativos con actores estratégicos del estado. El PECC-Coahuila identifica 56 políticas públicas a implementar en el estado, que permitirán hacer frente al cambio climático, las cuales están divididas en los siguientes temas:

- **12 Suministro de Energía**
- **10 Residencial, Comercial e Industrial**
- **10 Transporte y Desarrollo Urbano**
- **10 Agricultura, Ganadería, Forestal y Residuos**
- **14 Temas Transversales**

Asimismo, el municipio de Chihuahua cuenta con un Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN), tiene también un inventario estatal de emisiones de GEI con año base 1990 y proyección de emisiones al 2025. El 6 de junio de 2013 se instaló la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de Chihuahua y se iniciaron los trabajos para la construcción de su Programa Estatal de Acción ante Cambio Climático (PEACC).



ESCALA COMPLEJO

4.2. COMPLEJO CUENCA DEL RÍO GRANDE

4.2.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES EN EL COMPLEJO

Para delimitar el complejo se recurrió a la agrupación de elementos de interés, los cuales se definieron con base en:

- **El conjunto de ANP determinado por la cercanía de sus polígonos**
- **Las subcuencas hidrológicas² que intersectan con alguna de las ANP**
- **Elementos de paisaje referidos**

El Complejo Cuenca del Río Grande comprende las APFF Cañón de Santa Elena, APFF Maderas del Carmen, APFF Ocampo, el APRN Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín en lo respectivo a las Subcuencas de los Ríos Sabinas, Álamo, Salado y Mimbres y el Monumento Natural Río Bravo del Norte (tabla 4).

2. Debido a la necesidad de información más detallada a escalas nacional sobre subcuencas hidrográficas, se utilizó la información existente sobre subcuencas hidrológicas.

TABLA 4. ANP DEL COMPLEJO

ANP	CATEGORÍA DE MANEJO	FECHA DE DECRETO	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	CUENTA CON PROGRAMA DE MANEJO
Cañón de Santa Elena	Área de Protección de Flora y Fauna	7 de noviembre de 1994	277,210	Si
Maderas del Carmen	Área de Protección de Flora y Fauna	7 de noviembre de 1994	208,381	Si
Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín, en lo respectivo a las Subcuencas de los Ríos Sabinas, Álamo, Salado y Mimbres	Áreas de Protección de Recursos Naturales	08 de Junio de 1949 Fecha de Recategorización: 7 de Noviembre de 2002	1,519,920	No
Ocampo	Área de protección de Flora y Fauna	05 de junio de 2009	344,238	No
Río Bravo del Norte	Monumento Natural	21 de octubre de 2009	2,175	Si

El **APFF Cañón de Santa Elena** (APFFCSE) está localizada en los municipios de Manuel Benavides y Ojinaga, Chihuahua. Es una zona representativa del Desierto Chihuahuense en la que habitan especies de flora y fauna amenazadas, raras o en peligro de extinción, especies cinegéticas, ecosistemas frágiles y vestigios históricos-culturales y paleontológicos. El APFFCSE presenta altitudes que van de los 575 hasta los 2,401 msnm, esta gran variación fisiográfica hace que el área protegida albergue ecosistemas importantes para la conservación, donde se encuentran 66 especies con estatus de protección, de las cuales 11 son de flora y 55 de fauna.

El APFFCSE, como parte de la ecorregión del Desierto Chihuahuense, es esencial para la diversidad biológica, ya que contribuye a dar soporte a procesos ecológicos críticos, tiene alto endemismo y sustenta una alta diversidad de plantas y animales (SEMARNAT, 2013).

El **APFF Maderas del Carmen** (APFFMC) fue decretada con el fin de preservar los hábitats naturales de la región y los ecosistemas más frágiles, asegurar el equilibrio y la continuidad de sus procesos evolutivos ecológicos, aprovechar racional y sostenidamente sus recursos naturales; salvaguardar la diversidad genética de las especies existentes, particularmente las endémicas, amenazadas y en peligro de extinción (SEMARNAT, 2013).

El APFFMC comprende territorio de los municipios de Acuña, Múzquiz y Ocampo, contiene elementos que permiten su funcionamiento como un importante corredor en rutas migratorias de diferentes especies. Destacan especies en

riesgo como *Quercus carmenensis* y *Abies mexicana*, especies en categoría de peligro de extinción como el oso negro (*Ursus americanus eremicus*), amenazadas como el águila real (*Aquila chrysaetos*) y en protección especial tales como la musaraña del Carmen (*Sorex milleri*) que además es endémica (SEMARNAT, 2013).

La agricultura es de baja escala, debido a las limitantes de pendiente del terreno, el tipo de suelo y precipitaciones esporádicas. Una forma de producción corresponde a los pequeños huertos familiares o cultivos de frutales en traspatios. No existen aprovechamientos comerciales de madera y las actividades ganaderas son tan importantes, que cuando se realizan de forma descontrolada, producen efectos nocivos para el pastizal y otros tipos de vegetación como el matorral desértico.

El **APRN Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín**, en lo respectivo a las Subcuencas de los Ríos Sabinas, Álamo, Salado y Mimbres (Río Sabinas), cuenta con bosques de coníferas, bosque de encino, matorral xerófilo, pastizal y vegetación hidrófila. Las principales presiones y amenazas son la explotación no planificada de recursos forestales (maderables y no maderables), así como la erosión y degradación de suelos (CONANP, 2013).

El **APFF Ocampo** (APFFO) presenta ecosistemas representativos del desierto chihuahuense y de la tierra seca, tales como matorral micrófilo y matorral rosetófilo, manchones de zacatal y vegetación riparia. Funciona como un corredor natural del norte de Coahuila, Chihuahua y el sur de Texas. Entre la diversidad de especies de flora silvestre destacan la biznaga peyotito (*Ariocarpus fissuratus*) y la biznaga blanca chilona (*Epithelantha micromeris*), además también posee una gran riqueza de especies de fauna, en donde se encuentran el oso negro americano (*Ursus americanus eremicus*), el castor (*Castor canadensis mexicanus*), el venado bura, (*Odocoileus hemionus crooki*), el puma (*Puma concolor stanleyana*), la zorra (*Urocyon cinereoargenteus scottii*), el gato montés (*Lynx rufus*), entre otros. La región de Ocampo resulta fundamental para el desplazamiento migratorio de aves rapaces y neotropicales como el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) e insectos como las mariposas monarca (*Danaus plexippus*) (DOF, 2009).

El **Monumento Natural Río Bravo del Norte** (MNRBN) se ubica dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental, en los estados de Chihuahua y Coahuila. Pertenece a las Regiones Administrativa VI Río Bravo e Hidrológica Prioritaria “Bravo-Conchos”, que la reconocen como una fuente de recarga para el acuífero Valle de Bravo y como espacio fundamental para el almacenamiento de agua dulce y el mantenimiento de la humedad del suelo, respectivamente. En la zona de Río Bravo del Norte alberga numerosas especies que dependen del hábitat acuático y del corredor ripario, entre ellas la musaraña de Sierra del Carmen (*Sorex milleri*) y el venado bura (*Odocoileus hemionus crooki*), el castor americano (*Castor canadensis*) y el oso negro (*Ursus americanus eremicus*). El cauce del Río Bravo del Norte ha sido identificado por la Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte (ICAN) como un punto de enlace en las rutas migratorias de las aves y es un elemento esencial para garantizar la continuidad del régimen de protección de ecosistemas que son fuente creadora del entorno en el corredor biológico formado por las ANP Cañón de Santa Elena y Maderas del Carmen en México, así como aquellas ubicadas en los Estados Unidos de América (DOF, 2009).

Las ecorregiones relacionadas con el complejo se presentan en la figura 5.

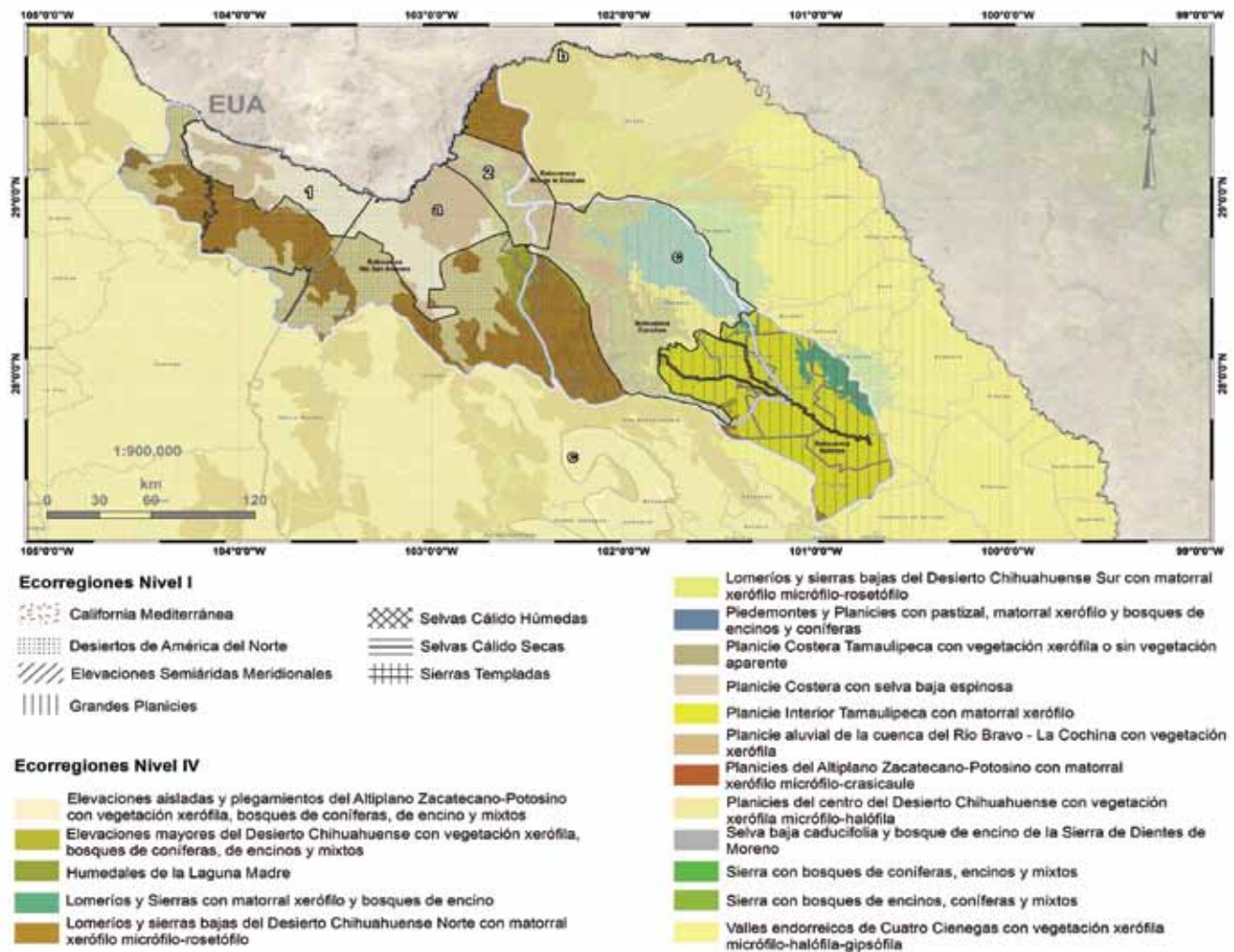


Figura 5. Ecorregiones del Complejo Cuenca del Río Grande.

4.2.2. CARACTERÍSTICAS, AMENAZAS Y ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN DEL COMPLEJO

El Complejo presenta elementos del paisaje que van desde el bosques de montaña, cañones y faldeos, pastizales, matorral desértico, áreas riparias y cuerpos de agua superficial (figura 5).

Las amenazas principales de estas comunidades son: i) la ganadería descontrolada, ii) los incendios forestales no controlados, iii) la extracción ilegal de flora y fauna silvestre que ocasiona pérdida de la diversidad biológica, iv) las actividades recreativas sin ordenamiento y v) la presencia de especies exóticas e invasoras. La figura 6 muestra el análisis de cambio de uso de suelo del Complejo de los años 2000 al 2010.

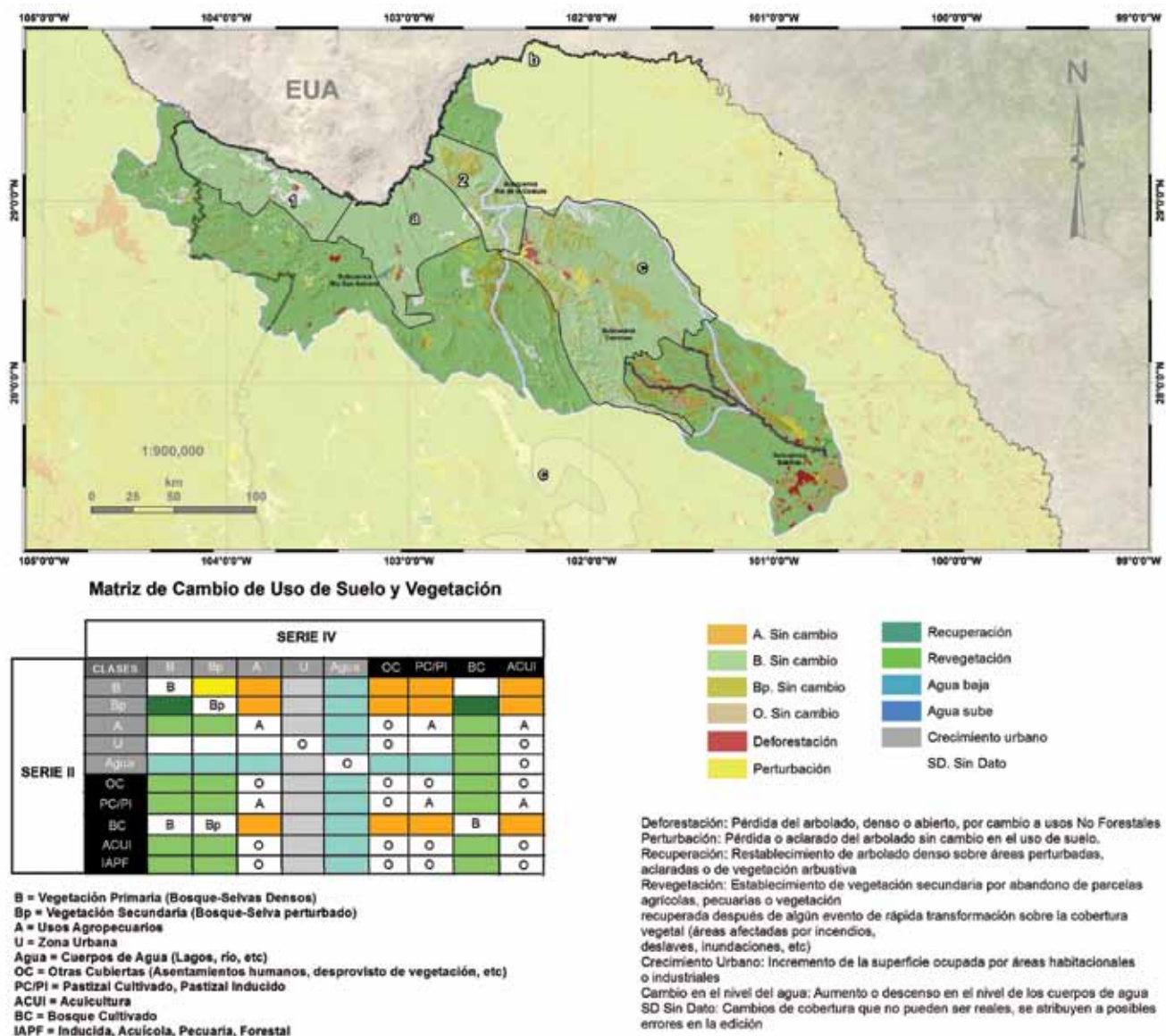


Figura 6. Análisis de cambio de uso de suelo del Complejo (2000-2010).

