Informe de proyecto

Análisis de las oportunidades para la integración del concepto de carbono azul en la política pública mexicana

Desde la perspectiva de los compromisos internacionales, el marco legal nacional y los mecanismos financieros vigentes en México

Abril de 2017

Comisión para la Cooperación Ambiental

cec.org

Citar como:

> CCA (2017), *Análisis de las oportunidades para la integración del concepto de carbono azul en la política pública mexicana*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 102 pp.

El presente informe fue elaborado por M. Rosette Perezvargas, E. López García, J. C. Carrillo Fuentes, A. Velasco Ramírez, G. García, A. Serrano Pavón, M. E. Arreola Aguirre, I. Rosillo Pantoja, M. Reza Gaona, B. A. Quiroga García, R. García Casaprima, D. Linares Arredondo, C. Teutli Hernández, y J. A. Herrera Silveira para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. La información que contiene es responsabilidad de los autores y no necesariamente refleja los puntos de vista de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción de este material sin previa autorización, siempre y cuando se haga con absoluta precisión, su uso no tenga fines comerciales y se cite debidamente la fuente, con el correspondiente crédito a la Comisión para la Cooperación Ambiental. La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo "Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada", de Creative Commons.

© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2017

Executive summary available in English – Sommaire de rapport disponible en français

Detalles de la publicación

Categoría del documento: informe de proyecto

Fecha de publicación: abril de 2017

Idioma original: español

Procedimientos de revisión y aseguramiento de la calidad:
Revisión final de las Partes: marzo de 2017

QA276

Proyecto: Plan Operativo 2015-2016: *Avances en la práctica científica para la formulación de políticas en materia de carbono azul en América del Norte*

Fotografía de la portada: Nancy Cabanillas Terán

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

Comisión para la Cooperación Ambiental
393 rue St-Jacques Ouest, bureau 200
Montréal (Québec), Canada, H2Y 1N9
Tel.: 514.350.4300 fax: 514.350.4314
info@cec.org / www.cec.org

Índice

Siglas, acrónimos y abreviaturas vi

Sinopsis x

Resumen ejecutivo x

Introducción 1

Capítulo 1: Instrumentos internacionales 4

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 4

Protocolo de Kioto 5

Decisiones emanadas de la Conferencia de las Partes 6

COP13: Plan de Acción de Bali 6

COP15 6

COP16 7

COP18 7

COP21 8

Convenio sobre la Diversidad Biológica 9

Metas de Aichi 10

Convención de Ramsar 11

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo 13

Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte 13

Plan de Acción de América del Norte para una Alianza sobre Clima, Energía Limpia y Medio Ambiente 15

Capítulo 2: Marco nacional 16

Legislación nacional 16

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 16

Ley General de Bienes Nacionales 17

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 20

Ley General de Cambio Climático 22

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 23

Ley de Desarrollo Rural Sustentable 24

Ley de Aguas Nacionales 24

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 26

Ley Federal del Mar 26

Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar 28

Ley General de Vida Silvestre 29

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre 31

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental *32*
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas *33*
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental *34*
Normatividad 35
NOM-022-Semarnat-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar *35*
NOM-059-Semarnat-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo *36*
NMX-AA-173-SCFI-2015. Que establece las especificaciones y los requisitos mínimos para obtener el registro de proyectos forestales de carbono y la certificación del incremento en los acervos de carbono generados por dichos proyectos *37*
NMX-AA-153-SCFI-2012. Requisitos y especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la península de Yucatán *37*
Marco programático 38
Plan Nacional de Desarrollo *38*
Estrategia Nacional de Cambio Climático *39*
Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 ..... *40*
Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 ..... *40*
Programa Nacional Forestal 2014-2018 y Programa Institucional de la Comisión Nacional Forestal 2014-2018 ..... *41*
Estrategia Nacional para la Reducción de la Deforestación y Degradación Forestal "más" (ENAREDD+) *42*
Programa Especial para Áreas de Acción Temprana (ATREDD+) *42*
Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas (ECCAP) *43*
Iniciativas de alcance regional 44
Acuerdo entre Gobernadores de la Península de Yucatán en Materia de Cambio Climático *44*
Estrategia Regional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal de la Península de Yucatán *45*
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California *45*
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe *46*
Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de San Quintín *47*
Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún-Tulum *48*
Programa Regional de Ordenamiento Ecológico del Corredor San Antonio de las Minas-Valle de Guadalupe *50*

Capítulo 3: Mecanismos financieros 52
Mercados de carbono 52
Mercados obligatorios o regulados 52
Mercado voluntario 57
Mecanismos no basados en el mercado 60
Acciones Nacionales Apropiadas de Mitigación 61
Emisiones Reducidas por la Deforestación y la Degradación (REDD+) 63
Instrumentos económicos 67
Pago por servicios ambientales 68

Estudio de caso: Reservorios de carbono en los humedales tropicales costeros en el paisaje cárstico del Caribe mexicano 73
1. Antecedentes 73
2. Rasgos generales del proyecto 75
3. Resumen de resultados 75
4. Reflexiones finales y recomendaciones 76
Principales contribuciones del estudio 78
Lecciones aprendidas 78

Conclusiones 79

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Ciclo biogeoquímico del carbono y cambios antropogénicos 1
Ilustración 2. Efectos del cambio climático en los ecosistemas costeros 2
Ilustración 3. Almacenes de carbono en diferentes tipos de ecosistema. 3
Ilustración 4 Modelo conceptual de un esquema REDD-PSA multinivel 65
Ilustración 5. Servicios ambientales: mecanismos de pago e incentivos 70

Siglas, acrónimos y abreviaturas

A/R	forestación y reforestación (del inglés: *afforestation and reforestation*)
AAT	áreas de acción temprana (para la reducción de emisiones por degradación y deforestación)
AAU	unidades de emisión asignada (del inglés: *assigned amount units*)
ACAAN	Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte
ACR	American Carbon Registry
AEC	áreas especiales de conservación
AFOLU	agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (del inglés: *agriculture, forestry and other land uses*)
ANP	áreas naturales protegidas
ARR	forestación, reforestación y revegetación (del inglés: *afforestation, reforestation and revegetation)*
ATREDD+	Programa Especial para Áreas de Acción Temprana (de Reducción de Emisiones por Degradación y Deforestación
BAU	condiciones habituales, escenario de referencia (del inglés: *business as usual*)
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
CCBA	Alianza por el Clima, la Comunidad y la Biodiversidad (del inglés: *Climate, Community and Biodiversity Alliance*)
CCC	Comité sobre el Cambio Climático
CCG	cambio climático global
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CEMDA	Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C.
CER	reducciones certificadas de emisiones (del inglés: *certified emission reductions*)
CH_4	metano
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
CIDRS	Comisión Intersecretarial de Desarrollo Rural Sustentable
Cinvestav-Mérida	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados de Mérida
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNUCC	Convención de las Naciones Unidas contra la Corrupción
CO_2	dióxido de carbono
Coesbio	Comisión Estatal de Biodiversidad
Conabio	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Conafor	Comisión Nacional Forestal
Conagua	Comisión Nacional del Agua
Conanp	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

COP	Conferencia de las Partes
DOF	*Diario Oficial de la Federación*
ECCAP	Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas
EFC	empresas forestales comunitarias
ENAREDD+	Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques y selvas
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
ETS	sistema de comercio de derechos de emisión (del inglés: *Emissions Trading System*)
FCPF	Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (del inglés: *Forest Carbon Partnership Facility*)
FFM	Fondo Forestal Mexicano
FIRA	Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura
FMCN	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C.
GCF	Fondo Verde Climático (del inglés: *Green Climate Fund*)
GEF-TF	Fideicomiso del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (del inglés: *Global Environmental Facility Trust Fund*)
GEI	gases de efecto invernadero
GIZ	*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* [Cooperación Alemana al Desarrollo Internacional]
IEPS	Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios
INDC	contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional (del inglés: *intended nationally determined contributions*)
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (del inglés: *Intergovernmental Panel on Climate Change*)
IRE	Iniciativa de Reducción de Emisiones
ITMO	resultados de mitigación de transferencia internacional (del inglés: *internationally transferred mitigation outcomes*)
LAN	Ley de Aguas Nacionales
LDRS	Ley de Desarrollo Rural Sustentable
LFD	Ley Federal de Derechos
LFM	Ley Federal del Mar
LFRA	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental
LGBN	Ley General de Bienes Nacionales
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LGDFS	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

LGVS	Ley General de Vida Silvestre
LIEPS	Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
ME	memorando de entendimiento
MRV	medición, reporte y verificación
NAMA	Acción Nacional Apropiada de Mitigación (del inglés: *nationally appropriate mitigation action*)
NAP	Plan Nacional de Adaptación (del inglés: *National Adaptation Plan*)
NAPA	Programa Nacional de Adaptación (del inglés: *National Adaptation Programme of Action*)
NDC	Contribución Nacionalmente Determinada (del inglés: *nationally determined contribution*)
NMx	Norma Mexicana
NNREF	Nivel Nacional de Referencia de Emisiones Forestales
NOM	Norma Oficial Mexicana
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OGM	organismo genéticamente modificado
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAB	Plan de Acción de Bali
PECC	Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018
PECCJ	Programa Especial de Cuencas Costeras de Jalisco
PEPY	Programa Especial para la Conservación, Restauración y el Manejo Sustentable de los Recursos Forestales en la Península de Yucatán
PEPY	Programa Especial Península de Yucatán
PESL	Programa Especial para la Conservación, Restauración y el Manejo Sustentable de la Selva Lacandona
PIF	Programa de Inversión Forestal
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POEMyRGMyMC	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
POERSQ	Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de San Quintín
POET	programa de ordenamiento ecológico territorial
POETRDCCT	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún-Tulum
ppm	partes por millón

Promarnat	Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Pronafor	Programa Nacional Forestal 2014-2018
PSA	pago por servicios ambientales
PSAB	Proyecto de Servicios Ambientales del Bosque
PSA-CABSA	Programa para el Desarrollo de los Mercados de Servicios Ambientales de Captación de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de los Sistemas Agroforestales
PSAH	pago por servicios ambientales hidrológicos
RAE	Restore America's Estuaries
RBSK	Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an
REDD	reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques
REDD+	reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo, y la función de la conservación, la gestión sustentable de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo
RENE	Registro Nacional de Emisiones
SDM	Mecanismo de Desarrollo Sustentable (del inglés: *Sustainable Development Mechanism*)
Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SIL	préstamo de inversión específica (del inglés: *specific investment loan*)
tCO_2e	tonelada de dióxido de carbono equivalente
TNC	The Nature Conservancy
UGA	unidad de gestión ambiental
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (por sus siglas en inglés)
USFS	Servicio Forestal de Estados Unidos (*U.S. Forest Service*)
VCS	Norma de Verificación del Carbono (*Verified Carbon Standard*)
VER	reducciones verificadas de emisiones (del inglés: *verified emission reductions*)
Zofemat	Zona Federal Marítimo Terrestre

Sinopsis

El presente análisis se realizó con el objetivo de mejorar la comprensión de las oportunidades para la integración del concepto de carbono azul en las políticas públicas de México. Este trabajo forma parte del proyecto trinacional (Canadá, Estados Unidos y México) de la Comisión para la Cooperación ambiental (CCA) para 2015-2016: *Avances en la investigación científica para la formulación de políticas en materia de carbono azul en América del Norte*, que además busca mejorar la comunicación y el intercambio entre los tres países de información y lecciones aprendidas sobre el tema, así como mejorar la gestión y la capacidad de recuperación de las zonas costeras en América del Norte. Como resultado del análisis realizado, se ofrecen recomendaciones que ayudarán a México a determinar qué estrategias y herramientas políticas vigentes se pueden aprovechar para mejorar la conservación y restauración de los ecosistemas que secuestran carbono azul, en particular los manglares.

Sustentado en la experiencia de las dos instituciones participantes, este análisis pretende ser integral y objetivo, e incluye un examen profundo de las oportunidades y retos actuales —incluido un estudio de caso— en relación con tres estrategias: i) definir la manera en que México puede aprovechar su carbono costero e incluirlo en sus políticas para contribuir al cumplimiento de obligaciones internacionales adquiridas; ii) decidir qué instrumentos legales de los marcos jurídicos estatales y federal pueden integrar el concepto de carbono azul, y iii) determinar los mecanismos financieros que pueden apoyar iniciativas en materia de carbono azul en el país. Cada estrategia se abordó definiendo su alcance y las posibles propuestas de acción a emprender por parte del gobierno federal para la protección de los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul como parte de las estrategias nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático.

Resumen ejecutivo

Los humedales costeros cuentan entre los ecosistemas más productivos del planeta debido a que ofrecen servicios ambientales como secuestro de carbono, sustento de pesquerías, protección de costas, purificación de agua y conservación de la biodiversidad. Según estudios recientes, los manglares y las marismas salobres captan anualmente de dos a cuatro veces más carbono que cualquier sistema forestal maduro y, en comparación con los bosques tropicales, almacenan entre tres y cinco veces más carbono por área equivalente. Ahora bien, a diferencia de lo que ocurre con los bosques tropicales, en el caso de los ecosistemas costeros la mayor parte del carbono se almacena en el suelo mismo, y no en la materia vegetal superficial. Observando estos servicios ambientales y considerando sólo los manglares, los beneficios provistos anualmente a México se han valorado en más de 100,000 dólares estadounidenses ($EU) por hectárea.[1]

Sin embargo, los humedales costeros están cada vez más amenazados. Su destrucción obedece principalmente a actividades humanas mal manejadas e impulsadas por una ganancia económica a corto plazo cuyos costos ecosistémicos superan la tasa de recuperación del patrimonio natural, y que subestiman el valor de bienes y servicios de los cuales depende en gran medida la economía del país. A pesar de que México ha adoptado ya medidas para mejorar la protección de su medio ambiente costero, los marcos jurídicos en general permanecen desactualizados.

Encontrar el equilibrio entre la conservación y el desarrollo exige la consideración de factores políticos, sociales, económicos y ambientales que determinen qué proyectos de desarrollo deben llevarse a cabo, y qué políticas han de promulgarse y aplicarse para apoyar la conservación del medio

[1] Véase: <http://thenaturalnumbers.org/mangroves.html>.

ambiente. El hecho de comprender estos factores en un contexto de política pública contribuirá a la gestión sustentable de los sistemas naturales con alto valor en captación y almacenamiento del llamado carbono azul. A su vez, esto dará lugar a la protección y manejo adecuado de los sumideros de carbono y ayudará a México a lograr sus ambiciosos objetivos y compromisos internacionales en materia de mitigación del cambio climático.

El objetivo de este análisis es mejorar la comprensión de las oportunidades de que se dispone para integrar el concepto de carbono azul en las políticas públicas mexicanas. Se ofrecen aquí recomendaciones que pueden ayudar a México a determinar qué estrategias y herramientas políticas vigentes pueden aprovecharse para mejorar la conservación y restauración de los ecosistemas que captan carbono azul, en particular los manglares.

La principal fortaleza de los instrumentos internacionales relacionados con el carbono azul versa sobre la protección de los sumideros de carbono, tal como lo determinan la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), las Metas de Aichi y el Acuerdo de París. México tiene la oportunidad de apegarse a estos instrumentos con miras a conservar y restaurar los ecosistemas que albergan carbono azul, y al mismo tiempo cumplir con sus compromisos internacionales vinculantes.

La legislación mexicana, por otra parte, aborda temas relacionados con el carbono azul desde distintos ámbitos, por lo que será necesario atender la conservación de los ecosistemas costeros que captan y almacenan carbono azul de una manera integral y enfocada en cuatro fortalezas: i) el derecho de propiedad otorgado a la federación por estar estos ecosistemas localizados dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre (Zofemat); ii) el reconocimiento de la figura de pago por servicios ambientales y mecanismos de compensación; iii) el reconocimiento de estos ecosistemas como sumideros de carbono y, por tanto, de su conservación y restauración como potenciales medidas de mitigación, sobre todo dentro de las ANP, y iv) el reconocimiento de los manglares como ecosistemas prioritarios para la protección.

Creemos que hoy en día existe una inmensa oportunidad para financiar la conservación de los humedales costeros si se vinculan estrategias de mitigación y adaptación —servicios de secuestro de carbono y protección de costas, respectivamente, ambos ubicados dentro de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)— y estrategias de biodiversidad —Estrategia Nacional sobre Biodiversidad—, no sólo por la importancia y vulnerabilidad de manglares y pastos marinos como ecosistemas prioritarios, sino además por su función como "agregadores" de biodiversidad. Esta visión integral (mitigación, adaptación y biodiversidad) se refleja en las líneas de acción estratégicas prioritarias definidas para 2015-2020 por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) de América del Norte, aceptadas por las dependencias responsables del medio ambiente de Canadá, Estados Unidos y México.

Sin embargo, hay todavía mucha incertidumbre alrededor de los factores que influyen en la captación y almacenamiento de carbono en estos ecosistemas y, por tanto, de los marcos regulamentarios para la instrumentación de esquemas financieros que hagan las iniciativas rentables, atractivas a inversionistas y socialmente beneficiosas para las comunidades. Hace falta más y mejor trabajo científico para lograr una base comparativa o de referencia por cuanto a la cobertura de estos ecosistemas en México y, sobre esa base, una cuantificación más precisa de las reservas reales de carbono (en material vegetal superficial y en el suelo) y del capital natural real del país. Una vez que se disponga de estos datos, será posible incluir las emisiones por degradación costera en el inventario nacional de emisiones, lo que obligará al gobierno a regularlas y a integrar la conservación de las costas como estrategia de mitigación y apoyo, de modo que México pueda cumplir sus compromisos internacionales. Entendemos que, a largo plazo, el mejor escenario es la creación de un sistema nacional de canje regulado de emisiones —a semejanza y con apoyo del Sistema de Comercio de Derechos de Emisión (*Emissions Trading System*, ETS) de California— que incluya el carbono azul,

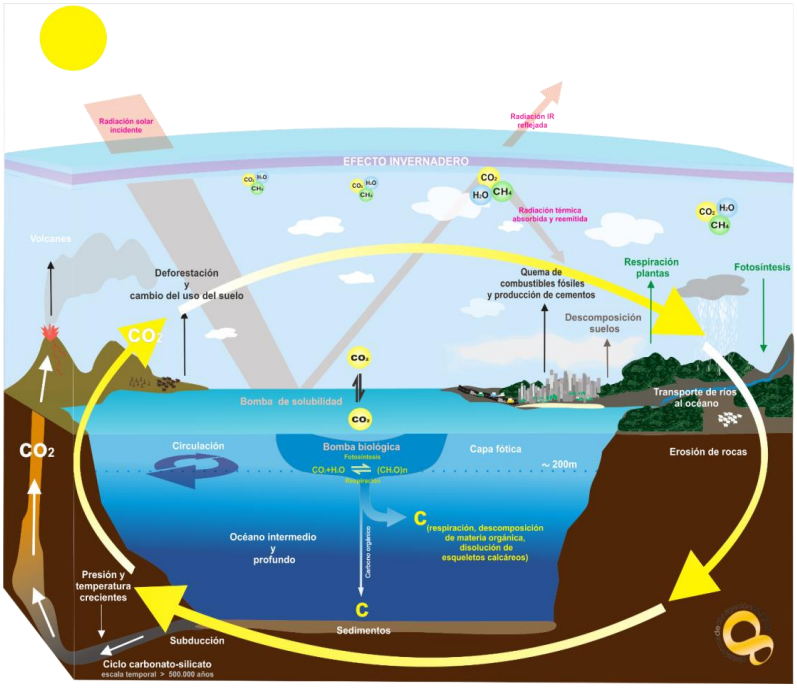
con metodologías adecuadas de cuantificación del carbono tanto en el material vegetal superficial como en el suelo. Por último, a corto plazo, este trabajo científico apoyará las labores de medición, reporte y verificación (MRV) que facilitan la creación de nuevos y más robustos mercados voluntarios de carbono, así como la transparencia en la implementación del marco normativo nacional en este ámbito.

Introducción

Elementos químicos como el carbono, el nitrógeno, el oxígeno y el fósforo, entre otros, se almacenan en la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera y la biosfera, y circulan constantemente entre una y otra por diversas vías y a diferentes velocidades. Esta interacción de elementos químicos entre almacenes y vías de circulación se conoce como "ciclos biogeoquímicos" (Mitsch y Gosselink, 2000).

Para que la naturaleza funcione correctamente debe existir equilibrio entre la abundancia de los elementos químicos en sus almacenes y la velocidad con que se transfieren y transforman al pasar de un almacén a otro. Sin embargo, el hombre, de forma intencional o no, ha modificado —y lo sigue haciendo— tanto los almacenes como las velocidades de circulación de los elementos químicos. En el caso del carbono, sus almacenes en la atmósfera, la biosfera, la litosfera y la hidrosfera, así como las velocidades de flujo, han sido alterados por actividades humanas como la deforestación, el cambio en el uso del suelo y la quema de combustibles fósiles, entre otras. El resultado es el aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera (véase la ilustración 1) al punto de modificar las características del clima (Canadell *et al*., 2007).

Ilustración 1. Ciclo biogeoquímico del carbono y cambios antropogénicos[2]



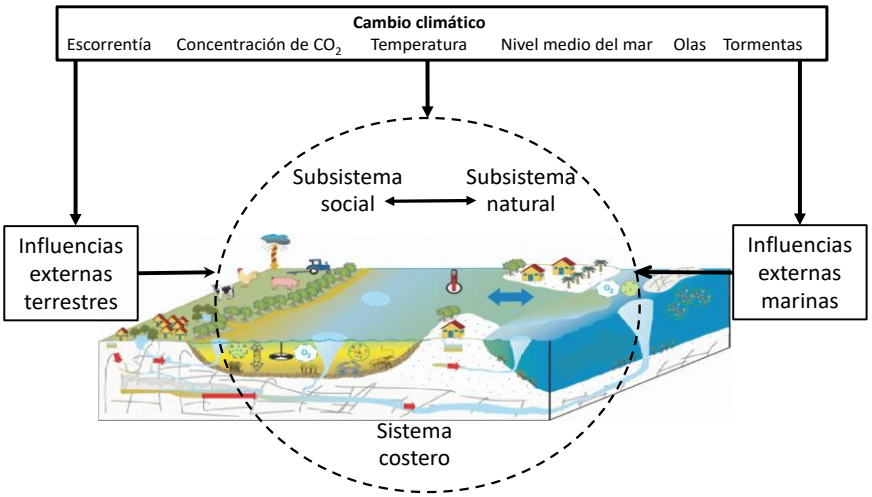
Se sabe que una de las principales causas del cambio climático es el aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). El cambio climático representa un problema con características únicas debido a su alcance mundial y a que sus impactos se observan a largo plazo e implican interacciones complejas entre los procesos naturales (fenómenos ecológicos y climáticos), así como en los sociales, económicos y políticos (IPCC, 2001).