Dentro del Complejo existen diferentes esfuerzos de conservación para propiciar la conectividad e impulsar sinergias de recursos y esfuerzos a favor de la conservación y el uso sustentable. Estos esfuerzos son: polígonos con pagos por servicios ambientales, unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, áreas protegidas privadas y comunitarias, áreas destinadas voluntariamente a la conservación y áreas bajo manejo federal (figura 7).

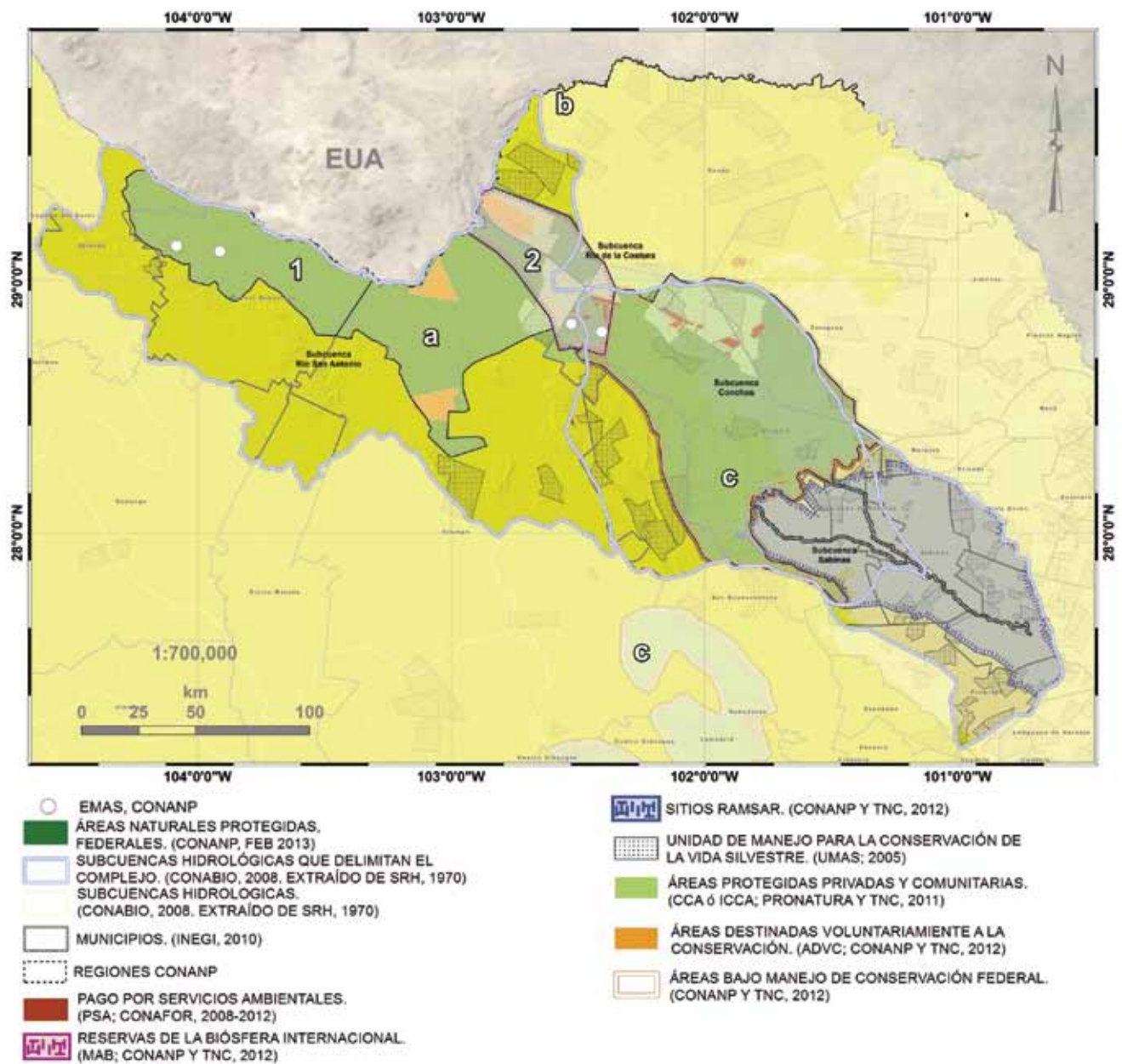


Figura 7. Instrumentos de conservación en el Complejo.

5. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Para identificar las medidas de adaptación se ajustó el método planteado por la CONANP en la “Guía para la elaboración de programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas” (CONANP *et al.*, 2011). 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
- ii. Planificar estrategias de adaptación y monitoreo
- iii. Implementar acciones y monitoreo
- iv. Analizar, usar y adaptar
- v. Recuperar y sistematizar las lecciones aprendidas y compartir el aprendizaje

En este PACC se utilizaron insumos a diferentes escalas. **Regionalmente**, se utilizó información de tendencias históricas y escenarios de cambio climático y el análisis de vulnerabilidad multiescalar. A **escala del complejo**, se identificaron los objetos de conservación y a **escala local**, se identificaron los impactos del cambio climático en las actividades productivas de las comunidades (figura 8).

Resalta el uso de tres herramientas: 1) el Índice de vulnerabilidad al cambio climático de Nature Serve, que permite identificar la vulnerabilidad al cambio climático de especies de plantas y animales, 2) la metodología para la priorización de las medidas de adaptación con un enfoque de multicriterio que ha sido desarrollada con el apoyo de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por encargo del Ministerio de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de la República Federal de Alemania en colaboración con la SEMARNAT, la SAGARPA, el INECC, la CONANP, la CONAFOR y la CONAGUA, que permite la priorización de medidas y un uso eficiente de recursos y 3) la Herramientas para el análisis de vulnerabilidad social a los impactos climático a nivel local en áreas naturales protegidas, desarrollada por la CONANP, la GIZ y el Instituto para Estudios sobre el Desarrollo (IDS por sus siglas en inglés), que permitió conocer la percepción de las comunidades al interior de las ANP.

Finalmente, este ejercicio técnico e institucional incorpora a manera de innovación, un portafolio de inversión que da a conocer las necesidades de recursos para llevar a cabo las actividades prioritarias identificadas en este documento.

La metodología para el diseño de Programas de Adaptación se actualiza constantemente y a medida que se generan iniciativas y herramientas, ésta se enriquece y ayuda al diseño de medidas de adaptación más robustas que contribuyan a la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático.



Figura 8. Proceso de identificación de medidas de adaptación al cambio climático.

** El ejercicio de identificación del riesgo fue desarrollado para la amenaza de incendios forestales, ya que existe información disponible en periodos de tiempo y ubicación geográfica que permite hacer la atribución con la información climática.*



5.1. VULNERABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS AL CAMBIO CLIMÁTICO

Los incendios forestales están presentes permanentemente en la RNEySMO dada la condición de la frecuencia de temperaturas máximas superiores a 40°C.

Los ecosistemas son sistemas complejos y su funcionamiento depende de una diversidad de factores físicos, entre ellos el clima (Parmesan, 2006). Si se desea reducir la probabilidad de impactos negativos por cambio climático, es necesario:

- i.** identificar la ocurrencia de fenómenos atmosféricos considerados como amenaza, tratando de reducir su impacto,
- ii.** identificar al mismo tiempo la vulnerabilidad.

La amenaza y la vulnerabilidad intervienen en la generación de riesgo bajo cambio climático. A continuación se describe la información generada para cada uno de estos elementos, que deriva en la identificación del riesgo para la RNEySMO.

5.1.1. LA AMENAZA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

a. Información climática: tendencias de temperatura y precipitación de los últimos años en la RNEySMO:

Los mapas de tendencias en el clima representan la trayectoria del cambio -incremento, decremento o estabilidad- de un parámetro dado en un determinado periodo de tiempo y para un espacio de tiempo en particular (Méndez y Magaña, 2010). Para la RNEySMO se elaboró el análisis de tendencias de precipitación y temperatura para dos periodos de tiempo. El primer periodo comprende el estudio de datos climáticos que van de 1901 a 2009. El segundo periodo fue de 1950 a 2009 con menor periodo de análisis de datos, pero cuya base puede contener información de mayor confiabilidad debido a la modernización e interés para abastecer las estaciones meteorológicas partiendo de la segunda mitad del siglo XX.

De acuerdo al análisis realizado para estos dos periodos, el régimen de precipitación no muestra cambios en sus tendencias. Sin embargo, para las temperaturas máximas, medias y mínimas los resultados de los análisis para el periodo que comprende los años 1901 al 2009 indican tendencia de incremento en la RNEySMO. Los análisis para el periodo que comprende los años 1950 a 2009 en las APFF Cañón de Santa Elena y Maderas del Carmen presentan una tendencia de incremento en temperatura (figura 9).

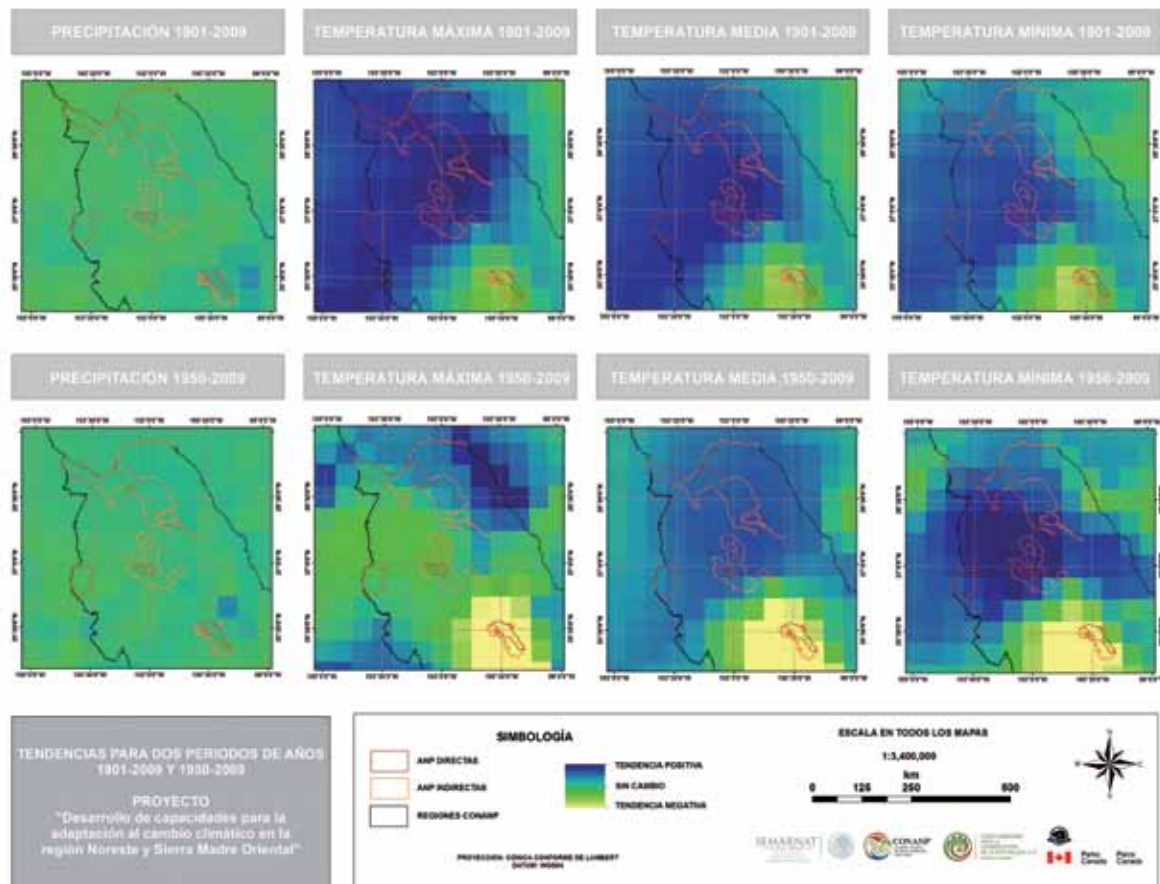


Figura 9. Mapa de las tendencias de precipitación y temperatura durante 1901 - 2009 y 1950 - 2009 en la RNEySMO.

b. Escenarios de cambio climático:

Los escenarios que se generan para cambio climático están contruidos a partir de modelos numéricos del clima, los cuales consideran no sólo tendencias en los valores medios, sino también en la variabilidad y la actividad de eventos extremos. Los modelos parten de escenarios correspondientes a un planeta con altas o bajas emisiones deGEI. La concentración de GEI varía de acuerdo con los escenarios de crecimiento económico, de población, de tecnología y de otros factores socioeconómicos (SRES, 2000).

La mayoría de las modelaciones del clima para México indican que para las décadas del 2010 al 2039 el aumento esperado en la temperatura promedio de la mayor parte del país será de alrededor de dos grados centígrados.

Las tendencias de largo plazo del clima en México muestran que, en la mayor parte del país, la temperatura está incrementándose (SEMARNAT - INECC, 2012). Tal situación ocurrió en el 2011, durante el periodo de sequía intensa en el norte del país y puso de manifiesto la alta vulnerabilidad al calor y falta de lluvia en las áreas silvestres de Coahuila, cuando la anomalía de la temperatura media alcanzó casi 40°C (Magaña *et al.*, 2013; figura 10).

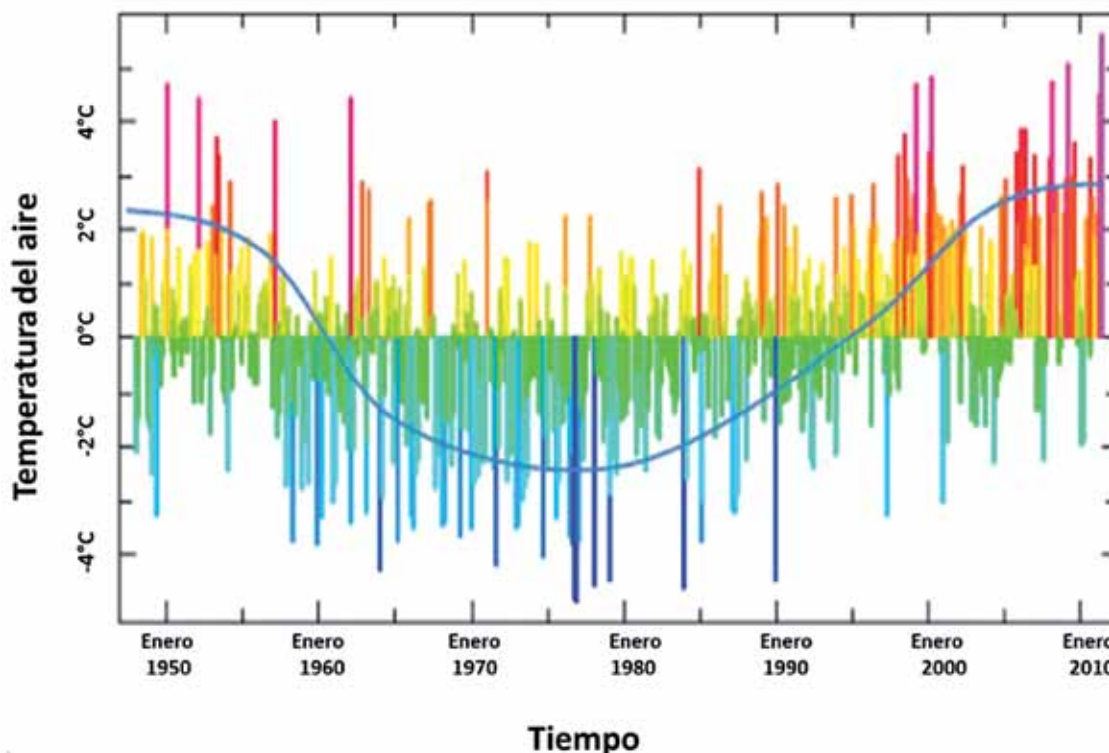


Figura 10. Anomalías mensuales en la temperatura media (°C) para la región noreste de México entre 1950 y 2011. La línea azul muestra la amplitud de las variaciones entre décadas.

De acuerdo a un ejercicio de regionalización de los escenarios presentados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) en el 4° Informe de Evaluación, los incrementos de temperatura en el norte de México serán de alrededor de 1°C en los años por venir y de 2 a 3°C hacia mediados de siglo.

En la región, principalmente alrededor del estado de Coahuila, los incrementos de temperatura media anual esperados en dos o tres décadas son de alrededor de 1°C (figura 11), lo cual debe sumarse a variaciones naturales del clima en periodos cálidos para estimar los valores medios de temperatura máxima que podrían alcanzarse. Se prevé que los incrementos esperados de temperatura continúen aumentando hacia mediados y finales del presente siglo si no se toman medidas para la reducción de GEI a escala global.

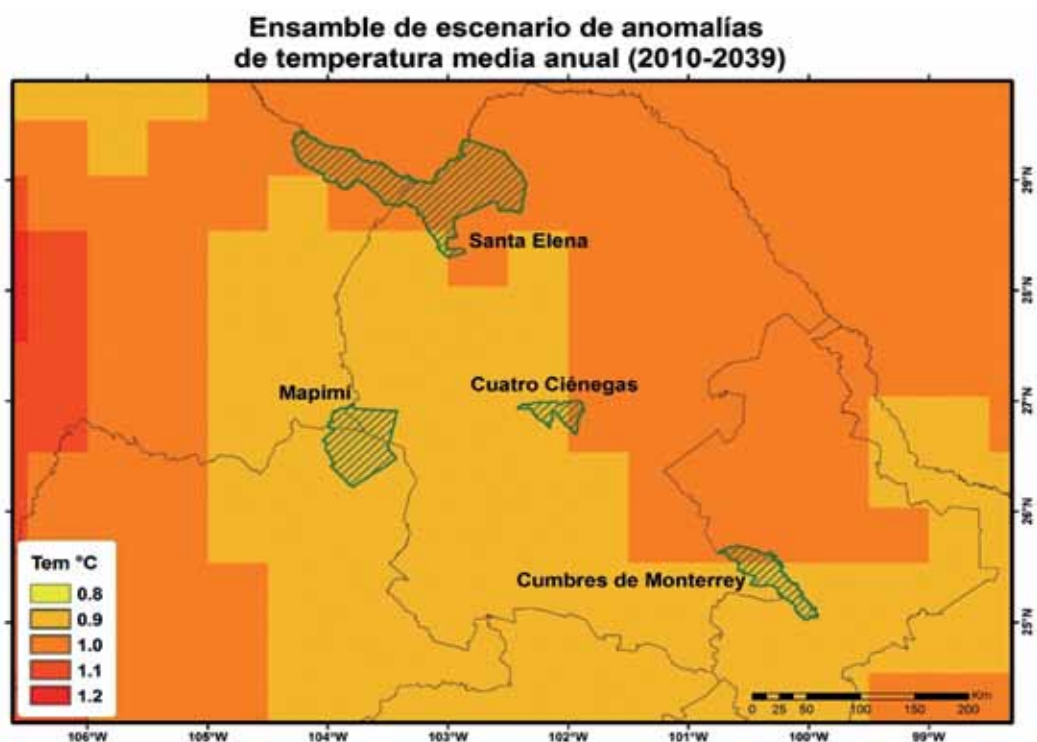


Figura 11. Mediana de anomalías de temperatura media anual (°C) alrededor de Coahuila, bajo el escenario A2 para el 2010-2039, construida con diez modelos del clima usados por IPCC AR4 (Magaña *et al.* 2012).

Las proyecciones del clima al futuro cercano indican que la región noreste de México, como la mayor parte del país, experimentará incrementos en su temperatura media anual, muy probablemente asociados con mayor frecuencia de episodios de temperatura máxima extrema (por encima de los 40°C) e incluso valores que superen los 50°C.

Respecto a la precipitación, las proyecciones señalan poca variación en las condiciones actuales. Sin embargo, bajo un escenario de cambio climático, la disponibilidad de agua podría disminuir, pues una superficie más caliente conduce a mayor evapotranspiración y una consecuente disminución de los escurrimientos e infiltraciones. Asimismo, la combinación de temperaturas más elevadas y precipitación deficitaria genera anomalías en la condición de humedad del suelo que podría traducirse en estrés hídrico de la vegetación (Magaña *et al.*, 2012).

La ocurrencia de temperaturas mayores a 40°C en la zona de estudio ha estado asociada a la presencia de incendios forestales, por lo cual se analizó cómo éste valor de temperatura estuvo presente en los datos históricos (figura 12). Al respecto, se encontró que existen fluctuaciones entre décadas, marcadas como las de los valores de temperatura media que dominan la señal y una ligera indicación de que en las décadas recientes dichos valores se volvieron más frecuentes.

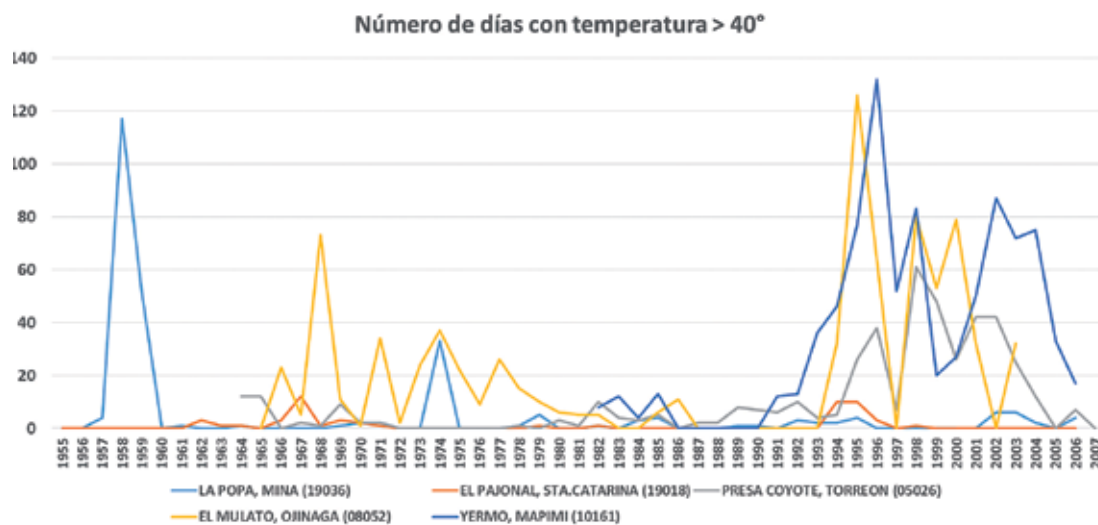


Figura 12. Número de días con temperaturas mayores a 40°C en estaciones del SMN.

Las estaciones meteorológicas permiten estimar los cambios en la RNEySMO (estaciones Yermo y El Mulato), y son las que indican una mayor amenaza, ya que alcanzan a tener más de 120 días al año con altas temperaturas en periodos cálidos.

Así, se prevé que la amenaza climática de ocurrencia de temperaturas por arriba de los 40°C tenderá a aumentar bajo cambio climático y con ello el riesgo de incendios forestales.

5.1.2. IDENTIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LA RNEYSMO

El IPCC define la vulnerabilidad como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, en particular la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático al que esté expuesto un sistema (exposición), de su sensibilidad y capacidad adaptativa. Cuando la exposición se refiere al grado de estrés climático sobre una unidad particular de análisis, puede estar representada por cambios en las condiciones climáticas o bien por cambios en la variabilidad climática, donde se incluye la magnitud y frecuencia de eventos extremos. La sensibilidad es el grado en el que un sistema es potencialmente modificado o afectado por un disturbio o un grupo de ellos. Esta medida determina el grado en el que un sistema se puede ver afectado por un estrés. Por su parte, la capacidad adaptativa se refiere a la habilidad de un sistema de enfrentar los efectos del cambio climático y al potencial de implementar acciones que ayuden a disminuir los posibles impactos identificados (figura 13).

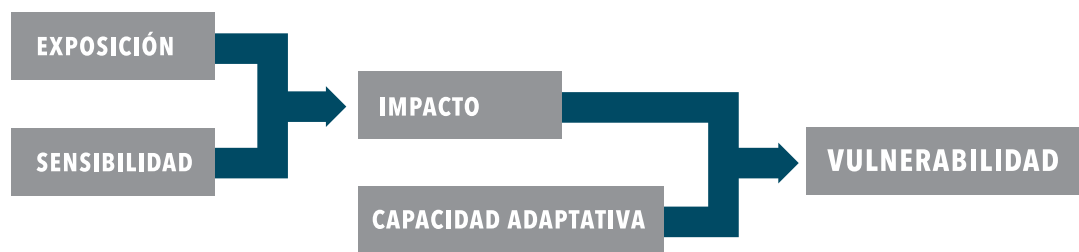


Figura 13. Factores que determinan la vulnerabilidad al cambio climático. Fuente: IPCC.

Para el presente análisis de vulnerabilidad se utilizó únicamente la información referente al incremento en temperaturas y a la evapotranspiración que propicia la ocurrencia de incendios forestales catastróficos, ya que es la amenaza sobre la cual se cuenta con datos históricos precisos. Es importante resaltar que existen más amenazas igualmente importantes en la RNEySMO que deberán incluirse en esfuerzos futuros.

Si bien las afectaciones climáticas de la RNEySMO pueden deberse a un proceso de variabilidad natural, acompañado de una tendencia al calentamiento relacionada con el cambio climático global, la vulnerabilidad exacerbada por las actividades antropogénicas, contribuye en buena medida a que los socio-ecosistemas se vean recurrentemente más afectados.

De acuerdo a Magaña (2013), "La vulnerabilidad es el conjunto de condiciones físicas, sociales y económicas que inciden en la posibilidad de afectación de las personas, de un sistema social y/o natural, debido a la ocurrencia de fenómenos naturales y que están en relación con su exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa".

Es por ello que se trabaja no sólo en la prevención de las amenazas sino también en conformar ecosistemas cada vez más resilientes, es decir menos vulnerables, ya que se considera que muchos de las afectaciones serán más frecuentes. Debido a lo anterior, se identificó la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios en la RNEySMO ante los escenarios previamente descritos: aumento de temperatura que puede resultar en incendios forestales.

Dicho diagnóstico de vulnerabilidad fue realizado con base en la *Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático* (Magaña et al., 2012) y como parte del proceso de gestión de riesgo, específicamente a incendios forestales, para las ANP del Complejo.

En el caso específico de incendios forestales, la vulnerabilidad propuesta se define a través de cuatro factores y sus indicadores correspondientes:

Factores de vulnerabilidad física:

- **Prácticas inadecuadas de manejo de fuego en la agricultura (CONAFOR, 2012), por lo que la extensión, cercanía e intensidad de actividades agrícolas cerca de las ANP puede aumentar el riesgo de que bajo condiciones de sequía y temperaturas elevadas ($T > 40^{\circ}\text{C}$) con vientos intensos, el fuego se pueda propagar hacia zonas hídricamente estresadas.**
- **Cambio de uso de suelo dentro y fuera de las ANP (a una distancia de 100 km con respecto de la frontera del ANP).**

Factores de vulnerabilidad social:

- **Crecimiento poblacional**
- **Densidad de población**

Factores de vulnerabilidad por superficie expuesta a incendios por ANP:

- El 17% del área del Complejo corresponde a pastizales y bosque, estos tipos de cobertura vegetal son considerados como sensibles al fuego en la región (figura14).