[2] Véase: <http://earthobservatory.nasa.gov/Library/CarbonCycle/carbon_cycle4.html>.

El clima es regulador de todos los procesos naturales que observamos, y de los cuales el hombre se ha aprovechado para su desarrollo social y económico. Por tanto, los gobiernos han establecido políticas que ofrecen condiciones favorables para las actividades que generan recursos económicos y bienestar. Sin embargo, durante mucho tiempo estas políticas no consideraron que las actividades del hombre repercutirían negativamente en el ciclo biogeoquímico del carbono, y que esto tendría efectos negativos en el clima y el funcionamiento de los ecosistemas (Canadell *et al*., 2007; Robbins *et al*., 2009).

El cambio climático está teniendo efectos en todos los ecosistemas, y de éstos, los costeros son más vulnerables porque reciben el impacto tanto de ecosistemas terrestres como de ecosistemas marinos (véase la ilustración 2).

Ilustración 2. Efectos del cambio climático en los ecosistemas costeros



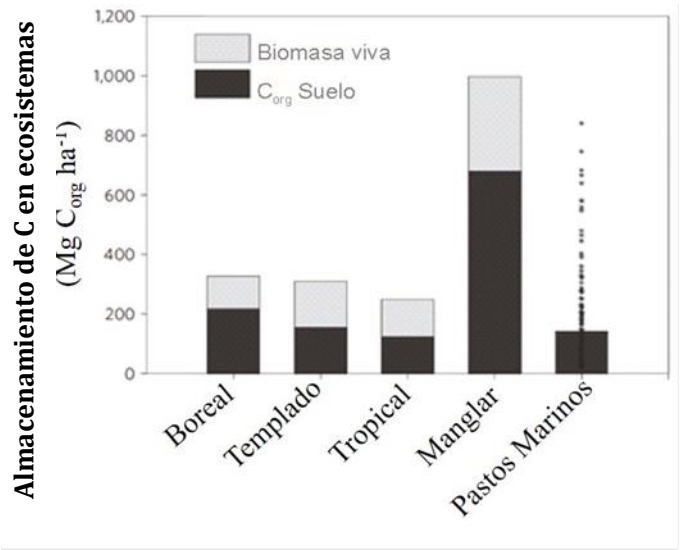
Fuente: Modificado a partir de IPCC, 2001.

Los servicios ambientales con los que se vinculan directamente los ecosistemas costeros son la cantidad y la calidad del agua, la calidad del aire y los alimentos de buena calidad, todos requerimientos esenciales de la vida. Sin embargo, también existen otros servicios ambientales igualmente importantes pero menos tangibles, como la protección contra desastres naturales —huracanes y plagas, entre otros—, la recreación y la captación y el almacenamiento de carbono (Costanza *et al*., 1997; Lovelock y Ellison, 2007). Por lo tanto, existe una estrecha relación entre la condición de los ecosistemas, la calidad de los servicios que prestan y el mantenimiento de la vida humana (Turner *et al*., 2008). A pesar de la importancia de los servicios provistos, la degradación de los ecosistemas costeros es un hecho con consecuencias visibles en la pérdida de biodiversidad, de infraestructura costera y de seguridad alimentaria. De ahí la urgencia de instrumentar políticas que aseguren la conservación y restauración de los ecosistemas en las zonas costeras.

Uno de los servicios ambientales que proveen los ecosistemas costeros —en particular, los manglares, pastos marinos y marismas salobres—, que sirve para apuntalar la implementación de políticas de mitigación y adaptación de los ecosistemas costeros ante los efectos del cambio climático, reside en la captación y el almacenamiento de CO_2 en forma de carbono orgánico en la vegetación y los sedimentos. A esta forma de almacenamiento de carbono orgánico en manglares, pastos marinos y marismas salobres se le conoce como "carbono azul", y a éstos como "ecosistemas que captan y almacenan carbono azul".

Estos ecosistemas tienen capacidad para almacenar altas concentraciones de carbono orgánico. A pesar de cubrir menos de 0.5 por ciento de la superficie marina, los ecosistemas de almacenamiento de carbono azul absorben más de 50 por ciento del total del carbono de los sedimentos oceánicos. Por otra parte, aunque sólo constituyen 0.05 por ciento de la biomasa vegetal terrestre, en su reservorio de sedimentos almacenan hasta tres veces más carbono por unidad de área que cualquier ecosistema terrestre (véase la ilustración 3) (Pendleton *et al*., 2012; Howard *et al*., 2014). Además, estos ecosistemas son receptores de materia orgánica exógena procedente de ecosistemas vecinos (cuencas fluviales asociadas y costas) y toda esta materia orgánica depositada presenta una tasa de descomposición inusualmente baja debido a que las inundaciones (periódicas o continuas) facilitan la acumulación de materiales en el suelo (Nelleman *et al*., 2009; Pendleton *et al*., 2012).

Ilustración 3. Almacenes de carbono en diferentes tipos de ecosistema



Nota: Los ecosistemas relacionados con el carbono azul (manglares, marismas y pastos marinos) presentan valores significativamente mayores que los ecosistemas terrestres (Fourqurean *et al*., 2012).

Los ecosistemas de carbono azul captan y almacenan entre 235 y 450 Tg de C $año^{-1}$, lo que equivale a casi la mitad de las emisiones de todo el sector mundial del transporte, estimadas en 1,000 Tg C $año^{-1}$. Si logra evitarse que se sigan perdiendo y degradando estos ecosistemas y se actúa catalizando su recuperación con acciones de restauración, en dos decenios se puede contribuir a compensar de 3 a 7 por ciento de las emisiones actuales de combustibles fósiles (7,200 Tg C $año^{-1}$ en total), más de la mitad de lo proyectado mediante la reducción de la deforestación de bosques pluviales. El efecto sería equivalente a por lo menos 10 por ciento de las reducciones necesarias para mantener la concentración de CO_2 en la atmósfera por debajo de 450 ppm (Houghton, 2007; Robbins *et al*., 2009; CCA, 2013). Por consiguiente, los almacenes de carbono azul, si se manejan de manera correcta, pueden desempeñar un papel importante en la mitigación de los efectos del cambio climático.

Capítulo 1: Instrumentos internacionales

Los tratados internacionales en materia de cambio climático han constituido directrices para la formulación de políticas al respecto en México desde la firma de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), ratificada por el Congreso de la Unión en 1992. Por otro lado, al ser uno de los países con una extraordinaria diversidad biológica, México se ha comprometido a fomentar el desarrollo sustentable y la protección de su biodiversidad.

Por lo anterior, el enfoque de este análisis se centró en las obligaciones internacionales de México adquiridas al amparo de acuerdos multilaterales en materia ambiental —aquellos en los que se encontró relación con el cambio climático y la protección de la diversidad biológica— ratificados por el país. En este capítulo se encontrará una revisión de las obligaciones de México en términos de la CMNUCC, decisiones de las Conferencias de las Partes (COP), el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y demás mecanismos aplicables a la protección de recursos marinos y costas.

Para efecto de este análisis, se hace referencia a algunos de los instrumentos evaluados con los términos de derecho internacional "normativa dura" y "normativa blanda" (en inglés: *hard law* y *soft law)*, referidos respectivamente a los instrumentos jurídicamente vinculantes o imperativos y a los que carecen de un carácter estrictamente vinculante.

El análisis de este capítulo se realizó buscando oportunidades y debilidades para insertar el concepto de carbono azul entre las obligaciones de México en el cumplimiento de sus compromisos internacionales, por lo que en cada uno de los acuerdos evaluados se describe el objeto de aplicación, el razonamiento de la inserción o aplicación del tema del carbono azul y los aspectos favorables o desfavorables del instrumento.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)[3] entró en vigor el 21 de marzo de 1994, y a la fecha, 197 países la han ratificado.[4]

Conforme a su segundo artículo, el objetivo último de dicha convención —y de todo instrumento jurídico que de ésta se desprenda— es estabilizar las concentraciones atmosféricas de GEI en un nivel que prevenga una incidencia antropogénica peligrosa en el sistema climático.

De acuerdo con la CMNUCC, el cumplimiento del objetivo deberá alcanzarse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir un desarrollo económico sustentable. En su tercer artículo, esta convención establece dentro de sus principios rectores el de "responsabilidades históricas" y el de "responsabilidades comunes pero diferenciadas", por lo cual clasificó los países signatarios en tres grupos:

- Anexo I: Países con compromiso de reducir sus emisiones a los niveles de 1990.
- Anexo II: Naciones que deben brindar ayuda económica y tecnológica a los países con menores recursos para enfrentar los impactos del cambio climático.
- No anexo: Países en vías de desarrollo que no pertenecen a ninguno de los anexos anteriores.

[3] Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.
[4] Véase: <https://unfccc.int/essential_background/convention/status_of_ratification/items/2631.php>.

Teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades de desarrollo nacionales y regionales, de sus objetivos y de sus circunstancias, todas las Partes deben construir y actualizar inventarios nacionales de las emisiones de origen antropogénico; formular y aplicar programas nacionales y medidas para mitigar el cambio climático, considerando la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero, y también facilitar medidas para la adaptación al cambio climático.

Asimismo, deben impulsar la gestión sustentable y fomentar y apoyar con su cooperación la conservación y el reforzamiento, según proceda, de los sumideros y depósitos de todos los gases de efecto invernadero, incluidos la biomasa, los bosques y los océanos, así como otros ecosistemas terrestres, costeros y marinos; cooperar en los preparativos para la adaptación a los impactos del cambio climático; concebir planes apropiados e integrados para la gestión de las zonas costeras, los recursos hídricos y la agricultura, y para la protección y rehabilitación de zonas.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático contempla una serie de recomendaciones y lineamientos generales, pero en realidad no establece compromisos claros ni cuantificables en cuanto a reducción de emisiones de GEI para los países Parte.

Ese instrumento marco sienta las bases para la política y legislación en materia de cambio climático a escala internacional, que en muchas ocasiones resulta el punto de partida y sustento de la legislación nacional en relación con las emisiones de gases de efecto invernadero y los sumideros de carbono (incluido el carbono azul).

Protocolo de Kioto

El compromiso global de las Partes del Protocolo de Kioto estribaba en "reducir antes de 2012 en un 5.2 por ciento sus emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los niveles registrados en 1990 o 1995 (dependiendo de los GEI de que se trate)".[5]

Como resultado de la COP13 se firmó el Protocolo de Kioto en 1997, aunque no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005.

En términos del Anexo B se establecen compromisos específicos en materia de reducción de emisiones cuantificados por parte de los países industrializados y algunos países que estaban en proceso de transición a una economía de mercado para un primer periodo de 2008 a 2012. La COP18 estableció un segundo periodo de compromisos en apego al Protocolo de Kioto, de 2012 a 2020.

El Protocolo de Kioto es un instrumento legal que busca aprovechar las fuerzas del mercado para reducir, al menor costo de oportunidad, las emisiones de dióxido de carbono, para lo cual ofrece medios como la aplicación conjunta, el Mecanismo para un Desarrollo Limpio y el comercio de derechos de emisión.[6,7,8]

Al formar parte de los países en desarrollo del Anexo B del Protocolo de Kioto, México tiene acceso al Mecanismo de Desarrollo Limpio.[9]

[5] Conforme al artículo 3.8 del Protocolo, cualquier país Parte del Anexo I puede utilizar, para cálculos de referencia, el año 1995 como su año base en cuanto a hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre. Véase: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf> (consulta realizada el 28 de mayo de 2016).
[6] Protocolo de Kioto, artículo 6.
[7] *Ibid*., artículo 12.
[8] *Ibid*., artículo 17.
[9] Para obtener más información, véase el apartado uno del capítulo tercero del presente informe.

Decisiones emanadas de la Conferencia de las Partes

Órgano supremo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la Conferencia de las Partes debe reunirse cada año según los artículos 7.4 de ésta y 13.4 del Protocolo de Kioto. De esta manera, la Convención continúa su avance en temas específicos y en la formulación de instrumentos de diverso tipo —como protocolos, decisiones, acuerdos, planes de acción, lineamientos y orientaciones—, que son resultado de la Conferencia de las Partes.

En el caso de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la ONU impulsa una serie de políticas y mecanismos de cooperación que contribuyen a mitigar las emisiones de GEI —la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo, entre otras—, la conservación y la gestión sustentable de los bosques, así como el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo (REDD+). Con este marco de referencia, la REDD+ ha ido tomando forma como una opción de iniciativa voluntaria para los países Parte de la CMNUCC que, no contemplados en ningún de sus anexos, cuentan con bosques naturales en su territorio (como es el caso de México).[10]

COP13: Plan de Acción de Bali

En el año 2007, durante la COP13 de Bali, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoció la REDD+ como un mecanismo válido en la lucha contra el cambio climático.[11] Cabe destacar que en el Plan de Acción de Bali se habla ya tanto de la deforestación y degradación forestal como del fortalecimiento de los sumideros de carbono.

La Decisión 1/CP.13, en la que se plasma el Plan de Acción de Bali, busca impulsar la cooperación para reducir las emisiones de CO_2 a partir del principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas.[12] De esta manera, el plan fomenta el financiamiento y la transferencia de tecnologías de los países desarrollados hacia las actividades REDD+ en países en desarrollo con la intención de obtener reducciones efectivas de emisiones, que se puedan medir, reportar y verificar.

Como parte de las acciones de mitigación, los países en desarrollo establecieron en el acuerdo las acciones de mitigación fortalecidas en los ámbitos nacional e internacional, denominadas Acciones Nacionales de Mitigación Apropiadas (NAMA, por sus siglas en inglés), que cada uno de los gobiernos reporta ante la CMNUCC.[13,14]

En el Plan de Acción de Bali, las negociaciones internacionales buscan incentivar la reducción de las emisiones generadas por la deforestación y degradación de bosques y selvas. En este acuerdo se propone a los gobiernos de países en desarrollo la adopción de NAMA.

COP15

El texto de la Conferencia de las Partes COP15 señala que los países en desarrollo recibirán una financiación mayor, nueva y adicional, previsible y adecuada, y un mejor acceso a la misma, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, para facilitar y apoyar la intensificación de la labor relativa a la mitigación. Esto supone la inclusión de fondos sustanciales destinados a reducir las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal, así como a

[10] Véase, para obtener más información, el apartado dos del capítulo tercero del presente informe.

[11] *Ibid*.

[12] Plan de Acción de Bali, en: <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf>.

[13] Véase el apartado dos del capítulo tercero de este informe.

[14] Acuerdo de Copenhague, en: <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/spa/11a01s.pdf>.

la adaptación, el desarrollo y la transferencia de tecnología y el fomento de la capacidad con el fin de reforzar la aplicación de los acuerdos emanados de la Convención.[15]

Entre los pocos avances alcanzados por la COP15 sobresale el acuerdo de proporcionar financiamiento nuevo, adicional, predecible y adecuado a los países en desarrollo, para sufragar acciones de mitigación encaminadas a reducir las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación forestal.

COP16

En los Acuerdos de Cancún, mediante la Decisión 1/CP.16, la Conferencia de las Partes alienta a las Partes que son países en desarrollo a contribuir a la labor de mitigación en el sector forestal adoptando —a su discreción y con arreglo a sus capacidades respectivas y sus circunstancias nacionales— las siguientes medidas: a) reducción de las emisiones debidas a la deforestación; b) reducción de las emisiones debidas a la degradación forestal; c) conservación de las reservas forestales de carbono; d) gestión sostenible de los bosques, y e) incremento de las reservas forestales de carbono.[16]

También en Cancún se fijaron cuatro requisitos para que un país sea susceptible de recibir apoyos económicos REDD+: contar con una política nacional para REDD+ (una estrategia o plan de acción); establecer un nivel de referencia forestal; instrumentar un sistema de MRV sólido y transparente, y aplicar un sistema de información sobre salvaguardas. Respecto a este último punto, se establecieron siete salvaguardas ambientales y sociales para guiar a los países en la implementación del enfoque REDD+.

A partir de la COP16, al incorporar los elementos de conservación y gestión sostenible de los bosques, el mecanismo REDD+ adquiere una dimensión socioeconómica, además de la ambiental. Con el nuevo entendimiento, la REDD+ tiene el potencial de contribuir simultáneamente a la mitigación del cambio climático y de la pobreza, a la vez que apoya la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales que brindan los ecosistemas forestales del planeta.

COP18

Así, mediante la Decisión 1/CP.18, la Conferencia de las Partes decide que se examinarán las opciones para cumplir los objetivos con base en una gran variedad de fuentes, entre otras:

a) los medios para transferir pagos por las medidas basadas en los resultados;

b) los medios para incentivar los beneficios no relacionados con el carbono, y

c) los medios para mejorar la coordinación de la financiación basada en los resultados.[17]

Como resultado de esta COP18 se establecen orientaciones metodológicas para las actividades y medidas REDD+. También se solicita examinar los enfoques no basados en el mercado y los beneficios no relacionados con el carbono.

La COP18 en Qatar, de 2012, anuncia un programa de pagos para el financiamiento del tema REDD+ y la realización de dos talleres sobre el fortalecimiento de capacidades y el intercambio de experiencias e información.

---

[15] *Idem*.
[16] Acuerdos de Cancún, en: <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/spa/07a01s.pdf>.
[17] Conclusión acordada de conformidad con el Plan de Acción de Bali, en: <unfccc.int/resource/docs/2012/cop18/spa/08a01s.pdf>.

COP21

En la COP de París se decide poner en marcha un plan de trabajo para estudiar las formas de aumentar las sinergias mediante la cooperación y de evitar la duplicación de funciones entre los órganos establecidos en el marco de la Convención que realizan actividades de fomento de la capacidad (por ejemplo, colaborando con otras instituciones de la Convención o ajenas a ésta).

Acuerdo de París

Firmado en términos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Acuerdo de París, que entrará en vigor en 2020, establece medidas conducentes a reducir significativamente las emisiones. En su proemio, el Acuerdo, adoptado el 12 de diciembre de 2015, hace referencia a la importancia de conservar y aumentar, según corresponda, los sumideros y reservorios de los gases de efecto invernadero mencionados en la Convención.

El objetivo del Acuerdo de París es "reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello: a) mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático; b) aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos, y c) elevar las corrientes financieras a un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero".[18]

El Acuerdo de París busca su aplicación de modo que refleje la equidad y el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades pertinentes, en función de la situación de cada país.

El artículo 5 del Acuerdo de París aborda el tema de los sumideros de carbono en términos generales al señalar que las Partes "deben adoptar medidas para conservar y aumentar, según corresponda, los sumideros y reservorios de gases de efecto invernadero" a que se hace referencia en el párrafo 1(d) del artículo 4 de la CMNUCC, incluidos los bosques.

También invita a las Partes a que decidan acciones para aplicar y apoyar, mediante los pagos basados en resultados, las decisiones ya adoptadas por la Conferencia de las Partes en la esfera de la CMNUCC y en la perspectiva de la política y los incentivos positivos, en la búsqueda de reducir las emisiones por deforestación y degradación de los bosques, así como también, considerando la conservación y gestión sostenible de los bosques, el aumento de los macizos forestales como reservorios de carbono en los países en desarrollo, además de los enfoques de política alternativos que combinan la mitigación y la adaptación en la gestión integral de los bosques, confirmando la importancia de incentivar, en la medida de sus posibilidades, aquellos beneficios no relacionados con el carbono.

Además, en su artículo 13 indica que cada Parte debe proporcionar periódicamente, con base en las metodologías de buenas prácticas aceptadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), un informe del inventario nacional de emisiones antropogénicas por fuentes y la absorción de gases de efecto invernadero por los sumideros.

México ha aceptado compromisos de mitigación y adaptación al cambio climático, con lo cual se compromete a crear estrategias internas para definir sus contribuciones previstas y determinadas a

[18] Acuerdo de París, artículo 2.

nivel nacional (*Intended Nationally Determined Contributions*, INDC).[19] Las INDC pueden entenderse como un objetivo de medio a largo plazo, similar a las promesas de Copenhague, que los países en desarrollo avalaron tras la Conferencia de las Partes en Cancún. La INDC presentada por México tiene un componente de mitigación y otro de adaptación, y la porción de mitigación a su vez está dividida en medidas condicionales e incondicionales. Estas últimas son las que el país se compromete a llevar a cabo con sus propios recursos, y las condicionales son aquellas para las que se requerirá un régimen climático multilateral y recursos adicionales y tecnología. Esto no tiene precedente, pues es la primera vez que México asume un compromiso internacional e incondicional para llevar a cabo acciones de mitigación.

En la estrategia INDC que presentó a finales de 2015 a la CMNUCC, México acepta para 2030 un compromiso incondicional de disminuir sus GEI en 22 por ciento por debajo de la línea de las condiciones habituales (escenario de referencia: *business as usual*, BAU) de 2013; 51 por ciento de su carbono negro, y hasta 40 por ciento de sus emisiones condicionadas a factores externos, como el precio internacional del carbono. Para alcanzar metas tan ambiciosas, México necesita de financiamiento internacional, así como aplicación y reforzamiento de sus capacidades técnicas y financieras.

Entre las fortalezas del Acuerdo de París destaca el hecho de ser un acuerdo aceptado por todas las Partes de la Convención de las Naciones Unidas contra la Corrupción (CNUCC); vinculante para todas las Partes que lo suscriban, y con obligaciones para todos; que compromete la financiación y la transferencia de tecnología; contempla una revisión periódica de las INDC; establece el concepto de "justicia climática" y el concepto *loss & damage* referido a las pérdidas y daños relacionados con los efectos adversos del cambio climático, incluidos los fenómenos meteorológicos extremos y los fenómenos de evolución lenta; promueve la sinergia con otras convenciones, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, y establece un fundamento sólido para REDD+, incluidos lineamientos y guías, en que se reconoce el papel de los sumideros de carbono.