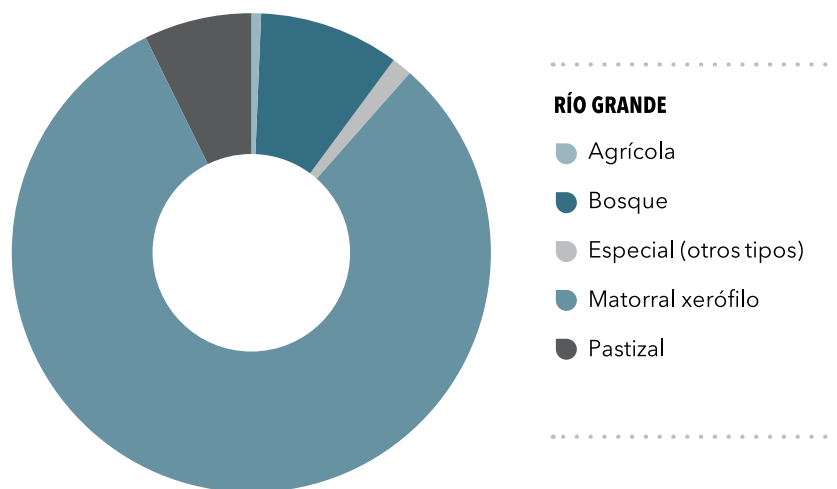


Figura 14. Proporción de cubierta vegetal del Complejo.

De la misma manera, existen factores que disminuyen la vulnerabilidad. Para el caso de la RNEySMO esto se traduce en la capacidad adaptativa, dada por el conjunto de acciones para prevenir y combatir incendios forestales (tanto por la CONANP, la CONAFOR, el Gobierno de los Estados, organizaciones civiles y comunidades rurales), que de acuerdo a los programas y conforme a esfuerzos de la CONANP, es mayor dentro de las ANP que fuera de éstas.

De acuerdo a los resultados de los indicadores anteriormente descritos, encontramos que las tendencias de cambio del uso de suelo, principalmente en relación con la agricultura y la ganadería en zonas cercanas a las ANP, los incrementos de población y los diversos niveles de preparación a la ocurrencia de incendios forestales, crean una condición de **vulnerabilidad baja** para el Complejo, en tanto que el estado de Coahuila en su conjunto, es más vulnerable.

5.1.3. ESTIMACIONES DE RIESGO

El riesgo es entendido como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad (figura 15).



Figura 15. Diagrama de la estructura del riesgo bajo cambio climático (adaptado de Magaña, 2013).

Anteriormente se describió la variabilidad climática (amenaza) en diferentes periodos de tiempo, así como la vulnerabilidad del Complejo, en particular en el tema incendios forestales. Considerando a la amenaza como el número de días al año con temperaturas máximas mayores a 40°C, se encontró que a nivel del Complejo está presente; sin embargo, no presenta un aumento significativo. Cabe destacar que los análisis indican una mayor proporción de número de días al año con temperaturas superiores a 40°C para las regiones de Cañón de Santa Elena-Maderas del Carmen. Asimismo, la figura 16 muestra a través de los picos, los eventos catastróficos de incendios forestales.

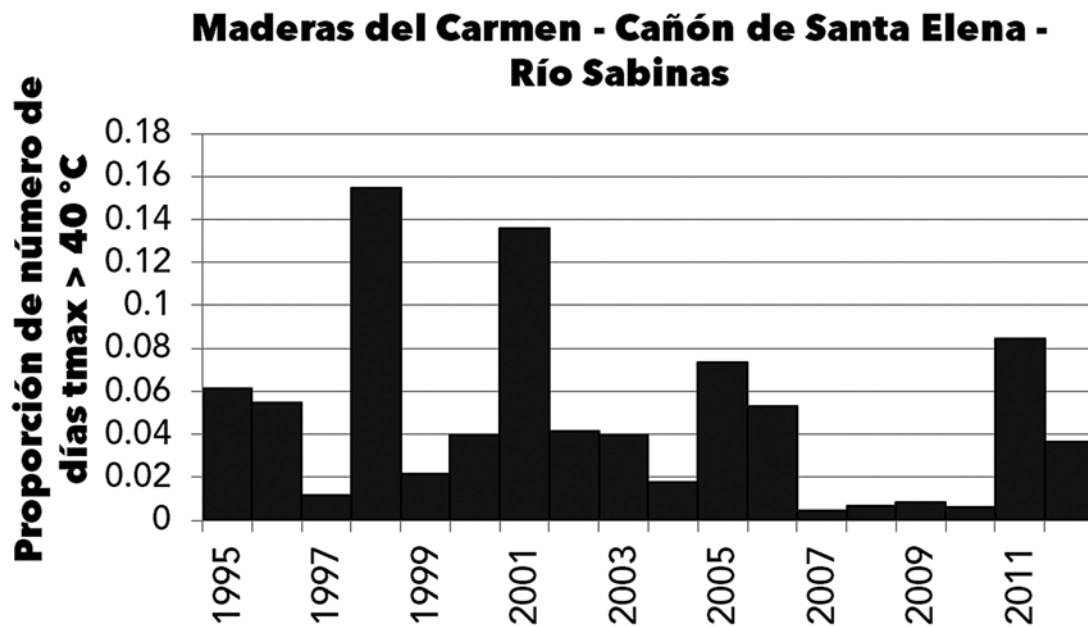


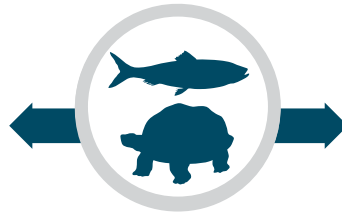
Figura 16. Proporción del número de días con temperatura máxima mayor a 40°C para el Complejo. La proporción se calcula con el número de días del evento entre 365 días.

Si el riesgo continúa, podrían presentarse incendios forestales de manera más frecuente y severa. Es por ello que resulta necesario compensar el aumento del riesgo mediante estrategias de adaptación o reducción de la vulnerabilidad³.

Ante tal perspectiva, se debe plantear un esquema que lleve a reducir la vulnerabilidad ante ondas de calor con medidas que compensen la elevación del peligro para al menos mantener constante el riesgo, a niveles comparables a los de principios del siglo XXI.

3. La CONANP, la CONAFOR, el gobierno del Estado de Coahuila, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Protección de la Fauna Mexicana A. C. y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C. entre otros actores clave han venido desplegando actividades de protección contra incendios como la preparación de brigadas oficiales y comunitarias, construcción de brechas corta fuego, almacenamiento de agua, ampliación de la red de radiocomunicación y mejora en los protocolos de coordinación para reducir la vulnerabilidad ante el riesgo de incendios forestales catastróficos que se dan mayormente durante episodios de calor excesivo o de sequía. Este tipo de acciones han mostrado ser eficientes en la reducción el riesgo y los impactos en las ANP.

ESCALA COMPLEJO



IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS
DE CONSERVACIÓN



5.2. OBJETOS DE CONSERVACIÓN DEL COMPLEJO EN EL MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Los objetos de conservación prioritarios para el Complejo son:

- > *Rodales de árboles de los géneros Picea, Abies, Pseudotsuga y Pinus ponderosa,*
- > *Castor (Castor canadensis) y*
- > *Sabino (Taxodium mucronatum)*

Los ecosistemas son impactados de manera significativa como consecuencia del cambio climático. El presente apartado presenta el ejercicio realizado por actores locales y académicos para identificar los objetos de conservación con mayor riesgo (Amenaza x Vulnerabilidad) frente a cambio climático en el Complejo. Una vez identificados, se elaboró la hipótesis de cambio para cada uno de estos objetos de conservación, de acuerdo a los escenarios de cambio climático anteriormente mencionados y se procedió a su priorización.

Dada la complejidad de determinar la vulnerabilidad específica para cada una de las unidades territoriales y la totalidad de los objetos de conservación identificados en cada complejo, la aproximación utilizada en este PACC es a través de la identificación de las vulnerabilidades de los objetos de conservación prioritarios. Esta estrategia de abordaje sobre los objetos de conservación, permite un análisis técnico de mayor profundidad y la posibilidad de identificar medidas de adaptación y líneas de acción con posibilidades de aplicación en campo.

5.2.1. EFECTOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN

En la última década se han documentado numerosos estudios sobre los efectos significativos como consecuencia del cambio climático en las especies y ecosistemas. Entre los efectos descritos se encuentran 1) cambios en la distribución de especies a lo largo de gradientes altitudinales, 2) cambios en la temporalidad de la biología reproductiva y fenología de diferentes especies, 3) interrupciones de la relación planta-polinizador, 4) efectos en tasas demográficas de sobrevi-

vencia y fecundidad, 5) disminución en el tamaño poblacional (particularmente en especies boreales y alpinas), 6) extinción o eliminación local de especies de distribución restringida y poblaciones aisladas, 7) incremento de parásitos y enfermedades de la vida silvestre y 8) incremento de especies exóticas, entre otros (Parmesan, 2006; Fischlin *et al.*, 2007).

5.2.2. OBJETOS DE CONSERVACIÓN EN EL COMPLEJO

Se definieron los objetos de conservación prioritarios, como aquellos con mayor vulnerabilidad al cambio climático en el Complejo, para lo cual se utilizaron criterios relacionados con la biología de las especies, los escenarios de patrones climáticos futuros y el conocimiento actual de efectos conocidos y documentados en la literatura científica.

Con base en lo anterior, se determinaron los criterios biológicos que tienen las especies con mayor riesgo (Amenaza x Vulnerabilidad) frente a cambio climático en ANP de la RNEySMO son:

- a. Especies cuyo ciclo de vida está ligado a cuerpos de agua.**
- b. Especies que necesitan de agua superficial.**
- c. Especies endémicas o de distribución restringida.**
- d. Especies estenotermas.**
- e. Especies con baja resiliencia a disturbios.**
- f. Especies con fenología especializada ligada a cambios en la temperatura.**

A partir de dichos criterios, se definieron los objetos de conservación más vulnerables al cambio climático para el Complejo Cuenca del Río Grande. Los expertos y manejadores de las ANP evaluaron para todos los objetos de conservación identificados inicialmente, cada uno de los criterios mencionados.

La tabla 5 muestra el ejercicio de caracterización de los objetos de conservación identificados previamente para el Complejo realizado por los grupos de trabajo incorporados en los talleres participativos, mediante el cual identificaron:

- **Los elementos de paisaje en los que se puede encontrar cada uno de estos objetos de conservación.**
- **Los criterios de vulnerabilidad de los objetos de conservación y su problemática.**

TABLA 5. CARACTERIZACIÓN DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DEL COMPLEJO

OBJETOS DE CONSERVACIÓN	ELEMENTOS DE PAISAJE	AMENAZAS
Rodales de los géneros <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>Pinus ponderosa</i>	Bosque de montaña	Incendios, plagas, sequía
Aguililla negra menor (<i>Buteogallus anthracinus</i>)	Bosques de montaña cañones y faldeos	Sequía
Halcón peregrino (<i>Falco peregrinus</i>)	Bosques de montaña cañones y faldeos	Sequía
Águila Real (<i>Aquila chrysaetos</i>)	Bosques de montaña cañones y faldeos	Sequía
Pastos nativos (<i>Bouteloua chondrosoides</i> , <i>B. curtipendula</i> , <i>B. gracilis</i> , <i>Esporobolus cryptandrus</i> e <i>Hilaria mutica</i>)	Pastizales	Incendios, fragmentación, sequía
Castor (<i>Castor canadensis</i>)	Áreas riparias y cuerpos de agua superficial	Disponibilidad de agua
Oso negro (<i>Ursus americanus</i>)	Bosques de montaña cañones y faldeos	Incendios, sequía, disponibilidad de agua
Candelilla (<i>Euphorbia antisiphylitica</i>)	Cañones y faldeos, matorral desértico	Sequía
Sabino (<i>Taxodium mucronatum</i>)	Áreas riparias y cuerpos de agua superficial	Incendios, fragmentación, plagas, sequía y disponibilidad de agua
Neominois carmen (Lepidóptero endémico)	Bosques de montaña, cañones y faldeos	Incendios, fragmentación
Pino piñonero (<i>Pinus cembroides</i>)	Cañones y faldeos	Incendios y sequía
Cactáceas	Matorral desértico	Sequía
Codorniz cotuí norteña (<i>Colinus virginianus</i>)	Matorral desértico	Sequía y disponibilidad de agua
<i>Gambusia gaigei</i>	Áreas riparias y cuerpos de agua superficial	Disponibilidad de agua

Una vez caracterizados cada uno de los objetos de conservación, se procedió a priorizarlos de acuerdo al nivel de conocimiento del grupo de expertos, tanto de sus criterios biológicos como de su hipótesis de cambio (tabla 6). Los tres objetos de conservación priorizados para el Complejo Cuenca del Río Grande son:

TABLA 6. OBJETOS DE CONSERVACIÓN Y SUS CRITERIOS BIOLÓGICOS

OBJETO DE CONSERVACIÓN	CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS QUE INCREMENTAN LA VULNERABILIDAD DE UNA ESPECIE
Rodales de los géneros <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>Pinus ponderosa</i>	➤ Especies endémicas o de distribución restringida ➤ Especies estenotermas ➤ Especies con baja resiliencia a disturbios ➤ Especies con fenología especializada ligada a cambios en la temperatura
Castor (<i>Castor canadensis</i>)	➤ Especies que su ciclo de vida está ligado a cuerpos de agua ➤ Especies que necesitan de agua superficial ➤ Especie con baja resiliencia a disturbios
Sabino (<i>Taxodium mucronatum</i>)	➤ Especie que su ciclo de vida está ligado a cuerpos de agua ➤ Especie que necesita de agua superficial ➤ Especie con baja resiliencia a disturbios

5.2.3. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN

Se determinó el índice de vulnerabilidad de cada uno de los objetos de conservación priorizados usando una herramienta que integra factores asociados a la exposición y sensibilidad al cambio climático de las especies (tabla 7). Son considerados 1) exposición indirecta al cambio climático, 2) factores de sensibilidad (habilidad de dispersión, sensibilidad a los cambios de temperatura y precipitación, especificidad de hábitat, relaciones interespecíficas y factores genéticos)⁴ y 3) capacidad adaptativa.