En cuanto a las debilidades del Acuerdo de París, se detecta un propósito muy poco ambicioso y limitado: la meta establecida es mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C; no se compromete a respetar los derechos humanos ni la integralidad de los ecosistemas; su perspectiva no es holística, ya que se limita a la resiliencia; carece de mecanismos de seguimiento y aplicación efectiva; no comprende mecanismos de seguimiento de las INDC, y no fomenta la adopción de una metodología común para medición, reporte y verificación (MRV).

Este acuerdo aborda el tema de los sumideros de carbono en términos generales al señalar que las Partes deben adoptar medidas para conservar y aumentar los sumideros y reservorios de gases de efecto invernadero. También alienta tanto los pagos basados en resultados, en la búsqueda de disminuir las emisiones debidas a la deforestación y la degradación de los bosques, como la conservación, la gestión sustentable de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo, como México.

Convenio sobre la Diversidad Biológica

Firmado en el marco de la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, este acuerdo internacional alienta medidas hacia un futuro sustentable apoyado en tres objetivos principales: "la conservación de la diversidad biológica; el uso sustentable de sus componentes, y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos".[20]

[19] Para ahondar acerca de las INDC, consúltese: < www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/contribuciones-previstas-y-determinadas-a-nivel-nacional-indc-para-adaptacion>.
[20] Convenio sobre la Diversidad Biológica; disponible en: <www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.

Forman parte de la diversidad biológica todas las formas de vida presentes en la Tierra, incluidos ecosistemas, animales, plantas, hongos, microorganismos y diversidad genética. El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) aborda el tema desde una perspectiva ecosistémica, de especies y recursos genéticos.

Al tratarse de una convención de las Naciones Unidas (ONU), el órgano rector del CDB es la Conferencia de las Partes, la autoridad suprema de todos los países que lo han ratificado —entre éstos México— y se reúne cada dos años para adoptar planes de trabajo.

Conforme al principio de precaución, cuando exista peligro considerable de reducción o pérdida de diversidad biológica, la falta de certeza científica absoluta no podrá ser una razón para posponer la implementación de medias que disminuyan o impidan dicho riesgo.

El CDB señala en su artículo 8 que cada Parte debe promover la protección de ecosistemas y hábitats naturales, así como la conservación de poblaciones viables de especies en entornos naturales; también, rehabilitar y restaurar ecosistemas degradados, al igual que impulsar la recuperación de especies amenazadas.

Debe destacarse que en el artículo 22 se establece que, con respecto al medio marino, las Partes aplicarán el CDB con arreglo al derecho del mar.

El convenio busca promover la protección de ecosistemas y hábitats, rehabilitar y restaurar ecosistemas degradados y recuperar especies amenazadas. Con respecto al medio marino, debe aplicarse de conformidad con el derecho del mar, lo cual resulta de especial relevancia para algunos sumideros naturales de carbono azul que son ecosistemas marinos.

Metas de Aichi

En relación con los ecosistemas que conforman sumideros naturales de carbono azul, sobresalen las metas planteadas para 2015, pues en ese año se habrían reducido al mínimo las múltiples presiones antropogénicas sobre los arrecifes de coral y otros ecosistemas vulnerables afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos.

Además, "para 2020 se propone haber reducido por lo menos a la mitad el ritmo de pérdida de todos los hábitats naturales, incluidos los bosques; también, al menos 10 por ciento de las zonas marinas y costeras se habrán conservado por medio de sistemas de áreas protegidas; se habrán restaurado y salvaguardado los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales, y se habrá incrementado la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono mediante la conservación y la restauración, incluida la restauración de por lo menos 15 por ciento de los ecosistemas degradados, acciones que contribuyen a la mitigación de los efectos del cambio climático y a la adaptación".[21]

Las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica son un compendio de 20 propósitos asociados en torno a cinco objetivos estratégicos, con la propuesta de alcanzarlas de aquí al año 2020. Estas metas conforman el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, aprobado en 2010 en la X Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

A partir de 2010, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), en seguimiento de estos acuerdos, trabaja en la elaboración de Estrategias Estatales de Biodiversidad y la creación de las Comisiones Estatales de Biodiversidad (Coesbio) con la finalidad de generar instrumentos de política ambiental y planes de acción en el corto, mediano y largo plazos para la participación sectorial organizada en la búsqueda de la conservación de la biodiversidad, el

[21] Véase: Metas de Aichi, en: <www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-EN.pdf>.

aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la asignación equitativa y justa de los beneficios derivados del aprovechamiento de los recursos genéticos.[22]

Las Metas de Aichi plantean reducir las presiones antropogénicas sobre los ecosistemas vulnerables, como los arrecifes de coral, y salvaguardar aquellos ecosistemas que proveen servicios esenciales, como los sumideros de carbono. Estas metas recomiendan abordar las causas de la pérdida de biodiversidad biológica desde los sectores gubernamental y social.

Convención de Ramsar

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convención de Ramsar) de 1971 fue promulgada en el *Diario Oficial de la Federación* el 29 de agosto de 1986.[23,24] En esta convención no se establece de manera expresa un objetivo; sin embargo, es fácil deducirlo de su preámbulo, en el cual se lee que "la conservación de los humedales y de su flora y fauna puede asegurarse armonizando políticas nacionales previsoras con una acción internacional coordinada".

En dicho preámbulo se considera que deben tomarse en cuenta "las funciones ecológicas fundamentales de los humedales como reguladores de los regímenes hidrológicos y como hábitat de unas fauna y flora características, especialmente de aves acuáticas". Asimismo, en la Convención de Ramsar se aplica una definición amplia de los humedales como "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros".[25]

Por cuanto a carbono azul, la importancia de la Convención de Ramsar radica en el hecho de que los manglares y pastos marinos proveen una serie de servicios ambientales entre los que destaca su papel como sumideros de carbono. Se ha reconocido la importancia para la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático de la captación y el almacenamiento de carbono orgánico en pastos marinos y manglares, a lo que se conoce como "carbono azul" (Herrera Silveira y Teutli, 2016).

Al proteger los manglares, la Convención de Ramsar salvaguarda también estos sumideros de carbono tan importantes. En ella, como ya se mencionó, queda establecida una definición amplia y completa de los humedales y se otorgan herramientas factibles como: 1) la Lista de Humedales de Importancia Internacional (Lista de Ramsar), y 2) reuniones ordinarias periódicas (intervalos no mayores a tres años) coordinadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y reuniones extraordinarias a petición escrita de por lo menos un tercio de las Partes contratantes.[26,27] Estas reuniones sirven para formular recomendaciones relativas a la conservación, gestión y uso racional de los humedales.

Las fortalezas de la Convención de Ramsar recaen principalmente en las herramientas señaladas (Lista de Ramsar y reuniones ordinarias o extraordinarias coordinadas por la UICN); no obstante, de la redacción de la Convención se derivan también mandatos muy valiosos, como el siguiente: "Las Partes Contratantes deberán elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio", o aquel que dispone que cada "Parte Contratante fomentará la

[22] Véase: <http://dgcii.conabio.gob.mx/2eneb/>.
[23] Firmada en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, la Convención no entró en vigor hasta 1975.
[24] Véase: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4808616&fecha=29/08/1986>.
[25] Véase el artículo 1 de la Convención de Ramsar.
[26] Convención de Ramsar, artículo 2.
[27] *Ibid*., artículos 6 y 8.

conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquéllos, estén o no incluidos en la Lista, y tomará las medidas adecuadas para su custodia".[28,29] Además se establece que, cuando un humedal se reduce o se retira de la Lista, los estados "deberá(n) compensar, en la medida de lo posible, la pérdida de recursos de humedales y, en particular, crear nuevas reservas naturales para las aves acuáticas y para la protección de una porción adecuada de su hábitat original, en la misma región o en otro lugar".[30]

En la actualidad, México tiene registrados 146 sitios en la lista de la Convención de Ramsar[31] y derivado de las reuniones ordinarias se ha adoptado una serie de medidas para la cooperación internacional, como los planes estratégicos. El último publicado es el Cuarto Plan Estratégico de Ramsar 2016-2024 para la reducción del riesgo de desastres, la resiliencia y los sumideros de carbono.

En el Objetivo 1 de dicho Cuarto Plan Estratégico se plantea hacer frente a los factores que impulsan la pérdida y degradación de los humedales y se establece como una de las metas que "para 2020, se habrá incrementado la resiliencia de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono, mediante la conservación y la restauración, incluida la restauración de por lo menos 15 por ciento de las tierras degradadas […]".[32]

En contraposición a lo señalado con anterioridad, como aspecto desfavorable se puede señalar en primer lugar que la de Ramsar no es una convención que, en la lógica del derecho internacional, pueda considerarse como "normativa dura" (*hard law*): carece de responsabilidades vinculantes, aunque esto no significa que carezca de efectos legales o relevancia jurídica.

Otro aspecto desfavorable es que no hace una referencia directa al carbono azul, aunque esto es entendible considerando que se trata de una convención de 1971, cuando el tema aún no se exploraba; la vinculación, sin embargo, puede hacerse apoyada de la doctrina en la materia.

La Convención de Ramsar puede ser uno de los instrumentos internacionales de mayor contribución al desarrollo del marco legal en materia de carbono azul. Ello obedece a la vinculación directa que se observa entre los sumideros de carbono y la buena conservación de los manglares y los ecosistemas costeros.

Como documentos derivados de la Convención de Ramsar destacan los siguientes:

- su reglamento;
- los informes nacionales que presenta cada Parte;
- las resoluciones y recomendaciones del Comité Permanente;
- las notas diplomáticas;
- los acuerdos de colaboración, y
- planes estratégicos.

Todos estos documentos pueden ser coadyuvantes para la conservación de los sumideros de carbono azul en la medida en que la legislación y las políticas públicas nacionales pueden tenerlos en cuenta.

[28] *Ibid*., artículo 3.
[29] *Ibid*., artículo 4.
[30] *Idem*.
[31] Véase: <www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/sitelist_0.pdf>.
[32] Véase: <www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/4th_strategic_plan_2016_2024_s.pdf>.

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

En el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Cumbre de la Tierra), llevada a cabo del 3 al 14 junio de 1992 en Río de Janeiro, Brasil, se elaboró la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Declaración de Río), documento que consta de 27 principios de contenido político-jurídico que tratan de establecer criterios para que las exigencias del desarrollo se hagan compatibles con las de la protección ambiental.

Su objetivo señalado en el preámbulo consiste en "establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas […] procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial".[33]

En lo que concierne a la protección de los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul, la Cumbre de la Tierra, pese a no ser vinculante, establece una serie de principios que buscan impulsar la protección ambiental y, dada la importancia histórica que se le atribuye, puede servir como numen para la conservación de sumideros de carbono azul.

Como la fortaleza de este instrumento se puede señalar su inclusión en el marco normativo que integra el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018.[34] Derivado de ello, la Declaración de Río puede invocarse para favorecer el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, para la promulgación de leyes eficaces sobre el medio ambiente, la aplicación del principio de precaución y la internalización de los costos ambientales, entre otros.[35,36,37,38]

La gran debilidad de la Declaración de Río es que corresponde a una "normativa blanda" (*soft law*). Su función es consagrar los principios ambientales primordiales que los estados nación deberían observar en sus actuaciones, pero de ninguna manera establece consecuencias por su inobservancia. Se trata de un instrumento de derecho indicativo (sin carácter vinculante) que funciona meramente como una carta de buena voluntad, cuya función principal es inspirar a los estados a proteger el medio ambiente.

En conclusión, la Declaración de Río se orienta más a alentar la voluntad política en los estados nación. Esto puede ser aprovechable en términos políticos; sin embargo, para construir y fortalecer el núcleo duro de la protección de los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul, tendría poco impacto, aunque no por ello deja de ser jurídicamente relevante.

Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte

Publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 21 de diciembre de 1993,[39] el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) es un instrumento trilateral vinculante establecido entre Canadá, Estados Unidos y México. Sus objetivos son, entre otros: "a) alentar la protección y el mejoramiento del medio ambiente […]; b) promover el desarrollo sustentable a partir de la cooperación y el apoyo mutuo en políticas ambientales y económicas; c) incrementar la cooperación entre las Partes encaminada a conservar, proteger y mejorar aún más el medio ambiente […]; d) apoyar las metas y los objetivos ambientales del TLC […]; g) mejorar la observancia y la aplicación de las leyes y reglamentos ambientales; h) promover la transparencia y la participación de la sociedad en la elaboración de leyes y reglamentos ambientales; i) promover medidas ambientales

[33] Preámbulo de la Declaración de Río.
[34] Véase <www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5326214&fecha=12/12/2013>.
[35] Principio 9 de la Declaración de Río.
[36] Principio 11 de la Declaración de Río.
[37] Principio 15 de la Declaración de Río.
[38] Principio 16 de la Declaración de Río.
[39] Véase: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4815067&fecha=21/12/1993>.

efectivas y económicamente eficientes".[40] A la luz del ACAAN se creó la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), integrada por un Consejo, un Secretariado y un Comité Consultivo Público Conjunto.[41]

El Consejo se reúne en asambleas ordinarias al menos una vez al año, y en asambleas extraordinarias a petición de cualquiera de las Partes.[42] Entre sus funciones está "la conservación y la protección de la fauna y la flora silvestres, así como de sus hábitats y de las áreas naturales bajo protección especial […], el examinar y elaborar recomendaciones sobre el uso de instrumentos económicos para la consecución de objetivos ambientales internos o acordados en el ámbito internacional […] y otros que considere adecuados".[43]

Además de ello, en el Acuerdo se establecen mecanismos de cooperación y suministro de información, pero probablemente lo más valioso de este instrumento es el establecimiento de un método de solución arbitral de controversias. Esto es lo que lo hace un instrumento de "normativa dura" (*hard law*) y, por tanto, una de las mayores fortalezas como instrumento internacional.[44]

En los artículos 22 al 36 se establece el procedimiento que habrá de seguirse en caso de existir omisiones persistentes de las Partes en la aplicación efectiva de su legislación ambiental.[45] Se inicia entonces un arbitraje conformado por panelistas que elaboran un informe final que, de no observarse, puede llegar hasta el pago de contribuciones monetarias o incluso la suspensión de beneficios derivados del TLC, por un monto no mayor al necesario para cobrar la contribución monetaria impuesta.[46,47]

Como aspectos desfavorables podemos señalar que no hace una referencia directa al carbono azul; sin embargo, la mera vinculación del tema con las cuestiones ambientales genéricas vuelve aplicable este Acuerdo en todo el territorio nacional y puede resultar en un recurso altamente efectivo para exigir la protección de los sumideros de carbono en los mantos acuíferos y las zonas costeras de México.

El ACAAN tiene la gran fortaleza de ser de los pocos instrumentos internacionales vinculantes que podemos utilizar para promover la protección ambiental, ya sea para reforzar los recursos nacionales de protección de los ecosistemas marinos o para contar con una vía alterna que pudiera ser efectiva para su protección. El Plan Estratégico 2015-2020 de la CCA incluye el carbono azul como parte de su prioridad "Mitigación del cambio climático y estrategias de adaptación". El reto consiste en encontrar la vinculación directa con el carbono azul que pudiera dar como resultado un informe de los panelistas en términos del ACAAN.

[40] ACAAN, artículo 1.
[41] *Ibid*., artículo 8.
[42] *Ibid*., artículo 9.
[43] *Ibid*., artículo 10, incisos "i", "d", y "s", respectivamente.
[44] *Ibid*., artículos 20 y 21.
[45] *Ibid*., artículo 22.
[46] *Ibid*., artículo 34.
[47] *Ibid*., artículo 36.

Plan de Acción de América del Norte para una Alianza sobre Clima, Energía Limpia y Medio Ambiente

La Alianza sobre Clima, Energía Limpia y Medio Ambiente de América del Norte fue anunciada el 29 de junio de 2016 por el primer ministro Justin Trudeau y los presidentes Barack Obama y Enrique Peña Nieto durante la Cumbre de Líderes de América del Norte, celebrada en Ottawa, Canadá.[48]

El plan de acción tiene como objeto alcanzar metas ambiciosas para América del Norte y mostrar un liderazgo en el escenario internacional que permita hacer frente al cambio climático. Entre sus estrategias de acción común destacan el fomento a la energía limpia y sana, la reducción de contaminantes de vida corta que contribuyen al cambio climático, la promoción del transporte limpio y eficiente, así como la protección de la naturaleza y el impulso a la ciencia.

Es particularmente interesante el apartado destinado a la protección de la naturaleza y el impulso a la ciencia. El plan de acción hace referencia explícita a la gestión de los océanos. Señala textualmente: "Mejorar la conservación y restauración de los humedales, los cuales aumentan las acciones de mitigación (carbono azul), preservación de los servicios de los ecosistemas costeros, y reducen los posibles impactos de los fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes o intensos en virtud de las proyecciones de cambio climático", además de reconocer la importancia de los servicios climáticos y otros cobeneficios de éstos y de los ecosistemas marinos y costeros.

Es además relevante el apoyo manifiesto de Canadá, Estados Unidos y México a la ratificación e implementación del Acuerdo de París. El plan de acción muestra la voluntad de los tres países de poner en marcha sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (*Nationally Determined Contribution*, NDC) para apoyar la innovación de los mercados de carbono y sistemas de medición, reporte y verificación más robustos.

[48] Véase: <www.gob.mx/presidencia/documentos/clan2016-plan-de-accion-de-america-del-norte-sobre-la-alianza-del-clima-energia-limpia-y-medio-ambiente?idiom=es>.

Capítulo 2: Marco nacional

Este capítulo ofrece un análisis del marco legal nacional con miras a identificar oportunidades de inserción de la noción de carbono azul en la legislación mexicana y políticas públicas, así como determinar si el concepto está definido adecuadamente en los diferentes instrumentos evaluados.

El proceso se realizó con base en tres ejes de análisis: leyes mexicanas, políticas públicas y reglamentaciones que podrían avalar iniciativas relacionadas con el carbono azul; instrumentos legales que apoyan la conservación de ecosistemas que captan y almacenan carbono azul, y disposiciones reglamentarias y políticas regionales que podrían acoger proyectos locales encaminados a proteger, manejar y restaurar ecosistemas de captación de carbono azul.

Para cada uno de los ejes se examinan las leyes marco y su reglamentación secundaria pertinentes; aparte de identificar el objeto del instrumento en cuestión, se presenta el razonamiento por el cual éste resulta aplicable en materia de carbono azul, así como los aspectos favorables y desfavorables encontrados al respecto.

Legislación nacional

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Es el fundamento de toda legislación secundaria tanto federal como local. Establece, entre otros aspectos, la propiedad originaria de la nación sobre tierras y aguas, y otorga facultades al gobierno federal para imponer limitaciones y modalidades sobre la propiedad privada.

En su artículo 133, la Constitución reconoce los tratados internacionales firmados por el Presidente y ratificados por el Senado de la República, como Ley Suprema de toda la Unión (como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la Convención de Ramsar, y otros).

Otra base fundamental mexicana para el derecho ambiental es el reconocimiento de los derechos humanos de cualquier persona en el país, que la propia Constitución establece de forma expresa.

Inmediatamente después, en su artículo segundo, reconoce una serie de derechos colectivos de los pueblos indígenas, que guardan relación con la gestión de los recursos naturales.

Para los fines del presente estudio, la Constitución reconoce en su artículo 4o. el derecho a un medio ambiente sano: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley”.

La Constitución también establece, en su artículo 25, la rectoría del Estado para un desarrollo nacional integral y sustentable, así como “el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza”.

El artículo 27 constitucional resulta de especial importancia en México porque reconoce la personalidad jurídica de los ejidos y comunidades, y protege su propiedad sobre la tierra tanto para establecer asentamientos humanos como para actividades productivas. Este artículo es uno de los más emblemáticos, dado que también establece la propiedad originaria de la nación sobre tierras y aguas, y otorga facultades al gobierno federal para imponer limitaciones y modalidades sobre la propiedad privada. Lo anterior, siempre y cuando sea por motivos de interés público o para conservar recursos naturales y regular su aprovechamiento sustentable.

En el artículo 27 constitucional, en su fracción VII, también se reconoce la personalidad jurídica de los ejidos y comunidades, “se protege su propiedad sobre la tierra, tanto para el asentamiento humano como para actividades productivas” y se señala que la “asamblea general es el órgano supremo del

núcleo de población ejidal o comunal, con la organización y funciones que la ley señale". Además, establece que "la ley protegerá la integridad de las tierras de los grupos indígenas […] y regulará el aprovechamiento de tierras, bosques y aguas de uso común".

Por su propia naturaleza, la Constitución establece las bases generales que retoma y detalla la legislación secundaria. Por esta razón, las disposiciones constitucionales no abordan temas específicos, como el de los sumideros de carbono azul.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece la propiedad tanto del agua como de la tierra donde se distribuyen ecosistemas que albergan carbono azul, además de delimitar la propiedad de la tierra al reconocer la personalidad jurídica de los ejidos y comunidades y asentar las limitaciones y modalidad sobre la propiedad privada. Asimismo, reconoce los derechos humanos, entre los cuales destaca el derecho a un medio ambiente sano, e identifica también los tratados internacionales como vinculantes en el país, de modo que en ciertos casos representan el marco jurídico para el establecimiento de legislación y políticas.

Ley General de Bienes Nacionales

El objeto de la Ley General de Bienes Nacionales (LGBN) es el establecimiento de "los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación […], el régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal […], las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades", entre otros.[49]

La pertinencia de esta ley en lo referente a carbono azul radica principalmente en que determina como propiedad de la nación sitios fundamentales para ecosistemas costeros; asimismo, define el régimen para su control y vigilancia, lo cual representa una oportunidad para establecer criterios de protección de los ecosistemas prioritarios para el carbono azul.