4. Índice de vulnerabilidad al cambio climático de NatureServe. <http://www.natureserve.org/climatechange>

De acuerdo con lo anterior se determinó que:

TABLA 7. OBJETOS DE CONSERVACIÓN MAYORMENTE AFECTADOS POR FACTORES ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO

	EXPOSICIÓN				SENSIBILIDAD														CAPACIDAD ADAPTATIVA				
OBJETO DE CONSERVACIÓN	Nivel del mar	Barreras naturales	Barreras antropogénicas	Amplitud piso altitudinal	Dispersión/movimiento	Sens. temperatura	Sens. humedad	Perturbación	Heladas/glaciares	Características geológicas	Otras spp. para el hab.	Dieta	Polinizadores	Otras spp. disp.	Interacción con otras spp.	Patógenos	Variación genética	Cuello de botella genético	Respuesta fenol.	Respuesta doc.	Cambio modelado	Solapamiento modelado	Áreas protegidas
Rodales de los géneros <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>P. ponderosa</i>	N	SI	Inc	SD	Inc	SI	GI	N	SI	SI	N	N	SI	U	N	Inc	SD	N	Inc	U	U	U	U
Castor (<i>Castor canadensis</i>)	N	SI	Inc	N	SD	N	GI	Inc	N	SI	N	N	N	U	SI	N	N	N	SI	U	U	U	U
Sabino (<i>Taxodium mucronatum</i>)	N	Inc	Inc	SD	SI	N	GI	N	N	SI	N	N	SI	U	N	SI	N	N	Inc	U	U	U	U

En donde,

- GI** - FUERTE INCREMENTO
- Inc** - INCREMENTO
- U** - DESCONOCIDO
- SD** - LIGERA DISMINUCIÓN
- SI** - LIGERO INCREMENTO
- N** - NEUTRO
- Dec** - DISMINUCIÓN

Por lo tanto se determinó que los índices de vulnerabilidad de los objetos de conservación prioritarios (tabla 8) para este complejo son:

TABLA 8. OBJETOS DE CONSERVACIÓN PRIORITARIOS Y SU ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

OBJETO DE CONSERVACIÓN	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
Rodales de los géneros <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>P. ponderosa</i>	Extremadamente vulnerable
Castor (<i>Castor canadensis</i>)	Altamente vulnerable
Sabino (<i>Taxodium mucronatum</i>)	Extremadamente vulnerable

Para las especies extremadamente vulnerables, es muy probable que disminuya significativamente su distribución para el año 2050. En el caso de la especie altamente vulnerable, se prevé una reducción de su abundancia o distribución en el área de estudio para el mismo año.

Los índices de vulnerabilidad, pueden y deben ser utilizados como base para identificar necesidades y prioridades de investigación así como para desarrollar estrategias y medidas de adaptación al cambio climático.

Confianza en la información del índice de vulnerabilidad de las especies:

Los resultados provienen de una simulación Monte Carlo (1000 corridas) de los datos que se introdujeron en el índice (figura 17).

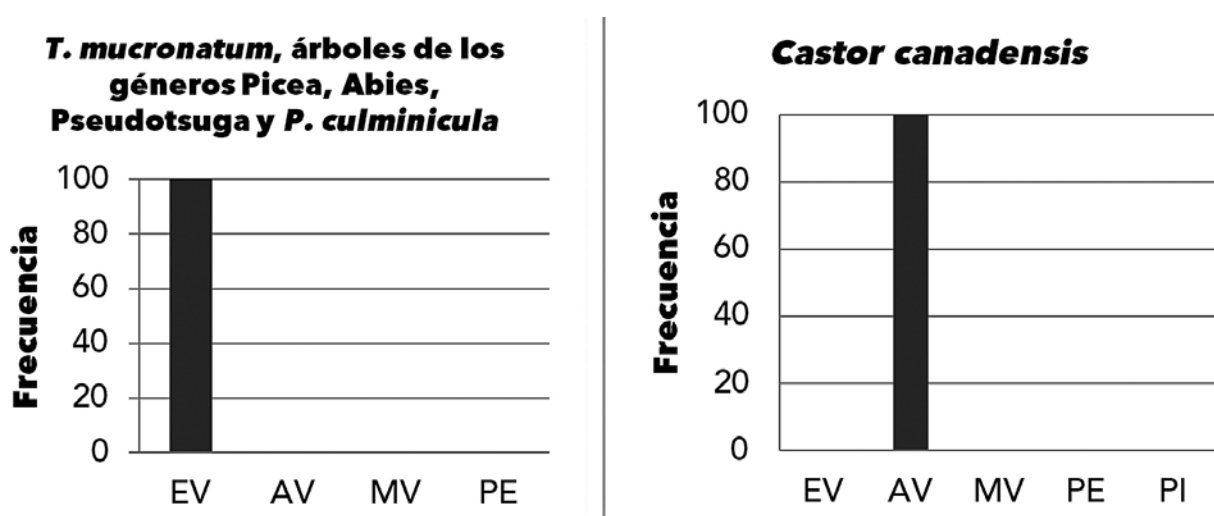


Figura 17. Confianza en la información del índice de vulnerabilidad de las especies.

Incertidumbre:

Aun cuando la información para determinar el índice de vulnerabilidad de los objetos de conservación fue recabada de estudios realizados por expertos, existe cierto grado de incertidumbre debido a los vacíos en la información disponible y a la falta de estudios especializados, por lo que la información con respecto a la capacidad adaptativa de las especies frente al cambio climático es deficiente y poco confiable. Predecir el comportamiento de las especies en el futuro en escenarios de cambio climático tiene un grado de incertidumbre muy alto, pero estas predicciones mejorarán en la medida que mejores modelos sean desarrollados más investigación sea conducida (Bagne y Finch, 2012).

5.2.4. HIPÓTESIS DE CAMBIO DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN PRIORITARIOS

A partir de los objetos de conservación identificados como prioritarios, se construyeron hipótesis de cambio⁵ para cada uno de ellos, bajo los escenarios de cambio climático mencionados anteriormente (tabla 9). Las hipótesis de cambio son supuestos de los cambios que puede sufrir un objeto de conservación en el futuro, bajo un escenario de cambio climático.

TABLA 9. HIPÓTESIS DE CAMBIO DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN

OBJETOS DE CONSERVACIÓN	HIPÓTESIS DE CAMBIO
Rodales de los géneros <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>Pinus ponderosa</i>	Debido al aumento de la temperatura y disminución de la precipitación en la región, la comunidad dominada por especies de <i>Piceas</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsugas</i> y <i>Pinus ponderosa</i> sufrirá estrés hídrico, incremento en incendios y presencia de plagas forestales (descortezador). Esto provocaría cambios en la estructura poblacional de los Bosques de Montaña lo que impactaría en la riqueza y abundancia de especies propias del ecosistema, afectando la composición y estructura de las comunidades bióticas y el hábitat de especies silvestres como la musaraña de la Sierra del Carmen (<i>Sorex milleri</i>), además de incrementar las emisiones de dióxido de carbono emitidas en este Complejo.
Castor (<i>Castor canadensis</i>)	La especie aunque muy común en latitudes más altas, es muy rara en la sección del Río Bravo que bordea las ANP de la región. La modificación del hábitat del río y la competencia con el Coypu (<i>Myocastor coypus</i>) son sus principales amenazas. La disminución del flujo del río en periodos de sequías prolongadas puede afectar seriamente las pequeñas poblaciones remanentes de la especie en la región.
Sabino (<i>Taxodium mucronatum</i>)	La existencia del bosque de galería, crea un microclima que permite su permanencia. Las zonas donde los sabinos han muerto, causan la desecación del río y las especies que de él dependen. Debido a que es una especie íntimamente ligada a la disponibilidad de agua, la sequía y la reducción en la captación de agua derivada de incendios en la parte alta de la cuenca, estarán impactando en la población de los sabinos. Esta condición se ve exacerbada por la reciente presión de plagas en esta especie y por la presión ganadera, que dañan los individuos de Sabinos y se eliminan los renuevos.

5. Hipótesis de cambio: declaración detallada de la vulnerabilidad ecológica de un ecosistema ante los impactos del cambio climático (Poiani *et al.*, 2011).

ESCALA COMPLEJO



TALLERES COMUNITARIOS



5.3. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LAS COMUNIDADES DEL COMPLEJO

De acuerdo a Vignola y colaboradores (2009), existe una necesidad imperante de realizar cambios institucionales para afrontar el cambio climático desde lo local y fomentar el intercambio de información entre las escalas nacional y local.

En el marco de la elaboración del presente PACC, se realizó un taller que brindó información valiosa sobre las percepciones de los actores locales acerca de los impactos del cambio climático en el Complejo Cuenca del Río Grande.

Este esfuerzo generó información complementaria al análisis de vulnerabilidad regional y al de los objetos de conservación para el Complejo; éste apoya el diseño de medidas de adaptación más robustas y certeras.

- **Taller comunitario para la identificación de impactos del cambio climático sobre las actividades productivas a escala local en las APFF Maderas del Carmen, Cañón de Santa Elena, Ocampo, el APRN Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín**

Los talleres comunitarios tienen como objetivo recabar información sobre la vulnerabilidad social y la capacidad adaptativa ante los impactos climáticos a una escala local en comunidades rurales de las ANP, a través de metodologías participativas (Ulrich *et al.*, 2012). Este análisis trata de establecer la sensibilidad de las poblaciones humanas a los impactos climáticos para mejorar la planificación e implementación de medidas de adaptación a nivel local, las cuales formarán parte del programa de adaptación al cambio climático. Es importante destacar que, la evaluación de la vulnerabilidad se basa en la percepción de las personas que participaron en el taller, siendo esta una de las limitaciones del análisis. Por lo anterior, se recomienda tener una buena representación de las comunidades del complejo e identificar grupos vulnerables que no fueron considerados en el análisis. Por ejemplo, grupos de comunidades con una baja capacidad de organización o dedicados principalmente a una sola actividad productiva que ya está siendo impactada por el cambio climático.

Durante el taller se analizaron las tendencias a lo largo del tiempo de ciertos aspectos de la comunidad relacionados con el cambio climático, tales como el desarrollo, la disponibilidad de recursos, cambios de la producción, entre otros; así como la identificación de las siguientes tendencias climáticas:

- **Se han observado cambios en la frecuencia de sequías, lluvias e incendios forestales desde hace 8 años.**

- En el área de Manuel Benavides, Chihuahua hasta hace algunos años era posible vivir sin ventiladores o aires acondicionados; ahora son necesarios.
- Se ha observado un cambio en el periodo de lluvias, por lo que la agricultura ha dejado de ser una actividad rentable, debido a que no se sabe con precisión cuándo sembrar.
- Las lluvias extremas, heladas y bajas temperaturas en algunas ocasiones han beneficiado, por ejemplo, limitando las plagas del nogal.
- La sequía disminuye la capacidad reproductiva de los venados, lo que afecta al turismo cinegético (actividad que está permitida en ciertas áreas del Complejo).

Asimismo, se identificaron las amenazas más importantes sobre las actividades productivas de las comunidades. Para ello, se evaluó el nivel de impacto de las amenazas sobre las actividades productivas y se identificaron las diversas acciones que la comunidad está realizando para reducir su vulnerabilidad. Estos enfoques ayudan a tener una idea de la vulnerabilidad de las estrategias vida ante los impactos potenciales del cambio climático. Las amenazas climáticas que más afectan las actividades productivas de las comunidades se muestran en la tabla 10.

TABLA 10. AMENAZAS QUE AFECTAN LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LAS COMUNIDADES.

	 INUNDACIONES	 LLUVIAS EXTREMAS	 GRANIZADAS	 NEVADAS	 HELADAS EXTREMAS	 INCENDIOS	 ESPECIES EXÓTICAS	 PLAGAS	 SEQUÍA	 OSCILACIONES EXTREMAS DE T°	 NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
Cultivo de Hortalizas	0	0	3	0	3	0	3	2	0	2	1.3
Ganadería	1	0	2	0	2	3	2	1	3	2	1.6
Cultivo de alfalfa	3	2	3	0	3	0	3	3	3	2	2.2
Cultivo de sorgo	3	2	3	0	0	0	0	3	3	1	1.5
Pesca	1	0	1	0	0	0	0	2	3	2	0.9
Turismo cinegético (pesca y caza)	1	1	1	0	0	2	2	2	2	2	1.3
Ecoturismo	3	3	1	0	0	1	0	0	1	0	0.9
Cultivo de Nogales	1	2	3	0	0	0	0	3	3	3	1.5
Aprovechamiento de chile piquín silvestre	1	0	3	0	0	3	2	3	3	2	1.7
Nivel del impacto potencial de la amenaza climática	1.6	1.1	2.2	0.0	0.9	1.0	1.3	2.1	2.3	1.8	

En donde:

 **0** - NO AFECTA
  **1** - AFECTACIÓN BAJA
  **2** - AFECTACIÓN MODERADA
  **3** - AFECTACIÓN SIGNIFICATIVA

El cultivo de alfalfa es la actividad productiva más vulnerable a las nuevas condiciones climáticas (con un valor de vulnerabilidad de 2.2), siendo fuertemente afectada por seis de las amenazas identificadas en la región. Esta actividad requiere grandes cantidades de agua para tener una alta productividad (800 litros de agua para 1 kg de materia seca) y el precio de venta (dependiendo de la temporada) oscila entre \$ 2.00 y \$ 4.00 por kilo (SAGARPA, 2013). Es por ello que, este cultivo no se puede ser sustentable bajo el cambio climático.

Con el fin de reducir el impacto sobre los ecosistemas de actividades no sustentables y disminuir el impacto de eventos climáticos extremos en los ingresos de las comunidades locales, los equipos técnicos de las ANP están promoviendo la adopción de actividades más redituables y con mejores posibilidades de sustentabilidad. Un ejemplo de ello es el cultivo de nopal con sistemas de riego tecnificados y ahorradores de agua; esto genera mayores ingresos en los productores ya que obtienen varios productos del nopal (champús, jabones, suplementos alimenticios, etc).

Asimismo, la ganadería extensiva es una de las actividades productivas que se ve más afectada por las amenazas climáticas de la región (con un valor de vulnerabilidad de 1.7). Para disminuir los efectos sobre esta actividad se han desarrollado programas integrales de manejo ganadero, con lo cual se disminuye el sobrepastoreo y el impacto sobre los ecosistemas.

La sequía, granizadas y plagas son las amenazas climáticas que más afectan a las actividades productivas de las comunidades del complejo. En el caso de los incendios forestales, aunque éstos no son una amenaza directa para las actividades productivas, sí afectan a los ecosistemas y pueden llegar a impactarlas de forma indirecta.

Es importante mencionar que el ecoturismo y la pesca son las actividades menos vulnerables a los impactos del cambio climático en la región. Por lo que su desarrollo a través de una adecuada planeación y regulación, podría generar actividades productivas alternativas y resilientes.

Podemos concluir que las actividades productivas de las comunidades en el complejo dependen directamente del uso y aprovechamiento de los recursos naturales e influyen en la conservación de los ecosistemas, los bienes y los servicios asociados a éstos. La capacidad adaptativa de las actividades productivas de las comunidades ante las amenazas y condiciones climáticas cambiantes es alta debido a que han desarrollado e implementado medidas de adaptación para disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de sus sistemas de producción. Las comunidades cada vez son más entendidas de que los recursos naturales deben ser utilizados de manera sustentable y que en algunas ocasiones las actividades relacionadas con la conservación de los ecosistemas son más redituables que actividades productivas que han venido realizando históricamente.

Las comunidades humanas ubicadas dentro del complejo desarrollan diversas actividades productivas que conllevan al uso y aprovechamiento de los recursos naturales, lo que se traduce en cambio de uso de suelo, degradación y deforestación de los ecosistemas y sobre todo en la pérdida de los bienes y servicios que estos suministran.