Una fortaleza de esta ley en la materia es que incluye a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales entre las dependencias administradoras de inmuebles.[50]

La LGBN establece los bienes que están sujetos al régimen de "dominio público" de la Federación, entre los cuales se encuentran sitios donde se distribuyen ecosistemas importantes en relación con el carbono azul.[51] Así, son bienes nacionales,[52] de dominio público:

[49] Véase: Ley General de Bienes Nacionales (LGBN), artículo 1.
[50] *Ibid.*, artículo 2: fracción II.
[51] Los bienes de dominio público son jurisdicción exclusiva de la Federación y están sujetos al régimen de inalienabilidad e imprescriptibilidad (artículos 9 y 13 de la LGBN).
[52] Conforme al artículo 27 constitucional:

> Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o substancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional. Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos,

- Los […] señalados en los artículos 27, párrafos cuarto, quinto y octavo; 42: fracción IV, y 132 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Los bienes de uso común a que se refiere el artículo 7 de esta Ley;
- Las plataformas insulares en los términos de la Ley Federal del Mar y, en su caso, de los tratados y acuerdos internacionales de los que México sea parte;
- El lecho y el subsuelo del mar territorial y de las aguas marinas interiores;

  […]
- Los terrenos ganados natural o artificialmente al mar, ríos, corrientes, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional;
- Los inmuebles federales que constituyan reservas territoriales, independientemente de la forma de su adquisición;

  […]
- Los demás bienes considerados del dominio público o como inalienables e imprescriptibles por otras leyes especiales que regulen bienes nacionales.[53]

Asimismo, la LGBN establece los bienes que serán *de uso común*, entre los que se encuentran las aguas marinas interiores, el mar territorial, las playas marítimas, zonas federales marítimo-terrestres, bahías, ensenadas, los cauces de las corrientes, los vasos de los lagos, lagunas y esteros de propiedad nacional, riberas y zonas federales de las corrientes. Todos los habitantes de la república pueden usar los bienes de uso común, sin más restricciones que las establecidas por las leyes y reglamentos administrativos, por lo que una oportunidad para la conservación de ecosistemas fundamentales para el carbono azul es regular el uso de bienes de uso común en instrumentos como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General de Cambio Climático (LGCC).[54,55,56]

Cuando en la LGBN leemos que para "aprovechamientos especiales sobre los bienes de uso común, se requiere concesión, autorización o permiso otorgados con las condiciones y requisitos que establezcan las leyes", estamos frente a una oportunidad para poder establecer con base en leyes y reglamentos restricciones para la conservación de los ecosistemas fundamentales para el almacenamiento de carbono azul.

---

lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aun establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizan en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten las entidades federativas.

La Nación ejerce en una zona económica exclusiva situada fuera del mar territorial y adyacente a éste, los derechos de soberanía y las jurisdicciones que determinen las leyes del Congreso. La zona económica exclusiva se extenderá a doscientas millas náuticas, medidas a partir de la línea de base desde la cual se mide el mar territorial.

[53] Véase: LGBN, artículo 6.
[54] LGBN, artículo 7.
[55] *Ibid*., artículo 8.
[56] *Idem*.

"Las secretarías de Seguridad Pública, de la Defensa Nacional y de Marina, así como la Procuraduría General de la República prestarán el auxilio necesario cuando formalmente se les requiera, con el fin de salvaguardar los intereses patrimoniales de la Nación",[57] lo cual representa una fortaleza para la *vigilancia* del uso de las concesiones y zonas de distribución de ecosistemas prioritarios en materia de carbono azul.

"Las concesiones sobre bienes de dominio directo de la Nación cuyo otorgamiento autoriza el párrafo sexto del artículo 27 de la Constitución, se regirán por lo dispuesto en las leyes reglamentarias respectivas",[58] lo que constituye una gran oportunidad para, mediante estas concesiones, establecer criterios para la conservación de ecosistemas fundamentales para el carbono azul.

> La Secretaría [de Hacienda] y las demás dependencias administradoras de inmuebles tendrán, en el ámbito de sus respectivas competencias, las facultades […] de poseer, *vigilar, conservar, administrar y controlar* por sí mismas o con el apoyo de las instituciones destinatarias que correspondan, los inmuebles federales […]; dictar las reglas a que deberá sujetarse la vigilancia y aprovechamiento de los inmuebles federales […]; controlar y verificar el uso y aprovechamiento de los inmuebles federales […]; otorgar concesiones y, en su caso, permisos o autorizaciones para el uso y aprovechamiento de inmuebles federales […]; instaurar los procedimientos administrativos encaminados a obtener, retener o recuperar la posesión de los inmuebles federales, así como procurar la remoción de cualquier obstáculo creado natural o artificialmente para su uso y destino. Con esta finalidad, también podrán declarar la revocación y caducidad de las concesiones, permisos o autorizaciones, previa audiencia que se conceda a los interesados para que rindan pruebas y aleguen lo que a su derecho convenga.[59]

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) "promoverá el *uso y aprovechamiento sustentables* de la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar. Con este objetivo, dicha dependencia, previamente, en coordinación con las demás que conforme a la materia deban intervenir, establecerá las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico, la satisfacción de los requerimientos de la navegación y el comercio marítimo, la defensa del país, el impulso a las actividades de pesca y acuacultura, así como el fomento de las actividades turísticas y recreativas".[60]

En la LGBN se sustenta que el Ejecutivo federal, a través de la Semarnat, podrá celebrar convenios o acuerdos de coordinación con el fin de que los gobiernos de los estados y los municipios, en su caso, administren, conserven y vigilen dichos bienes.

> Cuando se cuente con concesión, permiso o autorización de autoridad competente para el aprovechamiento, explotación o realización de actividades reguladas por otras leyes, incluidas las relacionadas con marinas, instalaciones marítimo-portuarias, pesqueras o acuícolas, y se requiera del aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales otorgará de inmediato la concesión respectiva, excepto cuando se afecten derechos de preferencia de los colindantes o de otros concesionarios, sin perjuicio de que se cumpla la normatividad general que para cada aprovechamiento, explotación o actividad expida previamente dicha dependencia en lo tocante a la zona federal marítimo-terrestre.

Lo anterior representa una de las debilidades de la LGBN, pues no contempla la conservación de ecosistemas necesarios para almacenar carbono azul como una prioridad ante las concesiones, permisos o autorizaciones otorgadas por otras dependencias.

[57] *Ibid*., artículo 12.
[58] *Ibid*., artículo 17.
[59] *Ibid*., artículo 28 [cursivas agregadas].
[60] *Ibid*., artículo 120 [cursivas agregadas].

En conclusión, a pesar de que la LGBN evidentemente no contempla el carbono azul en el uso de bienes de dominio público, sí antepone el uso o aprovechamiento sustentable y la conservación de recursos naturales a otras actividades que pudieran impactar ecosistemas fundamentales para la captación de carbono. Con respecto a cualquier otro aprovechamiento, se recomienda otorgar prioridad al carbono azul en los instrumentos regulativos de los bienes nacionales.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se considera reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en cuanto a las disposiciones referentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, además de la protección al ambiente, dentro del territorio nacional, como en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones, que son de orden público e interés social:

> […] tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:
>
> - Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
> - Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
> - La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
> - La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;
> - El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.[61]

Una de las fortalezas de esta ley es que reconoce como facultades de la federación la aplicación de los instrumentos de política pública, así como las disposiciones reglamentarias para la presentación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal, como es el caso de los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul. Dentro de estos instrumentos de política ambiental se encuadran aquellas acciones relacionadas con la mitigación y adaptación al cambio climático, así como con la protección y preservación de aguas nacionales y los ecosistemas que albergan carbono azul.[62]

Todo lo antes mencionado justificaría que la Federación, a través de la Semarnat, antepusiera la conservación de los ecosistemas fundamentales para el carbono azul a cualquier tipo de uso o afectación de los mismos.

Una de las grandes oportunidades de la LGEEPA es que faculta a la federación, los estados y la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, para elaborar, concebir y aplicar instrumentos económicos que incentivan el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, y mediante los cuales se buscará promover un cambio en la conducta de los sectores de la sociedad, así como fomentar la incorporación de información confiable y suficiente sobre los costos ambientales incorporados en la economía; otorgar incentivos para la protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico, y promover la equidad social entre los costos y beneficios asociados con la política ambiental.[63]

[61] LGEEPA, artículo 1.
[62] *Ibid*., artículo 5.
[63] LGEEPA, artículo 21.

Otra oportunidad en materia de carbono azul identificada en la LGEEPA es que contempla instrumentos económicos, que son "mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el ambiente".[64,65]

La LGEEPA establece que son "prioritarias, para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos de la Federación, las actividades relacionadas", entre otras, con "el establecimiento, manejo y vigilancia de áreas naturales protegidas [y] aquellas actividades relacionadas con la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente".[66]

La Semarnat tiene entre sus atribuciones la de emitir normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a fin de garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas que tengan como finalidad:

I. Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en la producción, uso y destino de bienes, en insumos y en procesos;

II. Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente;

III. Estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable;

IV. Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen, y

V. Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.[67]

La creación de una norma oficial mexicana que establezca condiciones necesarias para la preservación y restauración de ecosistemas prioritarios para el carbono azul es una de las oportunidades identificadas en la LGEEPA.

Respecto a la participación social y la información, la LGEEPA señala que la Semarnat puede celebrar convenios de concertación con grupos sociales, pueblos indígenas, comunidades agrarias y demás organizaciones de la sociedad civil a fin de instaurar, administrar y manejar conjuntamente áreas naturales protegidas para emprender acciones ecológicas, así como con particulares interesados en la preservación y restauración del equilibrio ecológico para la protección de los recursos naturales y los ecosistemas.[68]

Esto representa una oportunidad para generar proyectos relacionados con el carbono azul y, al mismo tiempo, ofrece un marco general de colaboración entre sociedad y autoridades en temas ambientales. En ese orden de ideas, proyectos de investigación, educación, difusión y promoción relacionados con el carbono azul pueden instrumentarse mediante convenios de concertación con la autoridad.

Por cuanto hace a la información ambiental, si bien la LGEEPA no establece cuestiones específicas relacionadas con el carbono azul, ecosistemas prioritarios o servicios ambientales, sí estipula la creación de un Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales cuyo objetivo es registrar, organizar, actualizar y difundir la información ambiental.[69] De manera específica, la

[64] *Ibid*., artículo 22.
[65] Véase el capítulo 3, apartado tres, del presente informe.
[66] LGEEPA, artículo 22 bis.
[67] *Ibid*., artículo 36.
[68] LGEEPA, artículo 158: fracción II.
[69] *Ibid*., artículo 159 bis.

Semarnat debe integrar la información relativa a los inventarios de recursos existentes en territorio nacional, de modo que es posible acudir a dicho sistema para conocer el estatus de los manglares, humedales y pastos marinos que contribuyen a la fijación del carbono azul.

En el tema de medidas de control, seguridad y sanciones, en lo que se refiere a carbono azul, es relevante la denuncia ambiental, regulada por la LGEEPA, a través de la cual cualquier persona, grupo social, organización no gubernamental, asociación o sociedad podrán denunciar ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) u otras autoridades todo hecho, acto u omisión que produzca o pueda producir desequilibrio ecológico o daños al ambiente o a los recursos naturales.[70]

La LGEEPA tiene la debilidad de no hacer referencia en ningún momento al carbono o el carbono azul, aunque sí establece lineamientos para ejercer el derecho de toda persona a un medio ambiente sano, la conservación de los recursos naturales e incentivos económicos que fortalezcan lo anterior. En cuanto a la participación ciudadana, se establece la creación de un Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales, administrado por la Semarnat. Asimismo, establece que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente será la instancia encargada de establecer e implementar las medidas de control, seguridad y sanciones para la protección de los recursos.

Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) señala las atribuciones al respecto para la federación, estados y municipios. Otorga a la federación la atribución de formular y conducir la política nacional en materia de cambio climático, así como de establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación del cambio climático y la adaptación ante sus efectos, de conformidad con la ley nacional, los tratados internacionales y demás disposiciones jurídicas aplicables.[71]

Además, reconociendo la necesidad de armonizar las políticas, programas y acciones relacionados con el cambio climático, y en apego a lo establecido en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal,[72] crea la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC).

Con la publicación de la LGCC se establecieron también *metas aspiracionales* ligadas a la política pública de mitigación. En particular deberán elaborarse estrategias, políticas, medidas y acciones para transitar a una tasa de cero por ciento de pérdida de carbono en los ecosistemas originales, para su incorporación en los instrumentos de planeación de la política forestal para el desarrollo sustentable, tomando en consideración el desarrollo sustentable y el manejo forestal comunitario.[73]

La LGCC establece los principios rectores de la política nacional y diversos instrumentos de política en materia de cambio climático, lo que incluye el uso de instrumentos económicos (financieros, de mercado y fiscales) orientados a la mitigación y adaptación al cambio climático;[74] además, en su artículo 95, autoriza de manera expresa la participación en el mercado voluntario de carbono, lo cual entraña una gran oportunidad para iniciativas en materia de carbono azul. Por otro lado, la LGCC es un instrumento muy nuevo y apenas se están comenzando las primeras acciones de armonización de los instrumentos y de

[70] *Ibid*., artículo 189.
[71] LGCC, artículo 7.
[72] Artículo 21 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal: "El Presidente de la República podrá constituir comisiones intersecretariales, para el despacho de asuntos en que deban intervenir varias Secretarías de Estado […] Las entidades de la administración pública paraestatal podrán integrarse a dichas comisiones, cuando se trate de asuntos relacionados con su objeto. Las comisiones podrán ser transitorias o permanentes y serán presididas por quien determine el Presidente de la República".
[73] LGCC, artículo 3 transitorio.
[74] *Ibid*., artículo 26.

cumplimiento de atribuciones en los tres órdenes de gobierno. Dado que no se ha establecido un límite máximo de emisión permitido, aún no existe un mercado de carbono que pueda regularse. En ello (su realización) se identifica una gran oportunidad.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) contempla entre sus objetivos generales contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de los ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos.[75] También incluye entre sus objetivos desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales. Es importante destacar que los manglares, por ser hábitats críticos y áreas de refugio para especies sujetas a protección especial, están regulados por la Ley General de Vida Silvestre.[76]

La LGDFS señala que:

> […] los propietarios y legítimos poseedores de terrenos forestales que, como resultado de un manejo forestal sustentable, conserven y mejoren los servicios ambientales, recibirán los beneficios económicos derivados de éstos". También regula y fomenta la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales y sus recursos; y como uno de sus objetivos específicos se encuentra el "regular la protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y sus servicios ambientales; así como la ordenación y el manejo forestal.[77,78]

La misma LGDFS define la propiedad de los recursos forestales al establecer que "corresponde a los ejidos, pueblos, comunidades indígenas, personas físicas o morales, la Federación, los Estados, el Distrito Federal [hoy día Ciudad de México] y los municipios que sean propietarios de los terrenos donde aquéllos se ubiquen". También dispone que los procesos dictados en instrumento no podrán cambiar el régimen de propiedad de los terrenos forestales.[79]

Asimismo, durante 2012 se adicionó el artículo 134 bis en materia de salvaguardas y se estableció la figura del Sistema Nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación de las reducciones de emisiones derivadas de acciones de prevención y combate de la deforestación y degradación de los ecosistemas forestales.[80]

La LGDFS promueve el mercado y uso de instrumentos económicos para el fomento de los servicios ambientales forestales, como la captación de CO_2 en ecosistemas forestales. Algunos sumideros naturales de carbono azul son ecosistemas forestales o selvas. Es importante destacar que los manglares, por ser hábitats críticos y áreas de refugio para especies sujetas a protección especial, están regulados por la Ley General de Vida Silvestre. Dentro de la LGDFS no existe referencia expresa al concepto "captación de carbono" ni al de "carbono azul".

[75] LGDFS, artículo 2: fracción I.
[76] LGVS, artículo 1.
[77] LGDFS, artículo 1.
[78] *Ibid*., artículo 3: fracción II.
[79] LGDFS, artículo 5.
[80] El artículo segundo transitorio del decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 4 de junio de 2012, establece: "El Titular del Poder Ejecutivo Federal, en un plazo no mayor a tres años posteriores a la entrada en vigor del presente Decreto, implementará un sistema nacional de monitoreo, reporte y verificación, con el fin de evaluar y sistematizar la reducción de emisiones derivadas de acciones de prevención y combate de la deforestación y degradación de los ecosistemas forestales (REDD+), al que se hace referencia en la fracción IX del artículo 45 del presente Decreto".

Ley de Desarrollo Rural Sustentable

Esta ley establece que el gobierno federal, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y municipales, debe impulsar políticas, acciones y programas en el medio rural para promover y favorecer el bienestar social y económico de los productores, sus comunidades, los trabajadores del campo y, en general, los agentes de la sociedad rural con la participación de organizaciones o asociaciones.

Asimismo, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) fomenta actividades productivas y de desarrollo social, procurando el uso óptimo, la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales, orientados a diversificar la actividad productiva en el campo, incluida la no agrícola, así como a elevar la productividad, la rentabilidad, la competitividad, el ingreso y el empleo de la población rural. La LDRS obliga a seguir criterios de equidad social y de género, integralidad, productividad y sustentabilidad.

Esta disposición establece también la figura de la Comisión Intersecretarial de Desarrollo Rural Sustentable (CIDRS), los Distritos de Desarrollo Rural, el Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable y los Consejos (estatales, distritales o municipales) para el Desarrollo Rural Sustentable.

La LDRS establece que los tres órdenes de gobierno, en coordinación, deben impulsar políticas, programas y acciones en el medio rural para promover y fortalecer el bienestar social con la participación de organizaciones y asociaciones. El desarrollo rural sustentable debe fundarse en el uso óptimo de los recursos naturales, su mejoramiento y conservación. No existe una alineación con la legislación ambiental y ésta no reconoce el uso de la tierra para la conservación, ni hace referencia al concepto "captación de carbono" ni al de "carbono azul".

Ley de Aguas Nacionales

Reglamentaria del artículo 27 constitucional "en lo relativo a las aguas nacionales, la Ley de Aguas Nacionales (LAN) tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento cuerpos de agua en territorio federal, así como su distribución y control, y la preservación de la cantidad y calidad del recurso para lograr su desarrollo integral sustentable".[81] Si bien el objeto principal de esta ley es establecer previsiones para el aprovechamiento y la conservación de las aguas nacionales, mediante instrumentos como concesiones, asignaciones y decretos de veda, también prevé disposiciones aplicables a algunos bienes nacionales cuya administración está a cargo de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), entre los que destacan "las playas y zonas federales, en la parte correspondiente a los cauces de corrientes", así como "los terrenos ocupados por los vasos de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales cuyas aguas sean de propiedad nacional".[82]

Esta ley es relevante para el tema del carbono azul porque define jurídicamente los humedales y establece un marco legal que pretende contribuir a su conservación.[83] Además de ello, dado que la vida de manglares y humedales depende de la calidad y cantidad de agua del ecosistema, la LAN reviste fundamental importancia para la implementación de mecanismos que coadyuven a la captación del carbono azul.

[81] Ley de Aguas Nacionales, artículo 1.
[82] *Ibid.*, artículo 113.
[83] *Humedales*: "Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico, y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos." Ley de Aguas Nacionales, artículo 3: fracción XXX.

De manera específica, la LAN establece algunas obligaciones de la Conagua para preservar los humedales, como la elaboración de un inventario de "los humedales en bienes nacionales o de aquéllos inundados por aguas nacionales"; promover la creación de reservas de agua o reservas ecológicas; proponer Normas Oficiales Mexicanas (NOM) para preservar, proteger y restaurar los humedales, las aguas nacionales que los alimenten y los ecosistemas acuáticos que forman parte de los mismos; realizar acciones para rehabilitar o restaurar los humedales, y otorgar permisos para desecar terrenos en humedales.[84]

Asimismo, la Ley de Aguas Nacionales comprende previsiones que intentan reducir la contaminación de los cuerpos de agua, de forma que se preserve su calidad. Así pues, para poder descargar aguas se debe solicitar un permiso a la Conagua y cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en las NOM; en caso de incumplimiento de dichos límites o de descarga de aguas residuales sin permiso, además de la sanción respectiva, el causante debe reparar el daño ambiental.[85,86]

Otro aspecto favorable a la inserción del tema del carbono azul es el reconocimiento de los servicios ambientales, en la medida en que el agua proporciona servicios ambientales que deben reconocerse, cuantificarse y pagarse.[87,88] Sin embargo, la alusión a dichos servicios es más bien enunciativa, ya que la ley no prevé mecanismos específicos para su implementación, y se limita a generar estudios para determinar el cobro de derechos por los servicios ambientales que presta el agua. Así pues, no existe un incentivo real para los concesionarios del agua que propicie conservarla en cantidad y calidad desde la perspectiva de los servicios ambientales.

No obstante que la ley reconoce el uso del agua para fines ambientales o su aprovechamiento para conservación ecológica que podría ser favorable a la conservación de humedales y manglares, la lógica de instrumentación de este aprovechamiento genera competencia entre los distintos usos del agua, cuando el caudal ecológico habría de estar garantizado antes de distribuir el agua en los demás usos consuntivos y no consuntivos.[89] En ese orden de ideas, puesto que se trata de un uso, habría de solicitarse una concesión ante la Conagua para poder disponer de esa agua destinada al medio ambiente. Conforme a la ley, este uso está en el sexto nivel en la prelación actual.[90]

Por las razones enunciadas, se considera que la LAN provee un marco reglamentario que podría ser útil para la inserción del carbono azul en la medida en que contiene disposiciones que tienden a la protección de los humedales y del agua, indispensable ésta para la existencia de dichos ecosistemas. Sin embargo, la ley sólo establece un piso mínimo que habría de mejorarse mediante especificaciones que ayuden a la implementación efectiva de servicios ambientales, la priorización del uso ambiental del agua y el fortalecimiento de los instrumentos de conservación frente a los de aprovechamiento del agua. No se encontró referencia expresa al concepto "captación de carbono" ni al de "carbono azul".

---

[84] Ley de Aguas Nacionales, artículo 86 bis 1.
[85] *Ibid.*, artículo 87.
[86] *Ibid.*, artículo 96 bis 1.
[87] *Servicios ambientales*: "Los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captación de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad; para la aplicación de este concepto en esta Ley se consideran primordialmente los recursos hídricos y su vínculo con los forestales." Ley de Aguas Nacionales, artículo 3: fracción XLIX.
[88] *Ibid.*, artículo 14 bis 5: fracción XI.
[89] *Ibid.*, artículo 3: fracción LIV. El caudal o volumen mínimo necesario en cuerpos receptores, incluidas corrientes de diversa índole o embalses, o el caudal mínimo de descarga natural de un acuífero, que debe conservarse para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema.
[90] *Ibid.*, artículo décimo quinto transitorio.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Este reglamento tiene por objetivo establecer disposiciones que ayuden a implementar la LAN. Así, por ejemplo, establece que las reservas de agua previstas en la LAN como instrumento de conservación pueden ser decretadas con el propósito de proteger, conservar o restaurar un ecosistema acuático, incluidos humedales, lagos, lagunas y esteros, así como los ecosistemas acuáticos que tengan un valor histórico, turístico o recreativo.[91] En el tema de contaminación del agua, señala que la Conagua podrá apoyar estudios e investigaciones encaminados a generar conocimientos y tecnologías que permitan la prevención y control de la contaminación del agua y su aprovechamiento racional.[92]

Se trata, pues, de un reglamento que especifica cómo aplicar una ley —en este caso, la LAN—; sin embargo, se observa que no cuenta con disposiciones específicas en materia de carbono azul, en la medida en que es omiso en cuanto a los servicios ambientales hidrológicos y no hace referencia alguna al carbono azul en humedales. Es igualmente omiso en lo relativo al uso ambiental del agua, puesto que éste ni siquiera se menciona en su texto, aunque sí establece especificaciones respecto de las concesiones de bienes nacionales, tales como las playas y zonas federales, en la parte correspondiente a los cauces de corrientes, los terrenos ocupados por los vasos de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales cuyas aguas sean de propiedad nacional.[93]

Ley Federal del Mar

Esta ordenanza "rige en las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y, en lo aplicable, más allá de éste en las zonas marinas donde la Nación ejerce derechos de soberanía, jurisdicciones y otros derechos. Sus disposiciones son de orden público, en el marco del sistema nacional de planeación democrática".[94] La Ley Federal del Mar (LFM) representa una oportunidad debido a que puede contar con esquemas de protección de los ecosistemas costeros fundamentales para el almacenamiento de carbono azul.

La LFM establece que zonas marinas mexicanas corresponden al mar territorial, las aguas marinas interiores, la zona contigua, la zona económica exclusiva, la plataforma continental, las plataformas insulares y cualquier otra permitida por el derecho internacional.[95]

Una de las fortalezas de esta ley es que establece que la "Nación ejercerá los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias […] de conformidad con la Constitución […] y con el derecho internacional".[96] Señala también:

> La soberanía de la Nación y sus derechos de soberanía, jurisdicciones y competencias dentro de los límites de las respectivas zonas marinas […] se ejercerán según lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el derecho internacional y la legislación nacional aplicable, respecto a:
>
> […]
>
> II. El régimen aplicable a los recursos marinos vivos, inclusive su conservación y utilización;
>
> III. El régimen aplicable a los recursos marinos no vivos, inclusive su conservación y utilización;

[91] Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, artículo 78: fracción IV.
[92] *Ibid.*, artículo 156.
[93] *Ibid.*, artículos 167 a 181.
[94] Ley Federal del Mar, artículos 1 y 2.
[95] *Ibid.*, artículo 3.
[96] *Ibid.*, artículo 5.

> IV. El aprovechamiento económico del mar […], el desarrollo de la zona costera […], el establecimiento de parques marinos nacionales […];
>
> V. La protección y preservación del medio marino, inclusive la prevención de su contaminación, y
>
> VI. La realización de actividades de investigación científica marina.[97]

Esta ley constituye una oportunidad para el presente análisis, pues delega su aplicación en el Poder Ejecutivo federal, que la deberá "llevar a cabo en estricta observancia de la legislación en cuanto a medidas de conservación y utilización por nacionales o extranjeros de los recursos vivos en las zonas marinas mexicanas".[98,99] "En el ejercicio de los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias de la Nación dentro de las zonas marinas mexicanas, se aplicarán […] leyes y reglamentos aplicables vigentes o que se adopten, incluidos la presente Ley, su reglamento y las normas pertinentes del derecho internacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino."[100]

La LFM establece que en la realización de actividades de investigación científica en las zonas marinas mexicanas se aplicarán los siguientes principios:

> I. Se realizarán exclusivamente con fines pacíficos.
>
> II: Se realizarán con métodos y medios científicos adecuados, compatibles con la presente Ley y demás leyes aplicables y con el derecho internacional.
>
> III. No interferirán injustificadamente con otros usos legítimos del mar compatibles con esta Ley y con el derecho internacional.
>
> IV. Se respetarán todas las leyes y reglamentos pertinentes a la protección y preservación del medio marino. […]
>
> VI. Cuando conforme a la presente Ley sean permitidos para su realización por extranjeros se asegurará el mayor grado posible de participación nacional.
>
> VII. […] la nación se asegurará [de] que se le proporcionen los resultados de la investigación y, si así lo solicita, la asistencia necesaria para su interpretación y evaluación.[101]

En sus siguientes dos artículos la LFM establece: "La Nación ejerce soberanía en una franja del mar, denominada Mar Territorial, adyacente tanto a las costas nacionales, sean continentales o insulares, como a las Aguas Marinas Interiores",[102] y "La soberanía de la Nación se extiende al espacio aéreo sobre el Mar Territorial, al lecho y al subsuelo de ese Mar".[103] La anchura del mar territorial mexicano es de 12 millas marinas (22,224 metros).

Y continúa: "La Nación ejerce soberanía en las áreas del mar denominadas Aguas Marinas Interiores, comprendidas entre las costas nacionales, tanto continentales como insulares, y el Mar Territorial mexicano".[104] Otra oportunidad de esta ley en cuanto a pastos marinos específicamente es que señala que "la soberanía de la Nación se extiende al subsuelo de esas aguas".[105]

Son aguas marinas interiores aquellas "comprendidas entre la costa y las líneas de base, normales o rectas, a partir de las cuales se mide el mar territorial".[106] Todo lo anterior representa una gran

[97] *Ibid*., artículo 6.
[98] *Ibid.*, artículo 7.
[99] *Ibid.*, artículo 18.
[100] *Ibid.*, artículo 21.
[101] Ley Federal del Mar, artículo 22.
[102] *Ibid.*, artículo 23.
[103] *Ibid.*, artículo 24.
[104] *Ibid.*, artículo 34.
[105] *Ibid.*, artículo 35.
[106] *Ibid.*, artículo 36.

oportunidad ofrecida por la LFM, pues en ésta se prevé la facultad de la federación para regular zonas donde se distribuyen ecosistemas fundamentales para el carbono azul, como los pastos marinos, además de que la misma ley reconoce la posibilidad de establecer restricciones con fines de conservación de los recursos naturales.

La LFM establece en su artículo VI: "La soberanía de la Nación y sus derechos de soberanía, jurisdicciones y competencias dentro de los límites de las respectivas zonas marinas se ejercerán según lo dispuesto por la Constitución […], el derecho internacional y la legislación nacional aplicable". En conclusión, esta ley presenta la gran fortaleza de reconocer la soberanía de sitios fundamentales para los ecosistemas que incluyen carbono azul, lo cual podrá regularse en leyes como la LGCC y la LGEEPA. No hay referencia expresa al concepto "captación de carbono" ni al de "carbono azul".

Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar

Al tener por objeto "proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de la Ley General de Bienes Nacionales y la Ley de Navegación y Comercio Marítimos y de Vías Generales de Comunicación en lo que se refiere al uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias",[107] el *Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar* (R-Zofemat) ofrece la oportunidad de reconocer nuevamente que "playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, son bienes de dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no están sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional".[108]

Este reglamento establece que corresponde a la Semarnat poseer, administrar, controlar y vigilar los bienes mencionados, lo cual representa una fortaleza para los ecosistemas costeros importantes en términos de captación y almacenamiento de carbono azul, pues la dependencia misma podrá establecer tanto criterios de conservación para estos ecosistemas como esquemas de compensación.

"Para el debido aprovechamiento, uso, explotación, administración y vigilancia de las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, se considerarán sus características y uso turístico, industrial, agrícola o acuícola, en congruencia con los programas maestros de control y aprovechamiento de tales bienes, cuya elaboración estará a cargo de la Secretaría [Semarnat]."[109]

Una oportunidad identificada en este instrumento es que el gobierno federal, a través de la Semarnat, "establecerá las bases de coordinación para el uso, desarrollo, administración y delimitación de las playas, de la zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, solicitando al efecto la participación de los gobiernos estatales y municipales, sin perjuicio de las atribuciones que este Reglamento otorga a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y otras dependencias competentes".[110]

[107] R-Zofemat, artículo 1.
[108] *Ibid.*, artículo 5.
[109] *Ibid.*, artículo 6.
[110] *Ibid.*, artículo 10.

La Semarnat, "mediante el acuerdo correspondiente, destinará al servicio de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de los gobiernos estatales o municipales, las áreas de zona federal marítimo terrestre o de terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas que se requieran usar, aprovechar o explotar". Lo anterior representa una oportunidad de que se destine a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) la administración de zonas fundamentales para almacenamiento de carbono azul.

"Las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal o de los gobiernos de los estados o de los municipios, que para el cumplimiento de los fines públicos a su cargo requieran se destinen a su servicio áreas de zona federal marítimo terrestre o de terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, deberán presentar solicitud escrita a la Secretaría [Semarnat], precisando el área que requieran, así como el uso, aprovechamiento o explotación que vayan a darles, anexando croquis de localización de las mismas, así como los proyectos y planos de las obras a ejecutarse y demás requisitos que conforme a las leyes y reglamentos sean necesarios."[111]

Entre las fortalezas de este instrumento se encuentra el que "dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, o los gobiernos de los estados o los municipios que cubran los requisitos previstos en la ley y el Reglamento, tendrán preferencia frente a los particulares para usar, aprovechar o explotar la zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas".[112]

Una de las oportunidades de este instrumento es el que señala que la Semarnat "vigilará que el uso, aprovechamiento o explotación de los bienes a que se refiere este reglamento, se ajuste a las disposiciones vigentes sobre desarrollo urbano, ecología, así como a los lineamientos que establezcan los programas maestros de control y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre".[113]

"Los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas en forma natural, deberán preferentemente destinarse al servicio de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, Estatal o Municipal, para el cumplimiento de los fines públicos a su cargo."[114]

Se consideran de dominio público de la federación los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas; son bienes "inalienables e imprescriptibles y mientras no cambie su situación jurídica, no podrán ser objeto de acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional por parte de particulares, salvo lo que dispongan la Ley y el presente Reglamento".[115] **Los terrenos anteriormente referidos estarán bajo el control, administración y vigilancia de la Semarnat, por lo que la dependencia podrá establecer criterios de conservación para estos ecosistemas, así como esquemas de compensación. En esta disposición no se hace referencia expresa al concepto "captación de carbono" ni al de "carbono azul".**

Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) "tiene por objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción". Esta ley no se aplica al aprovechamiento de los recursos forestales maderables y

[111] *Ibid.*, artículo 22.
[112] *Ibid.*, artículo 23.
[113] *Ibid.*, artículo 36.
[114] *Ibid.*, artículo 42.
[115] *Ibid.*, artículo 38.

no maderables, como tampoco a las especies cuyo medio de vida total sea el agua, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.[116]

En ese orden de ideas, la LGVS categoriza a las especies conforme a su riesgo de extinción y establece marcos de protección específicos en función de la categoría a la que pertenece cada especie. Así pues, señala que la Semarnat debe identificar, mediante listas, las especies o poblaciones en riesgo, de acuerdo con una NOM que al efecto debe publicar y en la cual establecer tres categorías: en peligro de extinción, amenazadas y sujetas a protección especial.[117,118] Dentro de dichas categorías se encuentran distintas especies de mangle y por eso mismo la LGVS es un ordenamiento jurídico que favorece la existencia del carbono azul cuando protege a especies como los mangles (y, por extensión, los manglares como hábitats críticos).[119]

Específicamente, la ley prohíbe "la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos". Se exceptúan de la prohibición las obras o actividades cuyo objeto es proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.[120]

Asimismo, la LGVS prevé instrumentos de protección de especies vía la conservación de los territorios que habitan, como la creación de áreas de refugio para proteger especies acuáticas o la protección de zonas declaradas como hábitat crítico.[121,122] En ambas figuras se establecen modalidades especiales para la realización de obras y actividades dentro del territorio en cuestión, de forma que éstas sean compatibles con el objetivo de conservación. Además de ello, cuando se presenten problemas de destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, la Semarnat debe formular y ejecutar "a la brevedad posible programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre".[123]

Otra fortaleza en este ordenamiento es la definición de servicios ambientales, así como la obligación de la Semarnat de concebir criterios, metodologías y procedimientos para su identificación, como el establecimiento de sistemas de "certificación para la producción de bienes y servicios ambientales, mecanismos de compensación e instrumentos económicos que retribuyan a los habitantes locales dichos costos asociados a la conservación de la biodiversidad o al mantenimiento de los flujos de bienes y servicios ambientales derivados de su aprovechamiento y conservación".[124,125]

Reconociendo el importante valor que pueden ofrecer los refugios de vida silvestre para la conservación de la riqueza natural, el titular de la Semarnat, en coordinación con la sociedad civil y la

[116] Ley General de Vida Silvestre, artículo 1.
[117] *Ibid.*, artículo 56.
[118] *Ibid.*, artículo 58.
[119] Ver apartado de la NOM 059.
[120] Ley General de Vida Silvestre, artículo 60 TER.
[121] *Ibid.*, artículo 65.
[122] *Ibid.*, artículo 63.
[123] *Ibid.*, artículo 70.
[124] *Ibid.*, artículo 3: fracción XLIV: Servicios ambientales: "Los beneficios de interés social que se derivan de la vida silvestre y su hábitat, tales como la regulación climática, la conservación de los ciclos hidrológicos, la fijación de nitrógeno, la formación de suelo, la captación de carbono, el control de la erosión, la polinización de plantas, el control biológico de plagas o la degradación de desechos orgánicos".
[125] *Ibid.*, artículo 20.

academia, establecieron el refugio Bahía de Akumal, mediante acuerdo del 7 de marzo de 2016, para la protección de las especies tortuga verde, tortuga caguama, tortuga carey; cuerno de alce, cuerno de ciervo, corales blandos o abanicos de mar; mangle blanco, mangle botoncillo y mangle rojo y cuatro especies de pasto marino. Es importante resaltar que es la primera vez en México que se crea un refugio de vida silvestre para especies que albergan carbono azul, por lo que las estrategias implementadas en este refugio sentarán precedentes para el manejo de estos importantes ecosistemas.[126]

La LGVS es un ordenamiento que ofrece áreas de oportunidad para desarrollar proyectos relacionados con el carbono azul. Ahora, si bien no existe en esta ley una definición de carbono azul, sí se reconocen expresamente los servicios ambientales, junto con el mandato de formular criterios y metodologías para su identificación y valoración. Además de ello, la LGVS establece un régimen de protección prioritario para los manglares e instrumentos para la conservación de hábitats declarados como críticos y áreas de refugio para especies acuáticas. Una oportunidad visible sería la definición de metodologías —como lo establece la ley— para la medición de carbono azul, por lo que podrían revisarse metodologías ya creadas, como la del programa Verified Carbon Standard (VCS), abordada en el tercer capítulo del presente informe.

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la LGVS. En el tema de servicios ambientales no establece ninguna previsión, de forma que el sistema de certificación para la producción de bienes y servicios ambientales que propone la ley, así como los demás mecanismos y metodologías que intentan incentivar su existencia, carecen de reglamentación secundaria.

Este aspecto, si bien podría ser una debilidad, representa también una oportunidad en la medida en que pueden proponerse a la Semarnat dichas metodologías y lineamientos construidos desde cero, de forma que al no estar presentes en un instrumento jurídico —un reglamento, por ejemplo— se puedan crear procedimientos *ad hoc* para temas como el carbono azul.

Por otro lado, en la figura de hábitat crítico, el reglamento señala que para el cumplimiento de las metas establecidas la Semarnat podrá solicitar al Poder Ejecutivo Federal la expropiación de la zona establecida como hábitat crítico, o bien la imposición de limitaciones o modalidades a la propiedad del sitio de que se trate.[127] Tampoco existen mayores disposiciones relacionadas con especies prioritarias y se agregan algunos procedimientos relacionados con el establecimiento de áreas de refugio.

El reglamento de la LGVS señala que, para el cumplimiento de las metas establecidas, la Semarnat podrá solicitar al Ejecutivo federal la expropiación de la zona establecida como hábitat crítico, o bien la imposición de limitaciones o modalidades a la propiedad del sitio de que se trate. En el tema de servicios ambientales, no establece ninguna previsión, de forma que el sistema de certificación para la producción de bienes y servicios ambientales que propone la ley, así como los demás mecanismos y metodologías que intentan incentivar su existencia, carecen de reglamentación secundaria. Esto podría considerarse como una oportunidad para elaborar propuestas *ad hoc* encaminadas a proteger especies que captan carbono azul.

[126] DOF 07/03/2016. ACUERDO por el que se establece con el nombre de Bahía de Akumal el área de refugio para la protección de las especies que se indican, la porción marina que se señala en el estado de Quintana Roo.
[127] Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, artículo 70.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de evaluación de impacto ambiental tiene por objeto reglamentar al respecto la LGEEPA en el ámbito federal.[128] La aplicación de este reglamento compete a la Semarnat.[129]

Entre las competencias de la Semarnat se encuentra evaluar los impactos ambientales de proyectos o actividades que, por su magnitud o naturaleza, o por ubicarse dentro de ecosistemas de alta fragilidad, pudieran causar desequilibrio ecológico.[130] Asimismo, este reglamento confiere atribuciones a la Semarnat para vigilar el cumplimiento de las disposiciones del reglamento, así como la observancia de las resoluciones previstas en el mismo, por lo que aquélla podrá imponer sanciones y medidas de control y de seguridad necesarias para la protección de los ecosistemas.[131]

La importancia de este reglamento para la protección del carbono azul reside en que dispone que la Semarnat deberá evaluar en materia de impacto ambiental todos los proyectos que se pretenda desarrollar en ecosistemas costeros, cuerpos de agua, humedales, manglares, ríos, lagos, esteros, zonas federales, áreas naturales protegidas, o cualquier actividad que pudiera dañar los ecosistemas.

Entre las actividades que deberán presentar una evaluación de impacto ambiental se encuentran las del sector hidráulico, las que pretendan la construcción de infraestructura de protección de costas y las plantas de tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos en cuerpos de agua considerados bienes nacionales. Y lo mismo rige para todo depósito o relleno con materiales para ganar terreno al mar o a otros cuerpos de agua nacionales o la apertura de bocas de intercomunicación de cuerpos lagunares marítimos. La construcción de vías de comunicación de cualquier clase, la construcción de desarrollos inmobiliarios o en ecosistemas costeros, áreas naturales protegidas o de humedales con o sin presencia de manglar, deberán también ser evaluados en esta materia. Igualmente requerirán de autorización de impacto ambiental las actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que pudieran poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.

Al captar y almacenar carbono azul los hábitats costeros con vegetación de manglar, lechos de pastos marinos y marismas, se puede referir que este reglamento pone especial énfasis en la evaluación de aquellos proyectos que pudieran representar un desequilibrio en estos ecosistemas, por lo que a pesar de que el carbono azul no es un término considerado dentro de esta reglamentación, sí lo son la evaluación de los impactos y el establecimiento de medidas de prevención y mitigación que evitan o atenúan el deterioro del medio ambiente.

Para efectos de la evaluación de impacto ambiental, el reglamento establece los siguientes requisitos: la descripción del proyecto; la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso con la regulación sobre uso de suelo; la descripción del sistema ambiental y la problemática; la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, y las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.[132]

Una de las modalidades definidas por la Semarnat para evaluar el impacto ambiental recae en los Documentos Técnicos Unificados (DTU) que juntan en un mismo trámite la evaluación para el

[128] Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental, artículo 1.
[129] *Ibid*., artículo 2.
[130] *Ibid*., artículo 4: fracción I.
[131] *Ibid*., artículo 4: fracción VI.
[132] Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental, artículo 12.

cambio del uso del suelo en terrenos forestales con el estudio técnico justificativo para tal fin. Los DTU han incluido un apartado relacionado con la valoración de servicios ambientales; sin embargo, al carecer de metodologías específicas para tal valoración, se propone por ahora usar únicamente el valor de mercado de los componentes del ecosistema en cuestión, como sería el valor de la madera, de las especies en el mercado o de la tierra rescatada, a pesar de no alcanzar a representar el valor integral de los ecosistemas en el corto, mediano y largo plazos. Por ello, existe la oportunidad de proponer estas metodologías como parte del procedimiento para la evaluación de impacto ambiental.