La tabla 11 muestra algunas de las medidas de adaptación que los habitantes de las comunidades actualmente realizan para disminuir la vulnerabilidad de sus actividades productivas con respecto de las amenazas climáticas identificadas para la región:

TABLA 11. ACTIVIDADES QUE DISMINUYEN LA VULNERABILIDAD EN LAS COMUNIDADES

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN QUE DISMINUYEN LA VULNERABILIDAD	AMENAZA QUE ATIENDE
Cultivo de hortalizas (calabaza, chile, zanahoria, coliflor, brócoli, cebolla)	Uso de mallasombras en parcelas de hortalizas (traspatio)	Granizadas, heladas extremas
	Control de especies exóticas (marrano europeo)	Especies exóticas
	Construcción de cortinas rompimientos	
Ganadería	Se administran suplementos alimenticios al ganado	Heladas extremas
	Cercos de regeneración natural y reforestación con pastos nativos	Sequías
	Sistemas de captación de agua de lluvia	Sequías
	Programas de manejo ganadero sustentable	Sequías
Cultivo de alfalfa	Control de especies exóticas (marrano europeo)	Especies exóticas
Cultivo de sorgo	N/A	
Pesca	N/A	
Turismo cinegético (pesca y caza)	Alimentación asistida a animales por parte de los dueños de los predios	Sequías
Ecoturismo	Brechas cortafuego, líneas negras y manejo de combustibles	Incendios
Cultivo de nogales	Control de plagas forestales	Plagas
Aprovechamiento de chile piquín silvestre	N/A	

Las comunidades del Complejo, identificaron las amenazas que afectan sus actividades productivas y manifestaron las medidas que actualmente llevan a cabo para disminuir la vulnerabilidad de sus actividades ante estas amenazas.

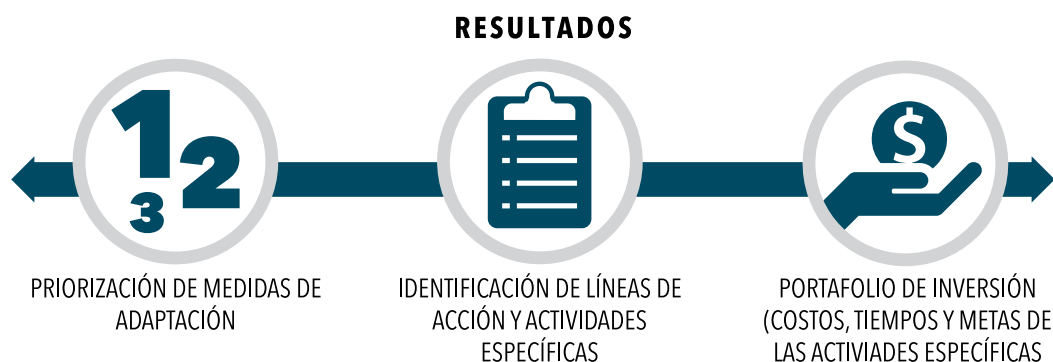
Las medidas planteadas por las comunidades brindan insumos valiosos para la identificación de medidas de adaptación al cambio climático en las ANP del Complejo. Algunas de estas medidas podrán promoverse y apoyarse por la CONANP y otros actores siempre y cuando sean compatibles y contribuyan a las prioridades del programa de manejo de cada una de las ANP.



Figura 18. Taller comunitario para la identificación de impactos del cambio climático sobre las actividades productivas de la región. A. Mapa comunitario que describe, a escala local, la localización de las diversas actividades productivas en el ejido. B. Participantes del taller comunitario.



6. RESULTADOS



6.1. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL COMPLEJO

Las medidas de adaptación al cambio climático buscan implementar acciones concretas en el territorio, basadas en el conocimiento previo de:

- **Los objetos de conservación de interés, los escenarios del cambio climático en la región y los efectos que producirán en dichos objetos de conservación.**

El diseño de las medidas de adaptación al cambio climático supone la necesidad de utilizar enfoques flexibles, ajustados al contexto local, tomando en cuenta los intereses de las comunidades que habitan dichos espacios (Vignola *et al.*, 2009).

Se identificaron tres medidas de adaptación para cada uno de los objetos de conservación seleccionado (tabla 12). Cada una de estas medidas de adaptación al cambio climático responde a una clasificación así como a un nivel de implementación (anexo 2).

TABLA 12. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN PRIORIZADOS

OBJETO DE CONSERVACIÓN	MEDIDA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	TIPO DE MEDIDA	NIVEL DE EJECUCIÓN
Rodales de los géneros <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>Pinus ponderosa</i>	PPAC1. Reducir la vulnerabilidad ante incendios catastróficos de especies de árboles de los géneros <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>P. ponderosa</i> en la Sierra Maderas del Carmen y Sierra La Encantada mediante el manejo integral del fuego	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
	PPAC2. Mantener dentro de un umbral óptimo la salud forestal de los objetos de conservación en la Sierra de Maderas del Carmen y Sierra La Encantada mediante manejo integral de plagas y enfermedades forestales.	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
	PPAC3. Asegurar la reproducción y viabilidad genética de las poblaciones de rodales de los géneros <i>Abies</i> , <i>Picea</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>P. ponderosa</i> en las Sierras de Maderas del Carmen y La Encantada	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
Castor (<i>Castor canadensis</i>)	CC1. Proteger las partes altas de la cuenca contra incendios para evitar la reducción de afluentes del río Bravo y aumentar el caudal que es hábitat del castor	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
	CC2. Restablecer la estructura del hábitat del <i>Castor canadensis</i> en secciones del Río Bravo mediante acciones de restauración	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
	CC3. Controlar las especies exóticas invasoras que afectan las poblaciones de <i>Castor canadensis</i> en el Complejo Cuenca del Río Grande	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
Sabino (<i>Taxodium mucronatum</i>)	SB1. Proteger las partes altas de la cuenca contra incendios para evitar la reducción de afluentes del Río Bravo y aumentar el caudal que es hábitat del <i>Taxodium mucronatum</i>	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
	SB2. Desarrollar un Programa de Manejo de la ribera del río que promueva la protección de la especie de <i>Taxodium mucronatum</i> en el área protegida.	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora
	SB3. Asegurar la reproducción y viabilidad genética de las poblaciones de <i>Taxodium mucronatum</i> en el APRN Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Implementadora

Una vez identificadas las medidas de adaptación al cambio climático para los objetos de conservación y bajo el supuesto que es necesario determinar aquellas medidas más relevantes para atenderlas de forma prioritaria, se realizó un ejercicio para la priorización de medidas en el que se utilizó una metodología de análisis multicriterio⁶ (tablas 13 y 14).

Los criterios utilizados para la priorización de las medidas de adaptación están alineados con los aspectos que se evalúan en la selección de medidas de adaptación de la ENACC. Los resultados del análisis multicriterio se muestran en la tabla 13.

TABLA 13. RESULTADOS DE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA LA PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

CRITERIOS	MEDIDAS								
	PPAC1	PPAC2	PPAC3	CC1	CC2	CC3	SB1	SB2	SB3
TRANSVERSALIDAD	7.25	5.5	6.5	6	5.75	7.5	6.5	7.25	7
COORDINACION DE ACTORES Y SECTORES	8.25	7	6.75	7	6	7.5	7.25	7.75	7.25
FACTIBILIDAD	6.75	4.75	6.5	7.25	6.25	5.25	6.25	4.75	5.5
FLEXIBILIDAD Y NO REGRETS	6.5	5	6.25	6.25	6.25	6	8.5	8.25	7.25
CONSERVACION DE ECOSISTEMAS	8.75	9	8.25	6.25	8	8.25	7.75	8	8.25
APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	1	1.75	7	4.75	3.5	3.5	2.5	6.5	6
ATENCIÓN A LA POBLACIÓN EN CONDICIONES DE VULNERABILIDAD SOCIAL	5	2.5	4.75	3.5	4	4	4.75	6	5.25
PARTICIPACIÓN ACTIVA	6.75	3.75	5.5	3.25	3.75	4.25	5	5.5	5
FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES	7.25	5.5	7.5	4.25	6	6.5	6.25	7.25	4.5
EVALUACIÓN Y RETROALIMENTACIÓN	8.5	8.25	5.75	6	7	7.25	6.25	6	6.75
PROVISIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES	9.25	7.5	8	9	7.75	7.5	9	8.75	7

6. La metodología utilizada para la priorización de las medidas de adaptación con un enfoque de multicriterio ha sido desarrollada con el apoyo de la *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH* por encargo del Ministerio de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de la República Federal de Alemania en colaboración con la SEMARNAT, la SAGARPA, el INECC, la CONANP, la CONAFOR y la CONAGUA. Esta herramienta considera para la priorización los criterios contemplados en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (de transversalidad, coordinación de actores y sectores, factibilidad, flexibilidad y no arrepentimiento, conservación de ecosistemas, aprovechamiento sustentable, atención la población en condiciones de vulnerabilidad social, participación activa, fortalecimiento de capacidades para la adaptación, evaluación y retroalimentación, y provisión de Servicios Ambientales). Cada criterio tiene un valor en peso y relevancia predeterminado. Las medidas de adaptación son evaluadas en cada uno de estos criterios por un grupo de expertos, proceso que otorga como resultado un puntaje específico a cada medida. Las medidas con los valores finales más altos son las que resultan prioritarias.

El resultado de la priorización de las medidas se muestra en la tabla 14.

TABLA 14. RESULTADO DE LA PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

CLAVE	MEDIDA	PUNTAJE
SB2	Desarrollar un Programa de Manejo de la ribera del río que promueva la protección de la especie de <i>Taxodium mucronatum</i> en el área protegida	6.9
PPAC1	Reducir la vulnerabilidad ante incendios catastróficos de rodales de los géneros <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>P. ponderosa</i> en la Sierra Maderas del Carmen y Sierra La Encantada mediante el manejo integral del fuego	6.9
PPAC3	Asegurar la reproducción y viabilidad genética de las poblaciones de rodales de los géneros <i>Abies</i> , <i>Picea</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>P. ponderosa</i> en las Sierras de Maderas del Carmen y La Encantada	6.7
SB1	Proteger las partes altas de la cuenca contra incendios para evitar la reducción de afluentes del Río Bravo y aumentar el caudal que es hábitat del <i>Taxodium mucronatum</i>	6.4
SB3	Asegurar la reproducción y viabilidad genética de las poblaciones de <i>Taxodium mucronatum</i> en el APRN Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín	6.3
CC3	Controlar las especies exóticas invasoras que afectan las poblaciones de <i>Castor canadensis</i> en el Complejo Cuenca del Río Grande	6.2
CC2	Restablecer la estructura del hábitat del <i>Castor canadensis</i> en secciones del Río Bravo mediante acciones de restauración	6.0
CC1	Proteger las partes altas de la cuenca contra incendios para evitar la reducción de afluentes del Río Bravo y aumentar el caudal que es hábitat del castor	5.8
PPAC2	Mantener dentro de un umbral óptimo la salud forestal de los objetos de conservación en la Sierra de Maderas del Carmen y Sierra La Encantada mediante manejo integral de plagas y enfermedades forestales.	5.6

Con base en lo anterior, se determinó que las medidas de adaptación prioritarias para el Complejo son:

- PPAC1. Reducir la vulnerabilidad ante incendios catastróficos de rodales de árboles de los géneros *Picea*, *Abies*, *Pseudotsuga* y *P. ponderosa* en la Sierra Maderas del Carmen y Sierra La Encantada, mediante el manejo integral del fuego.
- PPAC3. Asegurar la reproducción y viabilidad genética de las poblaciones de rodales de árboles de los géneros *Abies*, *Picea*, *Pseudotsuga* y *P. ponderosa* en las Sierras de Maderas del Carmen y La Encantada.
- SB2. Desarrollar un Programa de Manejo de la ribera del río que promueva la protección de *Taxodium mucronatum* en el ANP.
- CC3. Controlar las especies exóticas invasoras que afectan las poblaciones de *Castor canadensis* en el Complejo.



6.2. LÍNEAS DE ACCIÓN Y ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

Con base a las medidas priorizadas, se desarrollaron tres líneas de acción por cada una de las medidas de adaptación, cada una con líneas prioritarias que se ejecutarán en un periodo de cinco años (tabla 15).

TABLA 15. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PRIORIZADAS CON LÍNEAS DE ACCIÓN Y ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN	LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTIVIDADES ESPECÍFICAS
PPAC1. Reducir la vulnerabilidad ante incendios catastróficos en rodales de los géneros <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsugas</i> , <i>P. ponderosa</i> en la Sierra Maderas del Carmen y Sierra La Encantada mediante el manejo integral del fuego	PPAC1.L1 Ejecutar actividades para la presupresión y prevención de incendios forestales	1.1 Elaborar un programa integral de manejo de fuego
		1.2. Equipar a las brigadas de combate de incendios forestales
		1.3. Capacitar a las brigadas y técnicos en sistemas como SMI, S130; S190 y quemas prescritas.
		1.4. Realizar un acto de inicio de campaña para combate de incendios forestales.
		1.5.. Construir y mantener brechas cortafuego y líneas negras
		1.6. Difundir la importancia del tema con comunidades
		1.7. Llevar a cabo campañas de difusión
	PPAC1.L2 Llevar a cabo acciones para el manejo de combustibles forestales	2.1 Adquirir equipamiento especial para el manejo de combustibles
		2.2 Ejecutar acciones de manipulación de combustibles
		2.3 Tramitar permisos de quemas prescritas
	PPAC1.L3 Combatir incendios forestales	3.1 Realizar acciones de ataque ampliado
		3.2 Operar un Sistema de Mando de Incidentes (SMI)
		3.3 Capacitar al personal en pronósticos de comportamiento del fuego
PPAC3. Asegurar la reproducción y viabilidad genética de las poblaciones de <i>Abies</i> , <i>Picea</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>P. ponderosa</i> en las Sierras de Maderas del Carmen y La Encantada.	PPAC3.L1 Desarrollar acciones de reforestación	1.1 Realizar un diagnóstico de viabilidad de áreas a reforestar
		1.2 Recolectar semillas viables para su germinación
		1.3. Desarrollar actividades para el establecimiento de la plantas en el terreno

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN	LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTIVIDADES ESPECÍFICAS
SB2. Desarrollar un Programa de Manejo de la ribera del río que promueva la protección de la especie de <i>Taxodium mucronatum</i> en el área protegida.	SB2.L1 Construir cercos de exclusión	1.1 Identificar las áreas a excluir
		1.2 Llevar a cabo reuniones con municipios y concesionarios para gestionar acuerdos de exclusión
		1.3. Excluir áreas específicas para la restauración de la ribera
		1.4 Desarrollar la señalética correspondiente y llevar a cabo acciones de monitoreo
	SB2.L2 Desarrollar un Programa de Uso público	2.1 Elaborar e implementar un documento con Programa de Uso Público
	SB2.L3 Determinar el Destino de uso de las zonas federales	3.1 Contratar un equipo técnico que mida los polígonos de las zonas federales, en colaboración con registro agrario.
		3.2 Realizar el trámite ante la Secretaría de la Reforma Agraria para lograr el destino de uso de los terrenos federales.
CC3. Controlar las especies exóticas invasoras que afectan las poblaciones de <i>Castor canadensis</i> en el Complejo Cuenca del Río Grande	CC3.L1 Monitorear las poblaciones de Castor y Coypu	1.1 Diagnosticar las poblaciones de Castor y Coypu
		1.2 Elaborar un protocolo de monitoreo de las poblaciones de Castor y Coypu
		1.3 Capacitar al personal técnicos del ANP e intercambiar experiencias de monitoreo de poblaciones de Castor y Coypu
	CC3.L2 Ejecutar un programa de Control de especies vegetales exóticas o invasoras (<i>Tamarix aphyla</i> , <i>Tamarix ramosissima</i> y <i>Arundo donax</i>)	2.1 Realizar un diagnóstico de estructuras de hábitat
		2.2 Ejecutar acciones de control químico/mecánico
		2.3 Adquirir equipo especializado para el control de especies exóticas e invasoras
		2.4 Monitorear la efectividad del control de especies exóticas e invasoras
	CC3.L3 Ejecutar un programa para el control de especies de fauna silvestre exótica e invasora	3.1 Adquirir equipo especializado para el control y erradicación de especies exóticas e invasoras
		3.2 Desarrollar una campaña de cultura y educación ambiental con pobladores
		3.3 Implementar acciones de control y erradicación de especies exóticas e invasoras



6.3. PORTAFOLIO DE INVERSIÓN

Una vez identificadas las líneas de acción y actividades específicas para cada medida, se elaboró un portafolio de inversión que incluye los costos por actividad y medida, así como los tiempos en los que se planea su ejecución (tabla 16).

TABLA 16. PORTAFOLIO DE INVERSIÓN DE LAS ACTIVIDADES, LÍNEAS DE ACCIÓN Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

MEDIDA DE ADAPTACIÓN	LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTIVIDADES	COSTO ESTIMADO DE LAS ACTIVIDADES	TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD	COSTO TOTAL DE LA MEDIDA DE ADAPTACIÓN
PPAC1. Reducir la vulnerabilidad ante incendios catastróficos de especies de <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Pseudotsugas</i> , <i>P. ponderosa</i> en la Sierra Maderas del Carmen y Sierra La Encantada mediante el manejo integral del fuego	PPAC1.L1 Ejecutar actividades para la presupresión y prevención de incendios forestales	1.1 Elaborar un programa integral de manejo de fuego	\$ 257,500.00	6 meses	\$ 1,505,875.00
		1.2. Equipar a las brigadas de combate de incendios forestales	\$ 206,000.00	1 año	
		1.3. Capacitar a las brigadas y técnicos en sistemas como SMI, S130, S190 y quemas prescritas.	\$ 412,000.00	2 años	
		1.4. Acto de inicio de campaña	\$ 40,000.00	1 semana	
		1.5.. Construir y mantener brechas cortafuego y líneas negras	\$ 476,375.00	5 años	
		1.6. Difundir la importancia del tema con comunidades	\$ 34,000.00	1 año	
		1.7. Llevar a cabo campañas de difusión	\$ 80,000.00	2 años	
	PPAC1.L2 Llevar a cabo acciones de manejo de combustibles forestales	2.1 Adquirir equipamiento especial para el manejo de combustibles	\$ 630,875.00	1 año	\$ 954,849.00
		2.2 Ejecutar acciones de manipulación de combustibles	\$ 323,974.00	5 años	
		2.3 Tramitar permisos de quemas prescritas	\$ -	5 años	
	PPAC1.L3 Combatir incendios forestales	3.1 Realizar acciones de ataque ampliado	\$ 13,810.00	5 años	\$ 106,510.00
		3.2 Operar un Sistema de Mando de Incidentes (SMI)	\$ 10,300.00	5 años	
		3.3 Capacitar al personal en pronósticos de comportamiento del fuego	\$ 82,400.00	5 años	

MEDIDA DE ADAPTACIÓN	LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTIVIDADES	COSTO ESTIMADO DE LAS ACTIVIDADES	TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD	COSTO TOTAL DE LA MEDIDA DE ADAPTACIÓN
PPAC3. Asegurar la reproducción y viabilidad genética de las poblaciones de <i>Abies</i> , <i>Picea</i> , <i>Pseudotsuga</i> y <i>P. ponderosa</i> en las Sierras de Maderas del Carmen y La Encantada.	PPAC3.L1 Desarrollar acciones de reforestación	1.1 Realizar un diagnóstico de viabilidad de áreas a reforestar	\$ 64,216.00	1 año	\$ 558,822.00
		1.2 Recolectar semillas viables para su germinación	\$ 453,406.00	5 años	
		1.3. Establecimiento de la planta	\$ 41,200.00	5 años	
SB2. Desarrollar un Programa de Manejo de la ribera del Río que promueva la protección de la especie de <i>Taxodium mucronatum</i> en el área protegida.	SB2.L1 Construir cercos de exclusión	1.1 Identificar las áreas a excluir	\$ -	6 meses	\$ 962,580.00
		1.2 llevar a cabo reuniones con municipios y concesionarios para gestionar acuerdos de exclusión	\$ 40,000.00	2 años	
		1.3. Excluir áreas específicas para la restauración de la rivera	\$ 912,580.00	5 años	
		1.4 Desarrollar la señalética correspondiente y llevar a cabo acciones de monitoreo	\$ 10,000.00	5 años	
	SB2.L2 Desarrollar un Programa de Uso público	2.1 Elaborar e implementar un documento con Programa de Uso Público	\$ 504,700.00	5 año	\$ 504,700.00
	SB2.L3 Determinar el Destino de uso de las zonas federales	3.1 Contratar un equipo técnico que mida los polígonos de las zonas federales. En colaboración con registro agrario.	\$ -	5 años	\$ 51,936.00
		3.2 Realizar el trámite ante la Secretaría de la Reforma Agraria para lograr el destino de uso de los terrenos federales.	\$ -	5 años	
		1.1 Diagnosticar las poblaciones de Castor y Coypu	\$ 51,936.00	1 año	

MEDIDA DE ADAPTACIÓN	LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTIVIDADES	COSTO ESTIMADO DE LAS ACTIVIDADES	TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD	COSTO TOTAL DE LA MEDIDA DE ADAPTACIÓN
CC3. Controlar las especies exóticas invasoras que afectan las poblaciones de <i>Castor canadensis</i> en el Complejo Cuenca del Río Grande	CC3.L1 Monitorear las poblaciones de Castor y Coypu	1.2 Elaborar un protocolo de monitoreo de las poblaciones de Castor y Coypu	\$ 20,600.00	1 año	\$ 68,430.00
		1.3 Capacitar al personal técnicos del ANP e intercambiar experiencias de monitoreo de poblaciones de Castor y Coypu	\$ 30,900.00	3 años	
		2.1 Realizar un diagnóstico de estructuras de hábitat	\$ 16,930.00	1 año	
	CC3.L2 Ejecutar un programa de Control de especies vegetales exóticas o invasoras (Tamarix aphylla, Tamarix ramosissima y Arundo donax)	2.2 Ejecutar acciones de control químico/ mecánico	\$ 214,110.00	4 años	\$ 291,550.00
		2.3 Adquirir equipo especializado para el control de especies exóticas e invasoras	\$ 50,800.00	1 año	
		2.4 Monitorear la efectividad del control de especies exóticas e invasoras	\$ 11,190.00	3 años	
		3.1 Adquirir equipo especializado para el control y erradicación de especies exóticas e invasoras	\$ 15,450.00	1 AÑO	
	CC3.L3 Ejecutar un programa para el control de especies de fauna silvestre exótica e invasoras	3.2 Desarrollar una campaña de cultura y educación ambiental con pobladores	\$ 6,500.00	3 AÑOS	\$ 29,160.00
		3.3 Implementar acciones de control y erradicación de especies exóticas e invasoras	\$ 22,660.00	2 MESES AL AÑO	
TOTAL ESTIMADO					\$ 5 034,412.00

7. MONITOREO, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

La puesta en marcha de medidas de adaptación y acciones específicas para enfrentar el cambio climático requiere de seguimiento y evaluación a través de un proceso de monitoreo adaptativo, que contemple a los socio - ecosistemas y que se alimente de las experiencias locales que determinan qué opciones de adaptación son viables (SEMARNAT-INECC, 2012).

El monitoreo adaptativo es vital para la toma de decisiones en regiones que enfrentarán impactos del cambio climático y fungirá como principal insumo para la toma de decisiones en el sector productivo y en espacios naturales importantes para la conservación.

Asimismo, se aplicará en las ANP del Complejo la Herramienta para el Diagnóstico Rápido de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en ANP (DRV), como un sistema para una evaluación rápida de la vulnerabilidad ante el cambio climático en ANP, como un sistema de monitoreo y evaluación de la adaptación. Esta herramienta evalúa la vulnerabilidad ante el cambio climático en tres ámbitos: ecológico, institucional y socioeconómico, por lo que brinda información complementaria a la generada en el análisis de vulnerabilidad realizado en el presente PACC.

Actualmente actores locales de la RNEySMO llevan a cabo esfuerzos de monitoreo que pueden ser fácilmente adaptados para dar seguimiento a las medidas y acciones del presente PACC. Uno de dichos esfuerzos de monitoreo es el de “Signos Vitales” el cual se describe a continuación.

SIGNOS VITALES

Es un programa de monitoreo que tiene como objetivo determinar el estado y tendencias de la condición de ciertos recursos naturales que reflejan el “estado de salud” de los ecosistemas presentes en los Parques Nacionales de los Estados Unidos de América, que se desprende de una política del gobierno federal de ese país, iniciada a finales de los 1990 (Fancy *et al.*, 2009). Este programa se ha difundido entre las ANP de la RNEySMO en los últimos años a través de la iniciativa de hermanamiento de ANP entre la CONANP y el Servicio de Parques Nacionales de los Estados Unidos de América. Desde el 2008 se han realizado diversos talleres, seminarios y reuniones de trabajo entre personal de ANP de la RNEySMO, en colaboración con diversas instituciones de conservación y de educación aliadas.

La intención del monitoreo de Signos Vitales es darle seguimiento a un subgrupo de elementos y/o procesos físicos, y químicos, así como elementos biológicos y procesos ecosistémicos que son seleccionados para representar la salud general de las ANP, midiendo los efectos hipotéticos de agentes de estrés identificados (Jope, 2001).

Los aspectos clave del monitoreo de Signos Vitales son:

- **Perspectiva de largo plazo**
- **Utilización de modelos ecológicos conceptuales de ecosistemas bajo estrés (Chapin et al., 1996)**
- **Integración y coordinación entre ANP, programas y agencias**
- **Énfasis en el manejo de la información**

El sistema de monitoreo se alimenta de datos científicos y se integra a un sistema de información y a las operaciones del ANP. Lo anterior con la finalidad de convertirla en información más útil y ponerla a disposición de los manejadores de las ANP, los investigadores y otros tomadores de decisiones.

La metodología para el monitoreo de Signos Vitales consiste en:

- **Identificar agentes de cambio y fuentes de estrés**
- **Con esta información se generan modelos de ecosistemas bajo estrés**
- **Con estos modelos se proponen los indicadores a medir**
- **Posteriormente se les asigna un valor a los indicadores para priorizarlos**
- **Por último, se proponen metodologías de campo para medir los indicadores**

Actualmente la RNEySMO está en la fase de integrar un programa de monitoreo de Signos Vitales que sea capaz de dar seguimiento a los recursos naturales, evaluar decisiones de manejo y actividades de conservación, así como incorporar un sistema de detección temprana del cambio climático. Para ello, se realizaron talleres con los operadores de las ANP de la RNEySMO y se formó el comité de Monitoreo de Signos Vitales de la RNEySMO, el cual busca dar seguimiento a los esfuerzos para consolidar el Programa de Monitoreo en la región, supervisar los talleres y documentos generados durante estos esfuerzos y tomar decisiones técnicas respecto a la selección de los Signos Vitales.

Asimismo, se fortalecerá el monitoreo a nivel de paisaje a través del Sistema de Alta Resolución para el Monitoreo de Diversidad (SAR-MOD), un método estandarizado de monitoreo a largo plazo que permite estimar la degradación ecosistémica, a partir de la medición de variables de estructura, composición y función, en ANP y sus zonas de influencia.

Esta iniciativa es financiada por la Fundación Gordon y Betty Moore a través del FMCN. Cuenta con la participación de la CONANP, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el FMCN, así como organizaciones de la sociedad civil e instituciones académicas.

8. CONCLUSIONES

Los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y sus ecosistemas son evidencia suficiente para desarrollar estrategias y medidas de adaptación basadas en la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa de éstos con el objetivo de disminuir la vulnerabilidad, tanto de los ecosistemas y su biodiversidad, como de las comunidades humanas y sus actividades productivas.

Derivado del análisis de vulnerabilidad regional, se puede determinar que una de las mayores amenazas en las ANP de la RNEySMO son los incendios forestales catastróficos que afectan la composición y estructura de los ecosistemas, además de liberar grandes cantidades de GEI a la atmósfera.

Las tendencias climáticas para los próximos años muestran que la temperatura en el noreste de México incrementará. Asimismo, las tendencias de cambio del uso de suelo, principalmente en relación con la agricultura y la ganadería en zonas aledañas o en las ANP, el incremento poblacional y los diferentes niveles de preparación ante los incendios forestales, en zonas que rodean a las regiones de interés, crean una condición de vulnerabilidad, que puede hacer que los impactos del cambio climático se magnifiquen.

Una de las estrategias que puede ser utilizada para hacer frente a las amenazas identificadas en la región e incrementar la resiliencia y la provisión de los servicios ecosistémicos es la restauración de los ecosistemas, lo cual también aumenta la capacidad de las comunidades humanas para adaptarse a los efectos e impactos generados por el cambio climático (Dudley *et al.*, 2010). La restauración de los ecosistemas y de los servicios ambientales que éstos prestan, crean y fortalecen la resiliencia biológica, social y económica de las comunidades por los que se incrementa la capacidad adaptativa de éstas (Hobbs *et al.*, 2010).