Una de las barreras del reglamento es que no cuenta con una estandarización de metodologías que permita homogeneizar la descripción del sistema ambiental y proponga mejores tecnologías, por lo que la caracterización de los ecosistemas costeros en los que se propone desarrollar un proyecto pudieran no contar con la mejor calidad de datos, lo cual pudiera generar una inadecuada evaluación del impacto ambiental y de las medidas de prevención y mitigación y, a su vez, un sesgo en la información disponible para la autoridad.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas (ANP) determina que lo relativo al establecimiento, administración y manejo de las áreas es competencia de la Federación.[133]

El reglamento señala que se deberá adoptar otro tipo de instrumento para la administración de las ANP;[134] indica las atribuciones del Consejo Nacional de ANP para el manejo y establecimiento de las mismas, entre otras: proponer criterios para la formalización, seguimiento y evaluación de la política del gobierno federal dirigida a la creación, administración, descentralización, manejo y vigilancia de las ANP, y especifica las características de las subzonas, las cuales favorecen la conservación de los ecosistemas de acuerdo con cada categoría de manejo.[135,136]

La instrumentación de programas de restauración ecológica a los que se refiere el artículo 66 del reglamento comprende atender la restauración ecológica para la recuperación y el restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales.[137] Se indica, además, que para cada ANP debe formularse un programa de manejo que incluya reglas administrativas con determinados elementos.[138] Por otro lado, el reglamento hace referencia al aprovechamiento de los recursos naturales que se puede hacer dentro de un área y sus especificaciones.[139] Se mencionan también las prohibiciones previstas en la declaratoria de cada ANP, salvo que se cuente con la autorización correspondiente,[140] y las causas de revocación de autorizaciones para el aprovechamiento de recursos otorgadas por la Conanp.[141]

Se describe, asimismo, lo concerniente a los instrumentos económicos que pueden aplicarse dentro de las ANP.[142] Y por último se hace referencia a la posibilidad de presentar alguna denuncia ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente u otras autoridades, si el medio ambiente o los

[133] Reglamento de la LGEEPA en materia de áreas naturales protegidas, artículo 1.
[134] *Ibid.*, artículo 5.
[135] *Ibid.*, artículo 16.
[136] *Ibid.*, artículo 49.
[137] *Ibid.*, artículo 66.
[138] *Ibid.*, artículo 75.
[139] *Ibid.*, artículo 81.
[140] *Ibid.*, artículo 87.
[141] *Ibid.*, artículo 104.
[142] *Ibid.*, artículo 110.

recursos naturales resultan dañados por actos que contravienen las disposiciones legales y reglamentarias en esta materia.[143]

El concepto "carbono azul" no está presente en el reglamento, y aunque el de "servicios ambientales" se encuentra mencionado en dos artículos —en las especificaciones de las características relevantes para incorporar un área al Sistema Nacional de ANP y en la descripción de las subzonas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales—, no se determina su definición y con esto se omite el reconocimiento del carbono azul.[144,145]

En colaboración con investigadores, la Conanp ha comenzado a cuantificar, a modo de primera aproximación, el valor real de algunos bienes y servicios que brindan las áreas naturales protegidas en México. En el análisis se incluye el valor de uso por actividad turística, provisión de agua, sumideros de carbono para la mitigación del cambio climático, mitigación de costos futuros por la elevación del nivel del mar y biodiversidad. Se concluye un valor estimado de 50,935 millones de pesos por año, de manera que, en el contexto de la inversión realizada para el manejo de las ANP, por cada peso invertido las ANP están aportando a la economía 56 pesos por lo menos (Bezaury Creel, 2009).

En el reglamento se identifican aspectos relevantes para la inclusión del carbono azul, sobre todo en particularidades que deben contemplar los instrumentos, programas o la subzonificación en materia de ANP. Por su carácter generalizado —sobre todo considerando que existen diversos ecosistemas protegidos con la categoría de ANP—, no se establece un criterio específico para la protección de ecosistemas costeros o de aquellos asociados al carbono azul.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Hoy en día, el tema de la responsabilidad por daño al medio ambiente recibe un tratamiento especial en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA), publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 7 de junio de 2013 y puesta en vigor a partir del 7 de julio de ese año. Al decretarse esta nueva ley puede afirmarse que se "formaliza" jurídicamente la figura de responsabilidad ambiental, ya que anteriormente, en caso de afectaciones al medio ambiente, ésta sólo podía corresponder al ámbito administrativo, penal, civil o incluso internacional.

El elemento de interés en la LFRA consiste en el establecimiento del mecanismo, mediante un proceso judicial, para determinar y hacer efectiva "la responsabilidad ambiental que derive de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental" (artículo 1). Para ello, mediante el mismo decreto que expide la LFRA, se reformaron, adicionaron y derogaron diversas disposiciones de leyes que establecen algún tipo de responsabilidad por daño o afectación al medio ambiente, como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Vida Silvestre y el Código Penal Federal, entre otras.

Asimismo, la LFRA establece que la "reparación de los daños ocasionados al medio ambiente consistirá en restituir a su estado base los hábitats, ecosistemas, elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño" (artículo 13). Si la reparación total o parcial del daño resulta material o

[143] *Ibid.*, artículo 144.
[144] *Ibid.*, artículo 37.
[145] *Ibid.*, artículo 56.

técnicamente imposible, procederá por excepción la compensación, la cual "consistirá en la inversión o las acciones que el responsable haga a su cargo, que generen una mejora ambiental, sustitutiva de la reparación total o parcial del daño ocasionado al medio ambiente, según corresponda, y equivalente a los efectos adversos ocasionados por el daño". La "inversión o acciones deberán hacerse en el ecosistema o región ecológica en donde se hubiese ocasionado el daño. De resultar esto materialmente imposible, la inversión o las acciones se llevarán a cabo en un lugar alternativo, vinculado ecológica y geográficamente con el sitio dañado y en beneficio de la comunidad afectada" (artículos 14 y 17).

Con base en la LFRA, la protección y la conservación de los manglares y pastos marinos adquieren relevancia por representar una oportunidad para lograr la restauración o compensación de estos ecosistemas de suma importancia por las funciones que desempeñan en el equilibrio ecológico y la diversidad de servicios ambientales prestados, y por plantear numerosos desafíos para la aplicación efectiva de dicha ley. Uno de los principales problemas es la falta de información —registros, monitoreo, estudios, etc.— que contribuya a determinar cuál es o fue el estado base de estos ecosistemas. Es decir, ante un daño causado a un ecosistema de manglar o a la vegetación de pastos marinos será difícil, con arreglo al proceso judicial que establece la LFRA, comprobar en qué condiciones se encontraba dicho ecosistema, sus interacciones y los servicios ambientales que proporcionaba, lo cual se complicaría aún más si fuera necesario determinar de forma cuantitativa y cualitativa cada uno de los elementos del estado base.

Lo anterior, pese a que la LFRA concede que se puede determinar el estado base a partir de la información disponible al momento de su valoración (artículo 36); de que es posible allegarse oficiosamente de los medios de prueba necesarios, incluso requiriendo a la Semarnat y la Profepa la aportación de elementos periciales, testimoniales, documentales y demás indicios y elementos de prueba con los que cuenten (artículo 34), y de que pueden utilizarse fotografías, imágenes de satélite, estudios de poblaciones y en general toda clase de elementos aportados por la técnica y la ciencia (artículo 35), pues, como ya se ha dicho, actualmente se carece de mucha de la información o los medios de prueba que reflejen ese estado base.

Al día de hoy se han realizado aproximaciones para conocer el valor de restauración de manglar, que depende de las condiciones del área y los requerimientos para la restauración de la cobertura vegetal, así como de las funciones ecológicas. Ciro Calderón y sus colegas (2009) calcularon que el valor de restauración de manglar por hectárea puede variar entre 3,000 y 510,000 dólares estadounidenses ($EU), cantidades muy superiores a lo fijado actualmente por la autoridad para la determinación de multas o acciones de compensación, de lo cual se deduce que los montos asignados no alcanzan a cubrir en la mayoría de los casos la restauración de las funciones ecológicas.

Sin duda, hay un avance en la conservación de estos ecosistemas de relevancia ambiental, pero se estima necesario continuar trabajando para disponer de más información y menos limitantes y carencias en los mecanismos de reparación del daño ambiental; de lo contrario, se podrían generar oportunidades de evasión para los responsables y la reparación del daño no sería la deseada.

Normatividad

NOM-022-Semarnat-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar

La NOM-022 es "de observancia general y obligatoria para las personas físicas y morales nacionales y extranjeras que pretendan llevar a cabo cualquier tipo de actividad [que contemple la modificación, extracción o establecimiento de obra en un ecosistema de manglar; incluye la actividad pesquera,

acuícola, agropecuaria, extractiva, industrial y de servicios] en los humedales costeros mexicanos" (especificación 6.1 de la NOM-022). La aplicación y el respeto de esta norma no eximen del cumplimiento de otras disposiciones jurídicas aplicables en la materia. Para garantizar el cumplimiento de la NOM-022 y evitar los posibles daños ambientales, la Semarnat puede solicitar la adquisición de un seguro o una garantía.

Hay que señalar que toda "obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, queda prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero" (especificación 4.1 de la NOM-022). Además, "el manglar deberá preservarse como comunidad vegetal […] y garantizar en todos los casos la integralidad del mismo", para lo cual se debe asegurar la "integridad del flujo hidrológico del humedal costero, del ecosistema (y su zona de influencia en la plataforma continental)" (especificación 4.0 de la NOM-022); los servicios ecológicos, la interacción con ríos, lagunas, otros cuerpos de agua y corales; las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación de aves; la productividad natural del ecosistema; la capacidad de carga natural del ecosistema para turistas, y el mantenimiento de las características ecológicas.

Los promoventes de proyectos que incluyen la evaluación de impacto ambiental en ecosistemas de manglar o su zona de influencia en muchos casos invocaron la excepción contenida en la especificación 4.43 —adicionada en mayo de 2004 a la NOM en cuestión—, en la medida en que proponían medidas de compensación presumiblemente adecuadas conforme a dicha especificación. Ahora bien, se considera que la emisión posterior de la especificación 4.43 es un claro ejemplo de contravención al principio de *no regresión o prohibición de retroceso ambiental*, que dispone que las leyes nacionales no debieran revisarse si esto implicará hacer retroceder los niveles de protección ambiental ya alcanzados. Afortunadamente, esta disposición quedó sin efectos a partir del año 2007, cuando se adicionó el artículo 60 TER en la Ley General de Vida Silvestre, de índole superior.

La gran mayoría de proyectos de captación o retención de carbono azul en humedales costeros y zonas de manglar puede cumplir fácilmente con las especificaciones de la NOM-022. Esta disposición establece que la Semarnat podrá solicitar seguros o garantías por el daño que pudiera causarse al manglar, pero no define la metodología para asegurar que el cálculo de las penalizaciones económicas sea equiparable al costo de restauración y a la pérdida de servicios ambientales en el tiempo. No se hace referencia expresa al concepto "captación de carbono" ni al de "carbono azul".

NOM-059-Semarnat- 2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo e integrarlas en listas, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción. Esta norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo establecidas.

La NOM-059 es el instrumento legal mediante el cual se determinan las especies que se encuentran sujetas a un régimen especial de protección. Con la publicación de la NOM-059-Semarnat-2001 en el *Diario Oficial de la Federación* en marzo de 2002, por primera vez se presentaban listados de especies en riesgo; en el año 2010 se publicó una versión revisada y actualizada de esta norma, la NOM-059, vigente hasta la fecha.

Actualmente, la NOM-059 se encuentra de nuevo en revisión como resultado de la propuesta de diversos sectores de la inclusión de los pastos marinos *Thalassia testudinum, Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii* entre las especies en estatus de protección.

Es importante aclarar que las cuatro especies de manglar distribuidos en México se encuentran listados en la NOM-059-Semarnat-2010 en la categoría de amenazados; por lo tanto, a pesar de ser un recurso forestal conforme al artículo 1 de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, éstos están regulados por la Ley General de Vida Silvestre.

NMX-AA-173-SCFI-2015. Que establece las especificaciones y los requisitos mínimos para obtener el registro de proyectos forestales de carbono y la certificación del incremento en los acervos de carbono generados por dichos proyectos

Al tratarse de una Norma Mexicana (NMx), su cumplimiento, como señala en su artículo primero, es "voluntario y es aplicable dentro del territorio nacional a propietarios forestales bajo cualquier régimen de propiedad (ejidal, comunal, propiedad privada o federal) interesados en el desarrollo y obtención del registro de proyectos forestales de carbono y la certificación del incremento en los acervos de carbono generados por dichos proyectos" que *motu proprio* decidan observar esta norma.

En términos de esta disposición, se considera "sumidero" cualquier proceso, actividad, ecosistema, organismo o mecanismo que retira de la atmósfera un GEI o sus precursores y aerosoles, incluidos, en su caso, compuestos de efecto invernadero. Los humedales costeros, como el manglar, quedan por lo tanto incluidos.

Los expertos asistentes al taller sobre oportunidades para la incorporación del tema del carbono azul en la política pública mexicana concluyeron que este instrumento permitiría incluir un capítulo específico para el desarrollo de proyectos encaminados a conservar y restaurar ecosistemas que captan y almacenan carbono azul en el que se establecieran metodologías, definición, alcances y operación, entre otros.

La NMX-AA-173-SCFI-2015 no hace referencia expresa al carbono azul, ni establece consideraciones especiales para ecosistemas o humedales costeros, como el manglar, que funcionan como sumideros naturales de carbono azul. Dado que no existe referencia sobre la captación de carbono, podría incluirse un capítulo particular para este tema.

NMX-AA-153-SCFI-2012. Requisitos y especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la península de Yucatán

Esta Norma Mexicana, de carácter voluntario, puede funcionar como una herramienta para la inserción del tema del carbono azul, ya que cuenta con varios instrumentos relacionados con el diseño, la construcción, la operación y el abandono de sitios de desarrollo inmobiliario turístico en la zona costera de la península de Yucatán, como:

- Hacer un estudio de campo para identificar ecosistemas, corredores y biodiversidad de la zona.
- Considerar para el estudio aspectos como clima, geología, oceanografía e hidrología, así como los recursos costeros y la flora y fauna de la zona.
- Definir una política de sustentabilidad turística.
- Elaborar un programa y plan de manejo de los recursos del entorno de acuerdo con la NMX-SSA14004-IMNC-2004.

- Crear un plan ambiental del territorio y condiciones para la construcción congruente con el entorno. Anteponer los recursos naturales sobre todos los demás.
- Evitar las construcciones en humedales, áreas naturales protegidas, cenotes, cuevas, cavernas, cuencas subterráneas, acuíferos o cualquier otro paisaje similar.
- Evitar la construcción en espacios ricos en cobertura vegetal (sólo debe permitirse una afectación de como máximo 30 por ciento de la cobertura vegetal).
- Disponer de planes de mitigación, freno y restauración de zonas afectadas e impactadas. Si se trata de flora, deberán considerarse solamente plantas nativas (habrá que tomar en cuenta las recomendaciones de la Conabio).

Además de proteger y poner especial énfasis en respetar al máximo la cobertura vegetal nativa, esta norma específica que deben evitarse las construcciones en humedales, a excepción de proyectos que representen medidas de protección.

La norma también incluye las medidas a tener en cuenta para la construcción de zonas de amortiguamiento de áreas naturales protegidas, a saber: estudios de capacidad de carga, programas de conservación y manejo del entorno, programas de ordenamiento ecológico territorial y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

La norma manda que el diseño arquitectónico del inmueble debe ser coherente con el entorno y respetar la flora y la fauna de la zona, además de generar el menor impacto posible y, en el caso del uso de productos maderables, éstos deberán tener un origen legal comprobable.

Se concluye que la norma debe ser contundente y estricta para que los programas de ordenamiento ecológico y las unidades de gestión ambiental no cambien los usos de suelo y se respeten los corredores y las áreas naturales protegidas.

Se recomienda incluir una estrategia que contemple medidas de protección, manejo sustentable y monitoreo de la salud de los humedales, insertando en la misma el tema del carbono azul.

Teniendo en cuenta que el éxito de la mitigación de los efectos del cambio climático depende de la capacidad de los bosques y océanos para absorber y enterrar el CO_2, y que los bosques, manglares y océanos son mecanismos aún más eficientes para tal fin, este reglamento busca la protección de los ecosistemas durante todo el proceso que siguen los desarrolladores inmobiliarios turísticos, particularmente en la península de Yucatán. Se sugiere impulsar a aquellos desarrolladores que cumplan con esta NMX, al igual que mecanismos financieros que incentiven a los desarrolladores cuyos proyectos de construcción contemplan medidas de protección de la cobertura vegetal o hacen uso de una arquitectura sostenible. Entre los incentivos se cuentan deducciones en el pago de impuestos y derechos, y facilidades en el otorgamiento de permisos para quienes se distingan como referente reconocido para los demás desarrolladores inmobiliarios.

Marco programático

Plan Nacional de Desarrollo

El objetivo 4.4 del Plan Nacional de Desarrollo (PND) se propone "impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve el patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo". Para ello plantea tres estrategias con sus líneas de acción:

- Estrategia 4.4.1: "Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad, actualizando y alienando

la legislación ambiental para contribuir a la preservación y restauración del medio ambiente, y promoviendo esquemas de financiamiento e inversión que multipliquen los recursos para la protección ambiental".

- Estrategia 4.4.3: "Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar a una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono, a través de la cooperación nacional e internacional en materia de cambio climático y la generación de información científica para diseñar un sistema de información de políticas ambientales".
- Estrategia 4.4.4: Proteger el patrimonio natural mediante la promoción de la generación de recursos y beneficios que se deriven de la protección de los recursos naturales; incrementar la superficie del territorio en situación de buenas prácticas; focalizar los programas de conservación de la biodiversidad y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de modo que se generen beneficios para las comunidades con alta vulnerabilidad social y ambiental, y recuperar los ecosistemas deteriorados para mejorar la provisión de servicios ambientales.

El PND contempla tres estrategias que posibilitan el impulso de medidas para fomentar la conservación de los sumideros de carbono azul: "Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad; fortalecer la política nacional en materia de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar a una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono, y proteger el patrimonio natural". No existe referencia expresa al concepto "captación de carbono" ni al de "carbono azul".

Estrategia Nacional de Cambio Climático

Como instrumento de planeación, la LGCC ordena la elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC). Esta disposición establece como uno de sus pilares de política nacional "el contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes; y para tal efecto se requiere de una coordinación transversal entre sectores y actores" con vistas a ejecutar las políticas de adaptación y mitigación establecidas en la propia ENCC.

Entre las acciones de adaptación ante los efectos del cambio climático, la ENCC considera prioritario el establecimiento de ejes estratégicos y líneas de acción en torno a la conservación y el uso sustentable de los ecosistemas, así como a la continuidad de los servicios ambientales que proveen (A3), mediante la generación de herramientas y "esquemas de valoración económica de los servicios ecosistémicos para coadyuvar en su conservación y desarrollo sustentable" (A3.12).

Considerando que los bosques son importantes reservorios de carbono, que su destrucción y degradación constituyen una de las fuentes más importantes de emisiones y que, aunado a esto, las actividades agropecuarias pueden contribuir a la emisión de GEI, una de las principales medidas de mitigación establecidas en la ENCC estriba en impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono (M4). A fin de establecer dicho eje estratégico se plantea como línea de acción "la creación y operación de planes, programas y políticas dirigidos a reducir la deforestación y la degradación de bosques y selvas, enmarcados en una Estrategia REDD+, la cual deberá incluir el enfoque de desarrollo rural sustentable y de paisaje, con respeto a salvaguardas sociales y ambientales" (M4.5).

Respecto de los pilares y políticas de acción, se propone generar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático (P2), que promuevan esquemas de mercados de carbono voluntarios, incluido el de carbono forestal (P2.15), así como también identificar, fortalecer o generar instrumentos económicos y financieros específicos que incentiven la restauración, conservación, uso sustentable y resiliencia de los ecosistemas y los servicios ambientales que proporcionan (P2.16).

Entre las oportunidades identificadas en el taller de expertos destacan considerar e incluir aquellos proyectos que surgen de la sociedad civil, así como un registro de las lecciones aprendidas que pueden retomarse para la instrumentación de políticas públicas encaminadas a proponer acciones de mitigación del cambio climático y la adaptación ante sus efectos a partir de la protección y restauración de los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul.

La ENCC establece como medida de mitigación el impulso de mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono (M4). Asimismo, para la instauración del eje estratégico indicado, se plantea como línea de acción la elaboración y aplicación de planes, programas y políticas dirigidos a reducir la deforestación y la degradación de bosques y selvas. Algunos sumideros naturales de carbono azul corresponden a ecosistemas forestales o selvas, como el manglar; sin embargo, no existe referencia expresa al concepto "carbono azul".

Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018

Por su parte, el Programa Especial de Cambio Climático (PEEC) 2014-2018 establece como su segundo objetivo conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas para garantizar sus servicios ambientales relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático. El PEEC se articula con la meta México Próspero del PND en su objetivo 4.4: "Impulsar y orientar el crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo".

En este contexto, el objetivo 2 del PECC busca fortalecer el manejo comunitario de los ecosistemas; atender las presiones inmediatas sobre éstos, y aprovechar los sectores forestal, agropecuario y de otros usos del suelo para la reducción de emisiones y la captación de carbono.

A fin de garantizar el crecimiento de una economía competitiva que fortalezca la conservación, uso, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas que proveen servicios ambientales necesarios para enfrentar el cambio climático, como el secuestro de carbono, el PECC establece en su estrategia 2.4 la creación de instrumentos que impulsen la sustentabilidad y la reducción de emisiones procedentes de actividades agropecuarias, forestales y pesqueras, al tiempo que se disminuya la vulnerabilidad ecosistémica, a partir de, entre otras, las siguientes líneas de acción:

- 2.4.4. Desarrollar los componentes establecidos internacionalmente para actividades de reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal en el mecanismo REDD+.
- 2.4.5. Fomentar la gestión territorial integral que incorpore el fortalecimiento de mecanismos de colaboración intergubernamental para favorecer la adaptación y mitigación.

El PECC establece como una de sus estrategias la creación de instrumentos que promuevan la sustentabilidad y la reducción de emisiones de actividades agropecuarias, forestales y pesqueras y disminuyan la vulnerabilidad de los ecosistemas. Algunas de estas actividades corresponden a ecosistemas que pueden ser sumideros de carbono azul, pero el PECC carece de referencia expresa al concepto "carbono azul".

Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018

En congruencia con el PND, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Promarnat) establece como uno de sus objetivos incrementar la resiliencia frente al cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero, esto a través de su línea de acción 2.2.3: Implementar la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques y selvas (ENAREDD+).

Establece también las siguientes acciones:

- operar el Fondo para Cambio Climático;
- apoyar proyectos de conservación, restauración y aprovechamiento de recursos forestales en regiones vulnerables y de alta y muy alta marginación;
- concebir e implementar instrumentos económicos y financieros derivados de la valoración de los servicios ecosistémicos;
- fomentar la conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad;
- desarrollar y fortalecer la producción y productividad forestal;
- promover programas y planes regionales de desarrollo territorial;
- impulsar sistemas de producción diversificados, multifuncionales, agroecológicos y agroforestales, y
- fortalecer el monitoreo y control de la salud de ecosistemas forestales ante ataques de plagas o enfermedades nativas o exóticas.