Este documento es un instrumento de planeación que sienta las bases para el desarrollo e implementación de medidas de adaptación y acciones específicas ante el cambio climático a nivel regional, de complejo y local; las cuales están enfocadas a mejorar la capacidad adaptativa, incrementar la resiliencia y disminuir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las comunidades humanas que habitan al interior de las ANP.

Es importante resaltar que este documento es un complemento a los programas de manejo de las ANP, que ayuda a identificar las estrategias, medidas y acciones a corto, mediano y largo plazo que contribuyan a la adaptación al cambio climático de la biodiversidad, de los ecosistemas y de las comunidades humanas.

9. REFERENCIAS

- Bagne, K.D. y Finch, D.M. 2012. Vulnerability of Species to Climate Change in the Southwest: Threatened, Endangered, and At-Risk Species at the Barry M. Goldwater Range, Arizona. General Technical Report RMRS-GTR-284, USDA.
- Becker, J. C., A. W. Groeger, W. H. Nowlin, M. M. Chumchal, and D. Hahn. 2011. Spatial variability in the speciation and bioaccumulation of mercury in an arid subtropical reservoir ecosystem. *Environmental Toxicology and Chemistry* 30:2300-2311.
- Camp Camp, A., H. M. Poulos, R. Gatewood, J. Sirotnak, and J. Karges. 2006. Assessment of top down and bottom up controls on fire regimes and vegetation abundance and distribution patterns in the Chihuahuan Desert borderlands: A hierarchical approach. Final report to the Joint Fire Science Program, Project #03-3-13.
- Carrera, J. A. 1993. Alternativas para el uso de los recursos naturales en la región entre Santa Elena y Boquillas, México. Acuerdo Cooperativo No. CA7029-2-0004 entre Big Bend National Park, Sul Ross State University y Profauna A. C.
- Chapin, F.S., Robards, M.D, Huntington, H.P, Johnstone, J.F., Trainor, S.F., Kofinas, G.P, Ruess, R.W, Fresco, N., Natcher, D.C. y Naylor, R.L. 2006. Directional changes in ecological communities and social-ecological systems: a framework for prediction based on Alaskan examples. *Am. Nat.* 168, S36-S49.
- CONAFOR-CONANP 2012. Estrategias y lineamientos para el manejo del fuego en Áreas Naturales Protegidas.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2009. Estrategia de manejo para las áreas naturales protegidas de la Región Noreste y Sierra Madre Oriental 2007-2011.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2010. Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas. 2ª edición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. y The Nature Conservancy. 2011. Guía para la elaboración de Programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2013. www.conanp.gob.mx
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2014. www.conanp.gob.mx
- Chapin, F.S., Robards, M.D, Huntington, H.P, Johnstone, J.F., Trainor, S.F., Kofinas, G.P, Ruess, R.W, Fresco, N., Natcher, D.C. y Naylor, R.L. 2006. Directional changes in ecological communities and social-ecological systems: a framework for prediction based on Alaskan examples. *Am. Nat.* 168, S36-S49.
- Dahm, C. N., R. J. Edwards, and F. P. Gelwick. 2005. Gulf Coast rivers of the southwestern United States. Pages 181-228 in A. C. Benke and C. E. Cushing, eds., *Rivers of North America*. Burlington, Ma. Elsevier Academic Press.
- Diario Oficial de la Federación. 2009. DECRETO por el que se declara área natural protegida, con la categoría de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Ocampo, localizada en el Municipio de Ocampo en el Estado de Coahuila. Viernes 5 de junio de 2009.

- Diario Oficial de la Federación. 2009. DECRETO por el que se declara como área natural protegida, con el carácter de monumento natural la región conocida como Río Bravo del Norte, localizada en los municipios de Ojinaga y Manuel Benavides, en el Estado de Chihuahua y en los municipios de Ocampo y Acuña, en el Estado de Coahuila. Miércoles 21 de octubre de 2009.
- DOF 2012. Ley General de Cambio Climático. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.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.
- ENCC 2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. Gobierno de la República. <http://www.encc.gob.mx/documentos/estrategia-nacional-cambio-climatico.pdf>
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). 2013. Metodología para la Identificación y Priorización de Medidas de Adaptación frente al Cambio Climático. Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección a la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania.
- Fancy, S. G., J. E. Gross, and S. L. Carter. 2009. Monitoring the condition of natural resources in US National Parks. *Environmental Monitoring and Assessment* 151:161-174.
- Fischlin, A., G.F. Midgley, J.T. Price, R. Leemans, B. Gopal, C. Turley, M.D.A. Rounsevell, O.P. Dube, J. Tarazona, A.A. Velichko. 2007. Ecosystems, their properties, goods, and services in Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, 211-272.
- Hobbs, R.J., D.N. Cole, L. Yung, E.S. Zavaleta, G.A. Aplet, F.S. Chapin III, P.B. Landres, D.J. Parsons, N.L. Stephenson, P.S. White, D.M. Graber, E.S. Higgs, C.I. Millar, J.M. Randall, K.A. Tonnessen y Woodley, S. 2010. Guiding concepts for park and wilderness stewardship in an era of global environmental change, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8: 9, 483-490.
- INE - SEMARNAP. 1999. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e Instituto Nacional de Ecología (INE). (2008). *Ecorregiones Terrestres de México*. Escala 1:1000000. México.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M. L. Parry, O.F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. Van Der Linden and C. E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 pp.
- IPCC, 2012, *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Por: Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (Eds.) Cambridge University Press, 582 pp.
- Joep, K. L. 2001. An approach to identifying "vital signs" of ecosystem health in Harmon, D., editor. *Crossing Boundaries in Park Management: Proceedings of the 11th Conference on Research and Resource Management in Parks and on Public Lands*. The George Wright Society, Hancock, Michigan, USA.
- Magaña, V. 2013. Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático. INECC, PNUD, GEF. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. D.F. 61 pp.
- Magaña, V., Zermeño, D., and Neri, C. 2012. Climate Change Scenarios and potential impacts on water availability in northern Mexico. En *Climate Research, Interactions of Climate with Organisms, Ecosystems and Human Societies*. Inter- Research. Germany. 171-184 pp.

- Méndez, M., and V. Magaña. 2010. Regional aspects of prolonged meteorological droughts over Mexico, *J. Climate*, 23, 1175-1188.
- Nature Serve. 2009. Prediciendo cambios en un futuro: Un índice de vulnerabilidad al cambio climático. www.nature-serve.org
- Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37:637-669.
- Poiani, K.A., R.L Goldman, J. Hobson, J.M. Hoekstra y K.S. Nelson. 2011. Redesigning biodiversity conservation projects for climate change: examples from the field. *Biodiversity Conservation* . 20:185-201.
- Purchase, C. E., D. Larson, M. D. Flora, and J. Reber. 2001. Amistad National Recreation Area, Texas: Water resources scoping report. National Park Service Technical Report NPS/NRWD/NRTR-2001/295. National Park Service, Fort Collins, Colorado.
- Risser, P.G., 1987. Landscape Ecology: State of the Art. En Turner, M.G. (Ed). *Landscape Heterogeneity and Disturbance*. Springer - Verlag. New York Inc.
- SAGARPA 2012. www.sagarpa.gob.mx
- Sakulich, J., and A.H. Taylor. 2007. Fire regimes and forest structure in a sky island mixed conifer forest, Guadalupe Mountains National Park, Texas. *Forest Ecology and Management* 241:62-73.
- SEMARNAT-INECC. 2012. Adaptación al Cambio Climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México.
- SEMARNAT-INECC. 2012. Quinta Comunicación Nacional and la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México.
- SEMARNAT, 2013. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Pp. 158
- SEMARNAT, 2013. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Pp. 156.
- Special Report of Emissions Scenarios (SRES). 2000. Nebojsa N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grübler, T. Y. Jung, T. Kram, E. Lebre La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Riahi, A. Roehrl, H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor, Z. Dadi. Informe especial para IPCC.
- Ulrich, M., Newsham A., Shankland A., y Cannon T. (2012). Herramientas para el análisis de vulnerabilidad social a los impactos climático a nivel local en áreas naturales protegidas. CONANP- GIZ- IDS. México.
- Vignola R., Locatelli B., Martinez C., Imbach P., 2009. Ecosystem-based adaptation to climate change: What role for policy-makers, society and scientists? *Mitigation and Adaptation of Strategies for Global Change* 14: 691-696. doi:10.1007/s11027-009-9193-6

ANEXOS

ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Adaptación: Medidas y 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 (LGCC, 2012).

Amenaza: Es la manifestación del peligro.

Anomalía climática: La diferencia en positiva (+) o negativa (-) que se observa en un lugar, respecto a su normal climática; la cual se denomina anomalía positiva o negativa, respectivamente.

Cambio Climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables (LGCC, 2012).

Clima: Se suele definir en sentido estricto como el estado promedio del tiempo y, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de los valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante períodos que pueden abarcar desde meses hasta millares o millones de años (IPCC, 2007).

Desastres: es un evento natural o provocado por el ser humano que afecta negativamente a la vida, al sustento o a la industria y desemboca con frecuencia en cambios permanentes en las sociedades humanas, en los ecosistemas y en el medio ambiente.

Escenarios: Descripción hipotética de lo que podría ocurrir con las variables que determinan las emisiones, absorciones o capturas de gases y compuestos de efecto invernadero (LGCC, 2012).

Estenotermo: Especies que solo soportan ligeras variaciones de temperatura. Son especies que habitan climas muy estables.

Fenómenos meteorológicos extremos: Evento climático raro, en términos de su distribución estadística de referencia para un lugar determinado. Por definición, las características de un estado del tiempo extremo pueden variar en función del lugar (IPCC, 2007).

Gases de efecto invernadero: Aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación infrarroja (LGCC, 2012).

Incertidumbre: Expresión del grado de desconocimiento de determinado valor (por ejemplo, el estado futuro del sistema climático). Puede deberse a una falta de información o a un desacuerdo con respecto a lo que es conocido o incluso cognoscible. Puede reflejar diversos tipos de situaciones, desde la existencia de errores cuantificables en los datos hasta una definición ambigua de un concepto o término, o una proyección incierta de la conducta humana (IPCC, 2007).

Indicadores: Magnitud utilizada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos, en la ejecución de un proyecto, programa o actividad.

Índice: Coeficiente que expresa la relación entre la cantidad y la frecuencia de un fenómeno o un grupo de fenómenos.

Impactos climáticos: Consecuencias de la variabilidad climática y cambio climático en los sistemas naturales o humanos.

Gestión de riesgo: Es un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza, a través de una secuencia de actividades humanas que incluyen evaluación de riesgo, estrategias de desarrollo para manejarlo y mitigación del riesgo utilizando recursos gerenciales.

Peligro: Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo de tiempo y en un sitio dado

Riesgo: Es la combinación del peligro y la vulnerabilidad. Probabilidad de que se produzca un daño en las personas, en uno o varios ecosistemas, originado por un fenómeno natural o antropógeno (LGCC, 2012).

Variabilidad climática: 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) (IPCC, 2007).

Vulnerabilidad: Es el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos (IPCC, 2007). Un sistema es vulnerable en la medida en que esté expuesto a un peligro.

ANEXO 2. CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR TIPO DE ESTRATEGIA Y NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN.

CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE ACUERDO AL TIPO DE ESTRATEGIA ⁷	
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
Comunicación y educación ambiental	Difunden información clara y precisa sobre el cambio climático, con el fin de sensibilizar a diversos actores locales y a la población en general para propiciar su participación en las acciones de mitigación y adaptación que se realizan en el territorio.
Conocimiento	Promueven la generación de información y conocimiento necesario para entender las relaciones entre el clima, los ecosistemas y las actividades productivas de las comunidades humanas, que permita generar medidas de adaptación robustas e implementar un manejo adaptativo.
Vinculación y Transversalidad	Contribuyen a la articulación entre diversas políticas, programas y/o proyectos, así como entre diferentes actores y sectores a los tres niveles de gobierno.
Instrumentos económicos	Fomentan y facilitan el financiamiento de las acciones de adaptación a nivel local a través de diferentes mecanismos financieros.
Manejo y aprovechamiento de recursos naturales	Fortalecen y mejoran el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, y contribuyen además, a reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas frente a amenazas actuales, que podrían exacerbarse en un contexto de cambio climático, así como ante los posibles impactos derivados de este. (Además, se consideran en este rubro, acciones encaminadas a incrementar la resiliencia de los ecosistemas, tales como restauración y enriquecimiento y aumento de conectividad de los ecosistemas.) Medidas que implican el movimiento de población o estructuras (por ejemplo, sitios de producción) para reducir las presiones ambientales
Instrumentos regulatorios	Promueven la formulación de legislación y/o regulación de acciones relacionadas con la adaptación al cambio climático.
Fortalecimiento de capacidades y asistencia técnica	Capacitación de actores clave (instituciones, academia, comunidades, entre otros) para garantizar la adecuada ejecución de las estrategias y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Medidas que implican la prescripción, demostración y enseñanza del uso de nuevas tecnologías. Medidas que incluyen una estructura física como un resultado.
Comunidades y actividades productivas	Reducen la vulnerabilidad ante el cambio climático de los diferentes grupos de la sociedad –niños, mujeres, indígenas, adultos mayores, entre otros– en sus diferentes dimensiones –económica, política y social–.

7. La metodología utilizada para la priorización de las medidas de adaptación con un enfoque de multicriterio ha sido desarrollada con el apoyo de la *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH* por encargo del Ministerio de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de la República Federal de Alemania en colaboración con la SEMARNAT, la SAGARPA, el INECC, la CONANP, la CONAFOR y la

CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE ACUERDO A SU NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN	
NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN	DESCRIPCIÓN
Directas o Implementadoras	Medidas que por sí mismas contribuyen a reducir la vulnerabilidad e incrementan la resiliencia de los ecosistemas y las comunidades humanas. Por ejemplo: implementación de un programa de manejo integral de plagas forestales exacerbadas en un contexto de cambio climático.
Indirectas o Habilitadoras	Medidas que generan las condiciones necesarias para el desarrollo o implementación de una medida de adaptación directa. Por ejemplo: fortalecimiento de capacidades y generación de información.

CONAGUA. Esta herramienta considera para la priorización los criterios contemplados en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (de transversalidad, coordinación de actores y sectores, factibilidad, flexibilidad y no arrepentimiento, conservación de ecosistemas, aprovechamiento sustentable, atención a la población en condiciones de vulnerabilidad social, participación activa, fortalecimiento de capacidades para la adaptación, evaluación y retroalimentación, y provisión de servicios ambientales). Cada criterio tiene un valor en peso y relevancia predeterminado. Las medidas de adaptación son evaluadas en cada uno de estos criterios por un grupo de expertos, proceso que otorga como resultado un puntaje específico a cada medida. Las medidas con los valores finales más altos son las que resultan prioritarias.



*Al servicio
de las personas
y las naciones*