Este programa busca apoyar proyectos de conservación, restauración y aprovechamiento de recursos forestales en regiones vulnerables y de alta y muy alta marginación. Los ecosistemas que son sumideros naturales de carbono azul resultan particularmente vulnerables ante el cambio climático. No existe referencia expresa al concepto "carbono azul".

Programa Nacional Forestal 2014-2018 y Programa Institucional de la Comisión Nacional Forestal 2014-2018

El Programa Nacional Forestal (Pronafor) 2014-2018 y el Programa Institucional de la Comisión Nacional Forestal 2014-2018 establecen la Estrategia 5.5: Promover la reducción de emisiones de GEI por deforestación y degradación de bosques y selvas. De esta estrategia se desprenden cuatro líneas de acción:

- "5.5.1. Desarrollar una estrategia nacional para reducir las emisiones de GEI provenientes de la deforestación y degradación de bosques y selvas.
- 5.5.2. Promover la transversalidad, coordinación, coherencia y operación integrada de programas y políticas, que sean favorables para REDD+.
- 5.5.3. Implementar un sistema nacional de medición (monitoreo), reporte y verificación de emisiones de GEI asociadas a deforestación y degradación forestal.
- 5.5.4. Integrar un Sistema Nacional de Información y de Salvaguardas Sociales y Ambientales".

Para el cumplimiento de dichas líneas de acción se establece un indicador que pretende monitorear las fases conducentes a la implementación de la ENAREDD+.

Ambos programas plantean como estrategia promover la reducción de emisiones de GEI por deforestación y degradación de bosques y selvas. Algunos sumideros naturales de carbono azul son ecosistemas forestales o selvas, como el manglar; sin embargo, no se encontró referencia expresa al concepto "carbono azul".

Estrategia Nacional para la Reducción de la Deforestación y Degradación Forestal "más" (ENAREDD+)

La política para la REDD+ tiene como objetivo: "reducir las emisiones de GEI derivadas de la deforestación y degradación de los ecosistemas forestales y conservar e incrementar los acervos de carbono forestal en el marco del desarrollo rural sustentable para México, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad forestal, y con la garantía de aplicación y cumplimiento efectivos de las salvaguardas y principios previstos en esta estrategia y en el marco legal vigente".[146]

En México, la REDD+ plantea, por un lado, impulsar la captación de carbono mediante un mercado voluntario y, por otro, compensar las emisiones evitadas mediante el financiamiento de planes de inversión dirigidos a reducir la deforestación y degradación forestal. Para lo anterior se hará uso de diversos instrumentos, como programas, fondos, fideicomisos y la banca de desarrollo.[147]

El borrador para consulta de la ENAREDD+ señala que "México debe desarrollar los mecanismos de distribución de beneficios que transfieran recursos de manera transparente y justa a los ámbitos locales".[148]

Al igual que muchos países en desarrollo, México cuenta con importantes ventajas comparativas para realizar proyectos de manejo forestal sustentable que permitan la prevención y protección ambiental y, a la vez, el aprovechamiento económico de los servicios ambientales (como la captación de carbono y la deforestación evitada) que brindan sus territorios, con los consiguientes beneficios de gran trascendencia a escala mundial.

La "ENAREDD+ debe entenderse como un conjunto de líneas estratégicas que promueven de manera simultánea acciones de mitigación y adaptación a través de un manejo integral del territorio que impulsa el desarrollo rural sustentable bajo en emisiones de carbono". La estrategia busca desencadenar la reducción de emisiones de CO_2 mediante el fomento de actividades económicas rurales tanto dentro como fuera del sector forestal.

Para 2020, la REDD+ se habrá puesto en marcha en tres fases: preparación, demostración y pilotaje, e implementación total. De aquí a la fase final de REDD+, no se contempla realizar acciones tempranas en ecosistemas que son sumideros de carbono azul.

Esta estrategia busca reducir las emisiones de GEI e incrementar los acervos de carbono forestal contribuyendo a la conservación de la biodiversidad forestal. Aún no se considera realizar acciones en sumideros de carbono azul.

Programa Especial para Áreas de Acción Temprana (ATREDD+)

Con la finalidad de integrar territorialmente actividades de reconversión productiva con las de conservación y manejo sustentable se definieron, conjuntamente con autoridades municipales y estatales, áreas de acción temprana (AAT) cuyo objetivo es realizar las primeras acciones

---

[146] Estrategia Nacional para REDD+, p. 38; disponible en: <www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/1/5755Borrador%205%20(Para%20consulta).pdf>.

[147] En *Cambio climático: ¿Combinación de instrumentos para "un post-Kioto feliz"?*, obra publicada en 2008, Lara Lázaro Touza se refiere al uso de diversos instrumentos de política ambiental; en la pág. 2 señala: "Temas ambientales globales como cambio climático, incluido el tema de REDD+ y su implementación son un gran reto —nuevo y complejo—, por lo cual deben abordarse mediante un amplio abanico de instrumentos. Las políticas ambientales adoptadas estarán determinadas por numerosos factores: los principales sectores económicos, el nivel de desarrollo de cada país, los intereses nacionales o el poder de presión de los distintos agentes interesados".

[148] Estrategia Nacional para REDD+, p. 46; disponible en: <www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/1/5755Borrador%205%20(Para%20consulta).pdf>.

encaminadas a revertir la tendencia de los cambios de uso de suelo y mantener los servicios ambientales a fin de mejorar el bienestar de las comunidades.

Con el Programa Especial para AAT (ATREDD+), la Conafor y la Conabio, en coordinación con los gobiernos del estado de Yucatán, llevaron a cabo el Programa Especial Península de Yucatán (PEPY), que se extiende de 2012 a 2014, y cuyo objetivo es atender la problemática de la disminución de la superficie forestal de la región de la península. De esta forma, se posibilita la integración de actividades de reconversión productiva con las de conservación y manejo sustentable en las comunidades forestales, y se impulsa el desarrollo rural sustentable con miras a atender la degradación de los ecosistemas forestales, revertir la tendencia del cambio de uso de suelo forestal y con esto contribuir a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la región. En Yucatán, un total de 16 municipios (del sur y oriente de la entidad) han formado parte del programa ATREDD+.

Este programa busca atender la disminución de la cobertura vegetal al mismo tiempo que se integran actividades de reconversión productiva con la conservación y el manejo sustentable de los recursos forestales. De aquí a la fase final de REDD+ (2020) no se considera realizar acciones tempranas en ecosistemas (marinos y terrestres) que son sumideros de carbono azul.

Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas (ECCAP)

Publicada en 2015 como *Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: una convocatoria para la resiliencia de México 2015-2020*, la ECCAP es el instrumento dinámico que orienta las acciones y la toma de decisiones de la Conanp en los ámbitos local, regional y nacional con el propósito de reducir la vulnerabilidad de los socioecosistemas al cambio climático, contribuir a la conservación de los servicios ambientales y fomentar la captación y el almacenamiento de carbono (mitigación) en las ANP. Se espera que esta iniciativa contribuya a impulsar la coordinación interinstitucional, la creación de acuerdos, la concurrencia de recursos y la obtención de apoyos de instituciones gubernamentales y académicas, así como de organizaciones de la sociedad civil, en las diversas ANP y zonas de influencia de México.

En el documento se hace referencia a la invitación a que en los ámbitos inter e intrainstitucional se busque, en forma conjunta, incrementar la capacidad de atención al cambio climático y potenciar los beneficios que nos brindan la conservación y la protección de los ecosistemas. En este sentido, las acciones que integran el manejo, la conservación y la restauración de las ANP del país son importantes estrategias de mitigación del cambio climático y adaptación a su impacto. Por medio de la instrumentación de la ECCAP se espera que en el año 2020 las ANP sean plenamente reconocidas por la sociedad como parte esencial del bienestar humano, toda vez que contribuyen a reducir la vulnerabilidad de los socioecosistemas y a incrementar significativamente los sumideros de carbono.

Entre los objetivos particulares del instrumento destacan, por un lado, conservar los servicios ambientales que proveen los ecosistemas terrestres, costeros, marinos e insulares en ANP y sus zonas de influencia y, por otro lado, contribuir a mitigar el cambio climático a través de la captación y el almacenamiento de carbono en los ecosistemas naturales o manejados en ANP y sus zonas de influencia.[149] Por otro lado, los componentes de la ECCAP dan respuesta a las diferentes necesidades de coordinación institucional, gestión, conocimiento, intercambios de información, participación social y comunicación para enfrentar el cambio climático y la vulnerabilidad de los ecosistemas.[150]

Este documento está alineado con el marco de política nacional, las metas nacionales y los objetivos sectoriales del país.[151] Gracias a la integración de un estudio de caso de los mangles como ejemplo de

[149] Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas (ECCAP), p. 39.
[150] *Ibid.*, p. 40.
[151] *Ibid.*, p. 42.

mitigación del cambio climático, se reconoce, además, el valor de los manglares como reservorios de carbono.[152]

En el documento se hace referencia a la captación de carbono como el almacenamiento de carbono atmosférico que llevan a cabo principalmente los bosques, mas no se reconoce el carbono azul como tal. Aunque la importancia de los manglares resalta en el estudio de caso, la aportación de los demás ecosistemas marino-costeros que funcionan como reservorios de carbono queda omitida. Por otro lado, el instrumento no tiene el fin de ser programático, ni es de carácter vinculante con la legislación.[153]

La estrategia es totalmente incluyente respecto del servicio ambiental de la captación de carbono; sin embargo, su impacto podría potenciarse si se refiriera al carbono azul. Debido a que la estrategia se basa en los planteamientos establecidos en los instrumentos de política pública nacional, sería esencial hacer una revisión de los siguientes elementos:

- Ley General de Cambio Climático
- Compromisos propuestos en el Programa Nacional de Desarrollo 2013-2018, y reflejados en el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018
- Estrategia 2040 de la Conanp
- Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Programa Nacional de ANP 2014-2018

Cabe señalar que la estrategia contempla el cumplimiento de los compromisos internacionales del país en materia de conservación de la biodiversidad y cambio climático asociados al Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (particularmente las Metas de Aichi) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

La estrategia tiene como objetivo conservar los servicios que proveen los ecosistemas dentro de las Áreas Naturales Protegidas y sus zonas de influencia, así como contribuir a mitigar el cambio climático. En el documento se hace referencia a la captación de carbono como el almacenamiento de carbono atmosférico llevado a cabo principalmente por los bosques. No se reconoce el carbono azul como tal. No es un documento programático y por lo tanto no es vinculante.

Iniciativas de alcance regional

Acuerdo entre Gobernadores de la Península de Yucatán en Materia de Cambio Climático

Los gobiernos de los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo signaron el Acuerdo General de Coordinación entre los Estados de la Península de Yucatán para unir esfuerzos y recursos en materia de cambio climático. Se trata de un modelo de gobernanza de autoridades subnacionales que deciden coordinar esfuerzos y recursos para emprender iniciativas regionales de mitigación del cambio climático y la adaptación ante sus efectos.

Así, los gobiernos de los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo —las tres entidades federativas que conforman la península de Yucatán— emitieron la Declaratoria de Cambio Climático de la Península de Yucatán, que para la adaptación eficaz ante los impactos del cambio climático

[152] *Ibid.*, p. 22.
[153] *Ibid.*, p. 55.

propone como ejes estratégicos tres elementos: agua, costas y selvas. Específicamente, dicha iniciativa propone trabajar en tres grandes ejes, a saber: 1) Estrategia Regional de Adaptación al Cambio Climático de la Península de Yucatán, costas y agua; 2) Proyecto Regional de REDD+ en la Península de Yucatán, y 3) Fondo Regional para la Acción Climática de la Península de Yucatán.

Este acuerdo es un instrumento regional marco que sienta las bases generales para fomentar la definición de una política regional orientada a la protección de los sumideros de carbono azul.

Estrategia Regional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal de la Península de Yucatán

A fin de estructurar la visión regional, los distintos componentes del proyecto incluyen un diagnóstico base; objetivos centrales y consensuados entre los gobiernos estatales y organizaciones de la sociedad civil, que servirán como marco orientador en la definición de una iniciativa piloto a mediano plazo en materia de gobernanza; mecanismos de financiamiento y distribución de beneficios; sistema de medición (monitoreo), reporte y verificación; el fortalecimiento de capacidades, y la participación ciudadana. En este mismo contexto regional y en conjunto con la Comisión Nacional Forestal (Conafor), se ha propuesto la elaboración de una guía de acción temprana REDD+ para la península, que pretende servir de base referencial para la realización de actividades de consulta y consenso con las autoridades locales y agentes clave de la sociedad civil en la región.

Esta estrategia es el instrumento regional marco que sienta las bases generales para impulsar la definición de una política regional orientada a la protección de los sumideros de carbono azul en ecosistemas forestales. Sin embargo, no existe en ella referencia expresa al concepto de carbono azul.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California

Publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 15 de diciembre de 2006, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es de observancia obligatoria para las dependencias y entidades de la administración pública federal, lo que implica que se debe cumplir con sus políticas, lineamientos y estrategias ecológicas en la emisión de concesiones, permisos, licencias, dictámenes y resoluciones en la región del Golfo de California.[154]

De manera específica, el programa se aplica en 15 unidades de gestión ambiental costeras y siete oceánicas, un total de 22 unidades de gestión ambiental en las cuales se pretende llevar a cabo distintas acciones agrupadas como sigue:[155]

- *Acciones para la integración* de criterios de sustentabilidad en las actividades sectoriales.
- *Acciones dirigidas a la conservación* de especies, hábitats y ecosistemas prioritarios para el mantenimiento de la biodiversidad, así como de los bienes y servicios ambientales de la región.
- *Acciones de planeación e investigación* que se requiere realizar en etapas subsecuentes del proceso y que permitirán generar los elementos necesarios para la elaboración y aplicación de estrategias más particulares para la atención y prevención de los conflictos ambientales en zonas prioritarias, así como para fortalecer el modelo regional de toma de decisiones.

[154] Decreto por el cual se aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, artículo segundo, DOF, 29 de noviembre de 2006; véase: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4938943&fecha=29/11/2006>.

[155] Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, publicado en DOF, 15 de diciembre de 2006; véase: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4940652&fecha=15/12/2006>.

En cada grupo resaltan importantes áreas de oportunidad favorables a la materia de este estudio: el carbono azul. Así, pues, en las acciones para la integración de criterios de sustentabilidad se establece que: 1) se debe evitar la degradación o destrucción de hábitats y ecosistemas prioritarios, como arrecifes, pastos marinos, humedales costeros (principalmente, manglares), bahías, esteros, lagunas costeras, islas, dunas costeras, entre otros, y 2) deben formularse propuestas alternativas para la reubicación de proyectos cuando haya evidencia de un posible daño irreversible de los humedales costeros (sobre todo, manglares) en su estructura y función. Dichas acciones se aplican para las obras y actividades de los sectores de turismo, energía, comunicaciones y transporte, pesca, acuacultura y medio ambiente.[156]

Por cuanto corresponde a las acciones de investigación, destaca que un apartado se destina a la valoración económica de los bienes y servicios ambientales que prestan los ecosistemas del golfo de California, así como la evaluación del derecho de uso y propiedad de los bienes y servicios ambientales. De ese modo, existe la posibilidad de generar estudios que propicien la valoración económica del carbono azul, aunado a la prioridad, que se establece a lo largo del programa, para la conservación de ecosistemas como arrecifes, pastos marinos, humedales costeros (principalmente, manglares), bahías, esteros, islas, y lagunas y dunas costeras.[157]

Si bien en el programa no se incluye una definición o mención expresa del carbono azul, existen acciones que privilegian la conservación de ecosistemas que captan y almacenan carbono azul por encima de la realización de obras y actividades turísticas, energéticas, pesqueras y de comunicaciones y transportes. Para ello se prevé incluso la reubicación de proyectos en casos en los que haya evidencia de daño a manglares, así como la generación de investigaciones que ayuden en la valoración económica de los servicios ambientales.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) es el instrumento de política ambiental que permitirá "regular o inducir los usos del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos".[158]

Este instrumento se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el 24 de noviembre de 2012, y entró en vigor al día siguiente en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. En el cumplimiento de este instrumento caben tanto las instancias gubernamentales de los tres órdenes de gobierno como la iniciativa privada.

Esta disposición se considera como un elemento integrador de políticas públicas que facilitan un marco coherente a las acciones a que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación de los mares, protección de los recursos marinos y combate a la marginación.

El modelo de ordenamiento ecológico incluye 203 unidades de gestión ambiental (UGA), clasificadas como terrestres, marinas y áreas naturales protegidas. Para cada una de las UGA se han definido objetivos generales, lineamientos y estrategias ecológicos, así como criterios y acciones en función

[156] *Idem*.
[157] *Idem*.
[158] Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC). Véase: < http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279084&fecha=24/11/2012>.

de sus características y el análisis de diagnóstico y pronóstico. Los criterios y acciones se han dividido específicamente entre islas y la zona costera inmediata.

El POEMyRGMyMC considera dentro de sus lineamientos la protección y preservación de los servicios ambientales en todas las áreas del desarrollo sustentable, por lo que se incluye la protección de aquellos ecosistemas que favorecen la regulación climática, el control de la erosión y de inundaciones, la captación de carbono y la formación de suelo, entre otros beneficios asociados a los ecosistemas que albergan carbono azul, como manglares, marismas y pastos marinos.

Entre las estrategias planteadas por el POEMyRGMyMC se encuentra el apoyo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el comercio de bonos de carbono, por lo cual se han definido criterios para evaluar la potencialidad del suelo con base en su capacidad para captar carbono.[159,160] Asimismo, el instrumento reconoce la importancia de los manglares y pastos marinos como ecosistemas importantes para la fauna marina, por lo que tanto el sector gubernamental como la iniciativa privada deberán realizar acciones para preservar los ecosistemas o favorecer su recuperación.[161,162,163]

La aplicación adecuada de este instrumento de regulación que entrelaza las diversas políticas públicas aplicables en la región del golfo de México y el mar Caribe constituye una de las principales áreas de oportunidad, como política marco que considera la protección de los sumideros de carbono azul, para su inclusión en el desarrollo sustentable de la región.

Concretamente, el POEMyRGMyMC no considera el carbono azul como un eje de la conservación; sin embargo, define estrategias, lineamientos, acciones y criterios específicos para la protección y conservación de los manglares y pastos marinos, de modo que puede ser un instrumento operativo para la protección de estos ecosistemas desde los tres órdenes de gobierno, las diferentes secretarías y la iniciativa privada.

Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de San Quintín

Publicado en el *Periódico Oficial de Baja California* el 15 de junio de 2007, el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de San Quintín (POERSQ) versa sobre el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en la región del valle de San Quintín, en el municipio de Ensenada, Baja California. Este programa, como se señala expresamente en su considerando tercero, "rige los lineamientos que determinan la visión, misión y fines de cada una de las acciones del gobierno estatal en esta región".

Como parte de la metodología para formular el POERSQ se realizaron un diagnóstico de los subsistemas natural, social y productivo, y una evaluación de aptitud territorial por la que se evaluaron la capacidad turística y la aptitud ecológica de la región. A partir de los resultados obtenidos se construyeron escenarios en función de la definición de las políticas ambientales asociadas a usos específicos y se elaboró la estrategia de ordenamiento que derivó en la propuesta de un modelo de ordenamiento ecológico para la región de San Quintín.

Este modelo de ordenamiento ecológico consiste en la división del área de estudio en áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud a las que se asignan lineamientos y estrategias ecológicas.

[159] Acciones para la estrategia ecológica de mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático global (CCG): G007.
[160] Acciones ante el CCG: G038.
[161] Criterio de regulación ecológica para la zona costera inmediata del mar Caribe: ZMC-02.
[162] Acciones ante el CCG: A057.
[163] Acciones ante el CCG: A014, G014, G018, G020, AES-05.

Conforme a esta iniciativa, se delimitan 106 unidades de gestión ambiental con base en el diagnóstico integral y las tendencias de desarrollo; se crean los mecanismos de promoción de gestión e instrumentación del ordenamiento, y se implementa una bitácora ambiental (propuesta para el monitoreo y el seguimiento del programa de ordenamiento).

Como parte del POERSQ se llevaron a cabo una identificación de actores y una caracterización del sistema natural que, entre otras cosas, calcula el metabolismo del ecosistema, medido a partir de la diferencia entre la producción de carbono y la respiración. Los resultados muestran que la bahía es un sistema heterotrófico durante todo el año; que el metabolismo neto es menor durante el invierno que en el verano (con un promedio anual de alrededor 10 μmol m^{-2} por día), y que en la bahía se consume alrededor de 5 por ciento más de la materia orgánica que se produce.[164]

Una de las fortalezas del POERSQ es que comprende una serie de consideraciones específicas para proteger humedales y guarda concordancia con el Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California que establece la categoría de *áreas especiales de conservación* (AEC) para los ecosistemas frágiles, áreas de importancia ecológica, y patrimonios culturales y naturales, figura que se mantiene en el ordenamiento para la región de San Quintín y que considera los humedales como parte de esas AEC, además de establecer que se aplicarán lineamientos específicos para su protección y conservación de manera independiente a la política general que se aplique en las unidades de gestión.

Así, por ejemplo, el POERSQ señala que no se permiten las construcciones sobre humedales ni la desecación de éstos.[165] También establece que la apertura de caminos en áreas cercanas o contiguas a humedales con política de conservación deberá respetar una franja mínima de 100 metros entre el derecho de vía y el límite de la vegetación del humedal.[166]

Entre las propuestas del modelo de ordenamiento ecológico para San Quintín, en el punto 4.4.3 del POERSQ se señalan desde la ubicación y diseño de infraestructura en los humedales hasta prácticas de control de la contaminación, como no descargar directamente aguas residuales en los humedales, minimizar el uso de fertilizantes, implementar métodos de control de residuos y llevar a cabo evaluaciones de mercado para la construcción de marinas.

Como aspectos poco favorables podemos señalar, en primer lugar, que el POERSQ en ningún momento menciona en concreto —ni en sus definiciones ni en sus consideraciones— el carbono azul. Al tema en específico puede arribarse a través del de los humedales y los cálculos de metabolismo en la zona.

Otro elemento a destacar es que este programa se fundamenta en el Plan Estatal de Desarrollo 2002-2007, por lo cual debería actualizarse en un futuro no muy lejano.

En conclusión, el POERSQ tiene elementos valiosos que pueden ser coadyuvantes en la conservación de los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul; sin embargo, dada su antigüedad y su enfoque, aún hace falta hacer crecer al tema y robustecer las medidas de protección de los humedales y sistemas marinos en general.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún-Tulum

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún-Tulum (POETRDCCT) contempla "reglamentar los usos y destinos del suelo para la totalidad de la región, destacando entre sus objetivos la conservación del patrimonio ecológico del corredor, con sus actividades como la preservación, protección y control del aprovechamiento de sus recursos naturales

[164] Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de San Quintín, p. 46.
[165] *Ibid*., tabla 4.9, p. 134.
[166] *Ibid*., tabla 4.10, p. 135.

y paisajísticos, así como también la protección y recarga del manto acuífero de la región, traduciéndolo a un umbral máximo de crecimiento urbano".

Este instrumento de política ambiental tiene como objetivo alentar un desarrollo turístico e infraestructura de servicios congruentes con las políticas ambientales que permitan la permanencia de sus recursos naturales tanto en la porción terrestre como en la porción marina; es de observancia obligatoria, y los gobiernos estatal y municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias y jurisdicciones, deberán vigilar que las autorizaciones otorgadas se sujeten al programa de ordenamiento territorial y cumplan con las políticas, usos de suelo y criterios ecológicos.[167,168]

El POETRDCCT cuenta con criterios específicos para la protección de ecosistemas que son sumideros de carbono azul, como pastos marinos y manglares, lo que lo convierte en un instrumento importante para el manejo de estos ecosistemas. Entre los rubros que se consideran criterios en favor de los almacenes de carbono está la construcción e instalación de equipamiento e infraestructura, la protección de la flora y fauna, el manejo de ecosistemas y el desarrollo turístico.

El instrumento presenta criterios para la protección de humedales costeros al proponer que la construcción de caminos debe ubicarse entre la duna posterior y los humedales. Estos caminos, a su vez, deberán adecuarse con obras que garanticen el libre paso de los flujos hidrológicos y de la fauna, y los cimientos de las construcciones no podrán interrumpir la circulación del flujo hidrológico que corre entre el humedal y el mar.[169,170,171]

En cuanto a la protección de los manglares y pastos marinos, el POET del corredor Cancún-Tulum define criterios específicos para evitar la alteración y remoción de pastos en el fondo del mar, y no permite modificaciones del entorno costero que supongan eliminar pastos marinos o manglares.[172,173] Como medida de protección, el POETRDCCT establece prohibiciones para el relleno de playas rocosas, el dragado en área de manglar y el dragado y construcción en zonas cercanas a arrecifes y manglares.[174,175,176]

Por otro lado, este instrumento propone para las zonas de manglar usos restringidos relacionados con el ecoturismo en las modalidades de contemplación de la naturaleza, senderismo, campismo y paseos fotográficos.[177] El POETRDCCT también determina que para el desarrollo de las actividades turísticas deberán mantenerse los ecosistemas excepcionales, como formaciones de arrecifes y manglares, además de las poblaciones listadas en la NOM-059.[178]

Aunque este programa de ordenamiento se encuentra vigente únicamente en el municipio de Tulum, Quintana Roo, incluido su litoral costero, son de gran trascendencia los criterios que se propusieron desde el año 2001 para la protección de las zonas tanto terrestre como marina de los ecosistemas costeros. Desde ese momento, el ordenamiento señaló la importancia de proteger ecosistemas como los pastos marinos y los manglares, de manera que definió criterios para asegurar sus procesos naturales.

---

[167] Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún-Tulum, artículo 3.
[168] *Ibid.*, artículo 6.
[169] *Ibid.*, criterio EI-52.
[170] *Ibid.*, criterio EI-53.
[171] *Ibid.*, criterio C-18.
[172] *Ibid.*, criterio FF-25.
[173] *Ibid.*, criterio MAE-3.
[174] *Idem*.
[175] *Ibid.*, criterio FF-36.
[176] *Ibid.*, criterio FF-26.
[177] *Ibid.*, criterio TU-13.
[178] *Ibid.*, criterio TU-22.

Entre las barreras para la instrumentación del POET del corredor Cancún-Tulum figura su futura derogación una vez que el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Tulum entre en vigor, por primera vez en la historia de este municipio, dejando a las unidades de gestión ambiental sin criterios de regulación específica que protejan los ecosistemas litorales que albergan carbono azul. Por esta razón, es necesario contar en esta zona con criterios más específicos, con instrumentos como el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El instrumento reconoce la importancia del desarrollo turístico de la región en concordancia con las políticas ambientales vigentes, además de la protección de los recursos naturales y la recarga del acuífero. Cuenta con criterios específicos para la protección de los ecosistemas que son sumideros de carbono, tanto en la porción terrestre como en la marina. Una de sus debilidades es que su vigencia se circunscribe únicamente a Tulum, municipio que al publicar próximamente su propio programa local de manejo, derogará en su totalidad el presente instrumento.

Programa Regional de Ordenamiento Ecológico del Corredor San Antonio de las Minas-Valle de Guadalupe

El Programa Regional de Ordenamiento Ecológico del Corredor San Antonio de las Minas-Valle de Guadalupe reglamenta los usos y destinos del suelo para dicha región. Este instrumento de política ambiental determina los criterios de regulación ecológica para actividades productivas y ubicación de los asentamientos humanos. "El modelo de ordenamiento ecológico consiste en la regionalización del área de estudio en áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud, a las que se asignan lineamientos y estrategias ecológicas. Para fines prácticos es un mapa que resulta del análisis de aptitud y que subdivide al área de estudio en unidades de gestión ambiental (UGA)."[179]

Este programa regional contiene políticas para la protección de humedales costeros, a saber:

- Política de conservación (ocupa 10.1 por ciento de la superficie del área de ordenamiento), que permite la infraestructura de bajo impacto armonizada con el mantenimiento de los procesos y las características propias del sitio. Se permiten las actividades de investigación, educación ambiental y turismo alternativo regidas por programas de manejo.
- Política de protección (ocupa 80.2 por ciento de la superficie del área de ordenamiento), que hace énfasis en el mantenimiento del ambiente natural, donde se desfavorece la construcción de infraestructura de cualquier tipo y se favorece la creación de áreas de protección especiales que pueden ser privadas, ejidales, comunales, de gobierno estatal o municipal. Con esta política para áreas puntuales, definidas en un programa de manejo específico, se admiten el uso extractivo artesanal y controlado de recursos naturales renovables, y se permiten las actividades de investigación, educación ambiental y turismo alternativo.

Además, el programa establece áreas de importancia ecológica: zonas de recarga de acuíferos; zonas de transición o ecotonos; hábitats de especies de flora y fauna endémicas o en estatus de protección según la NOM-059-Semarnat-10; áreas de refugio y reproducción; áreas representativas de desierto y zona mediterránea, y ecosistemas riparios, manantiales y ojos de agua. También define los ecosistemas frágiles: lagunas costeras, esteros, estuarios, humedales, marismas y dunas.

[179] Programa Regional de Ordenamiento Ecológico del Corredor San Antonio de las Minas-Valle de Guadalupe, p. 106; disponible en: <http://noroesteenlamira.org.mx/wp-content/uploads/gestion/Programa_Regional_de_Ordenamiento_Ecologico_del_Corredor_San_Antonio_de_las_Minas-Valle_de_Guadalupe.pdf>.

El programa contempla asimismo los Lineamientos para Áreas Especiales de Conservación que deberán seguirse en el desarrollo de actividades. En relación con los ecosistemas costeros que fungen como sumideros carbono azul, sobresalen los lineamientos que siguen:

- No se permiten construcciones sobre humedales, dunas, sitios arqueológicos, paleontológicos o monumentos naturales.
- No se permite la construcción de marinas en lagunas costeras, esteros, estuarios y lagunas de evaporación.
- La extracción de arena de ríos y arroyos no deberá perturbar la integridad de los ecosistemas riparios ni afectar la capacidad de recarga de acuíferos o mantos freáticos locales.
- En las áreas de belleza paisajística, las actividades se orientarán hacia la recreación, el turismo y la educación ambiental.
- No se permite la desecación de humedales.
- La entrada de embarcaciones a ecosistemas frágiles se restringe en función de la capacidad de carga de cada área.
- Se establecerán estrategias particulares para la protección del matorral costero, cactáceas y especies de importancia ecológica.

Entre las estrategias ecológicas específicamente vinculadas a ecosistemas costeros que fungen como sumideros de carbono azul, el programa de ordenamiento del Corredor San Antonio de las Minas-Valle de Guadalupe contempla la conservación del suelo y la vegetación, así como de servicios ambientales, a pesar de no incluir una referencia expresa al concepto de carbono azul.

Capítulo 3: Mecanismos financieros

Dada la naturaleza de los desafíos climáticos de cara al futuro, los principales beneficiarios de los fondos destinados a iniciativas en materia de mitigación del cambio climático y conservación de servicios y bienes ambientales serán los países en desarrollo. No obstante, a fin de cubrir la brecha de financiamiento que existe en la actualidad, éstos shabrán de crear una arquitectura financiera que les permita invertir eficientemente los recursos en la conservación de los ecosistemas que asegurarán su resiliencia. . Esta arquitectura se basa en mecanismos financieros y plataformas de política pública capaces de dirigir los fondos hacia sitios prioritarios mediante programas que maximicen el potencial de mitigación. En México, la conservación y restauración de humedales costeros puede ser la opción más rentable de reducción de GEI merced a su extensión y capacidad de secuestro.

Mercados de carbono

La incorporación del concepto "carbono azul" en la política pública relacionada con cambio climático a través de mecanismos basados en la emisión y venta de créditos de carbono o derechos de emisión generados por la restauración o conservación del hábitat de humedales es una opción atractiva para el financiamiento de proyectos de carbono azul en México. Los créditos pueden venderse de forma privada (mercado voluntario) o en el mercado internacional (mercado obligatorio o regulado) al precio de mercado vigente.

Actualmente, el mercado más prometedor, especialmente para el carbono azul, es el obligatorio o de topes y canje (*cap and trade*, en inglés), aun cuando muchos se encuentran en desarrollo. Pese a que los mercados voluntarios son una opción viable en muchos países, su pequeño tamaño y sus precios bajos los hacen hoy en día menos atractivos (Ullman *et al*., 2013).

Mercados obligatorios o regulados

Regulación significa que la compra de emisiones se hace a través de imposiciones legales que implican una cantidad determinada de créditos por año. Los mercados obligatorios o sistemas de comercio de derechos de emisión (ETS, por sus siglas en inglés) se crean y están regulados mediante regímenes de reducción de carbono nacionales, internacionales o regionales, y en su mayor parte están conformados en esquemas de topes y canje.

En un esquema de topes y canje, una autoridad central (una organización internacional, en el ámbito internacional, o un gobierno, en el ámbito nacional) establece un límite sobre las cantidades de GEI que pueden emitirse ya sea por nación (internacional) o por empresa (nacional). Este tope (*cap*) constituye un suministro finito de derechos de emisión (*allowances*) típicamente valorado en una tonelada de equivalentes de dióxido de carbono (tCO_2e) y que representan el derecho a emitir un volumen máximo de GEI; este máximo es fijado por medio de negociaciones y políticas de regulación.

En principio se busca limitar los niveles de emisión de CO_2 y generar penalizaciones para las empresas o industrias que los excedan. El esquema permite luego la posibilidad de intercambiar los derechos de emisión, incentivando a las empresas que pueden reducir sus emisiones a un menor costo a invertir en las tecnologías necesarias para ello y vender los derechos de emisión correspondientes a otros cuyo costo de reducción de emisiones es mayor. De este modo, los derechos de emisión ni son creados ni eliminados, sino que se intercambian (*trade*) entre los participantes.

El fundamento detrás de este sistema es crear incentivos económicos para la reducción de emisiones. Sin embargo, la mayor falla hasta la fecha resulta en que es precisamente la transferencia de derechos la que dirige el precio del carbono, siendo éste reflejo de las demandas del mercado, no de las externalidades sociales y ambientales generadas. El reto está, además, en determinar el nivel apropiado o el límite máximo de derechos por participante, el cual debe incentivarlo a alcanzar ese máximo al

mismo tiempo que minimiza sus costos, sin caer en incentivos de contaminación perversos.

Ámbito internacional

La mayor plataforma de políticas para el mecanismo de topes y canje reside en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la cual establece la estructura general de las medidas de reducción de GEI acordada internacionalmente con el Protocolo de Kioto. Este instrumento proporciona, además, detalles técnicos y los fondos dedicados para apoyar una variedad de actividades de mitigación del cambio climático, incluidas las actividades relacionadas con el carbono de humedales.[180]

El Protocolo de Kioto establece mecanismos flexibles de mercado de derechos y de créditos e impone límites nacionales de emisión para países desarrollados que lo ratificaron; éstos son los llamados países del Anexo 1. Cada país es impuesto con un máximo y un número determinado de derechos de emisión llamados unidades de emisión asignada (AAU, por sus siglas en inglés). Estos países pueden alcanzar sus objetivos de reducción por medio de: i) el comercio de sus AAU con otros países del Anexo 1; ii) la implementación nacional de estrategias de reducción, o iii) la compra de créditos de carbono de países que, sin ser parte del Anexo 1, estén implementando proyectos adicionales de reducción de carbono o por compensación. Actualmente, la tercera es la opción más viable para el carbono azul en México. Y es que en el mercado obligatorio también hay espacio para un cierto número de créditos procedentes de la reducción de emisiones generadas en proyectos asociados. El reto está en el acuerdo, creación e implementación de mecanismos que propicien la transferencia de unidades de emisión entre países.

Mecanismo de Desarrollo Limpio

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) financia proyectos de mitigación con el potencial de proteger y rehabilitar los ecosistemas secuestradores de carbono en países en desarrollo y, a cambio, el país desarrollado recibe reducciones certificadas de emisiones (CER, por sus siglas en inglés) aplicables a cumplir con su compromiso de reducción. Mientras que el país desarrollado reduce el costo de cumplimiento de compromisos ante el Protocolo (por lo general, los países en desarrollo tienen eficiencias energéticas menores, costos laborales menores, requerimientos reglamentarios más débiles y tecnologías menos avanzadas), las economías en desarrollo se benefician del incremento en los flujos de capital de inversión para proyectos de mitigación y los resultados que estos ofrecen para las políticas de desarrollo sustentable.

Existen diferentes actividades de reducción de emisiones que reúnen las condiciones previstas en el esquema del MDL. Para humedales costeros se contemplan exclusivamente actividades relacionadas con forestación y reforestación (A/R, por sus siglas en inglés) en manglares. El MDL no incluye acciones que eviten la deforestación o degradación forestal, ni acciones que impulsen las reservas de carbono forestal. En un futuro, nuevos tipos de actividad basados en humedales y más allá de la A/R pudieran considerarse dentro del MDL; por ejemplo, dentro de actividades de uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (en inglés: *Land Use, Land-Use Change and Forestry*). No obstante, esta decisión aún está en negociaciones (Herr *et al*., 2014). Existe desde 2013 una metodología específica para proyectos de A/R en pequeña escala en humedales, donde se incluye el carbono tanto en material vegetal superficial como en el suelo.[181] La metodología, sin embargo, restringe hasta 10 por ciento la extensión de alteración de suelo por cambio de uso en el proyecto; los suelos de turba no están

[180] Véase el capítulo 1, apartado dos, del presente informe.

[181] ONU (2012), *CDM-EB70-A34 A/R Large-scale Methodology: AR-AM0014: Afforestation and reforestation of degraded mangrove habitats*, versión 02.0.0, Organización de las Naciones Unidas.

incluidos, y tampoco se consideran los cambios en hidrología. Los que sí se incluyen son aquellos humedales intermareales como los manglares, que no aparecen en la definición de bosque del MDL.

En el ámbito internacional, de acuerdo con Ullman *et al*. (2013), el MDL es (en teoría y pese a las limitaciones actuales) la mejor opción para el carbono azul. Sin embargo, a la mayoría de los países de América Latina y el Caribe les ha resultado particularmente difícil acceder al MDL (Meirovich *et al*., 2012). Los países de la región representan sólo 13.5 por ciento del total de países registrados en este mecanismo, porcentaje que responde principalmente a la participación de Brasil y México, y no incluye proyectos relacionados con el carbono azul.[182]

En 2015, México tenía 316 proyectos de MDL y había generado alrededor de 27 millones de CER (IETA, 2015). La mayoría de estos proyectos se relaciona con la reducción de metano y el manejo de gases generados por residuos sólidos y la energía eólica, ninguno relacionado con forestería. Sin embargo, a partir del año 2013 la situación de los MDL cambió debido a varios factores, como la enorme caída de los precios dada la amplia oferta de bonos y la poca demanda al final del primer periodo de compromiso. Es por ello por lo que, últimamente, México no ha emprendido proyectos nuevos. No obstante, los ya registrados en el MDL seguirán obteniendo bonos de carbono y aquellos que cuentan con la Carta de Aprobación podrán registrarse en el futuro.[183] Estos motivos explican el que las opciones del MDL para carbono azul en México sean escasas y poco probables.

Otros mecanismos internacionales para facilitar el intercambio de unidades

En el histórico Acuerdo de París de diciembre del 2015 se crea el espacio para un nuevo mecanismo basado en el mercado que permitirá a los países vender o transferir internacionalmente resultados de mitigación.[184] Elaborado a partir de las lecciones aprendidas del MDL, este mecanismo podría incluir a cualquier país (desarrollado o no) y la venta se podría dar en cualquier dirección: cualquier país podría ser comprador o vendedor de unidades de emisión, ahora denominadas "resultados de mitigación de transferencia internacional" (ITMO, por sus siglas en inglés).

Este mecanismo, denominado tentativamente Mecanismo de Desarrollo Sustentable (SDM, por sus siglas en inglés), podrá colaborar con las NDC de cada país, aunque no está previsto que las fases de elaboración y transición desde el MDL hasta el SDM concluyan antes del año 2020.[185] Sus reglas de actuación se están revisando, con importantes negociaciones sucedidas a lo largo de 2016.

Ámbitos nacional y subnacional

El comercio de derechos de emisión nacionales y subnacionales complementa el mercado entre países estipulado por el Protocolo de Kioto con mercados de créditos privados. Dentro de estos programas, generalmente coordinados por los objetivos de emisiones nacionales provistos dentro del marco de Kioto, una autoridad nacional o internacional distribuye los créditos a compañías individuales con base en criterios establecidos y con la visión de ayudar al país a cumplir con los objetivos nacionales al menor costo económico posible.

Los mercados de topes y canje subnacionales que están fuera del esquema de Kioto, liderados por el Comercio de California, EU, aprobado y puesto en marcha en 2013, tienen un gran potencial para el carbono azul (Ullman *et al*., 2013). El Comercio de California se aplica particularmente a industrias emisoras, como refinerías, cementeras y eléctricas. Aquellas compañías que emiten en exceso han de reducir sus emisiones con base en el límite máximo de emisiones impuesto por el

[182] Véase: <https://cdm.unfccc.int/>.
[183] Véase: <www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/mecanismo-de-desarrollo-limpio-mdl>.
[184] Acuerdo de París, artículo 6.
[185] *Ibid*., cap. 1, apartado tres.

estado de California, o bien comprar derechos de otras compañías, dentro de la misma industria, que sean capaces de reducir más eficazmente sus emisiones. El Consejo de Recursos Atmosféricos de California (*California Air Resources Board*, CARB) es el organismo que impone las multas financieras a empresas que incumplan con sus compromisos de emisiones, y puede incluso forzar el cierre definitivo de una compañía. Esta particularidad del mercado de California resuelve los problemas de falta de obligatoriedad y seguimiento de los mecanismos internacionales.

Comercio de California

Un monto muy pequeño (alrededor de 5 por ciento) de las reducciones de emisiones de las industrias incluidas en el Comercio de California puede comprarse a través de compensación (*uncapped sources*), incluida aquí la forestería ("carbono verde"). California ha comenzado a expandir este comercio a estados vecinos e incluso al ámbito internacional con países altamente forestales con los que puede compensar sus emisiones, como Brasil, Indonesia o México, y ha empezado ya a trabajar con el esquema de la organización certificadora VCS (Lopomo *et al*., 2011). En la actualidad, el esquema de California se centra en calificar el carbono azul como categoría de compensación. Aún está por decidir si esta categoría será aplicable exclusivamente en los bonos dentro de California, o también para la compensación desde otros países incluidos en el Comercio de California, como México. Ésta puede ser una buena oportunidad para México, al ajustarse muy bien a los requerimientos de este ETS y al esquema de trabajar entre estados. De esta forma, el esquema de compensación vendría a adherirse a las estrategias estatales de cambio climático.

En julio del 2014, California y México firmaron un Memorando de Entendimiento (ME) para incentivar la cooperación entre los dos gobiernos en materia de cambio climático y medio ambiente. El ME es el resultado de un esfuerzo de cuatro años de duración centrado en el mejoramiento y la protección del medio ambiente que asegura, al mismo tiempo, el uso sustentable de los recursos naturales y la optimización de la calidad de vida a través de la expansión del comercio y de las oportunidades de inversión. Uno de los puntos focales de este ME es el cambio climático y, pese a que en ningún caso se menciona explícitamente el carbono azul, existe una alta posibilidad de que en un futuro los manglares puedan incluirse en estos esquemas bajo el amparo de un sistema REDD+.

ETS Nacional en México

La LGCC permite, aunque no obliga, la implementación de un mercado nacional de carbono establecido por la Semarnat. No especifica si este mecanismo ha de tener o no un límite de emisiones regulado; sin embargo, enfatiza la aplicación de un análisis rentable y de eficiencia económica para las medidas de mitigación que favorezcan dichos esquemas. Por otra parte, las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (*Nationally Determined Contribution*, NDC) que presentó México mencionan explícitamente el desarrollo de mercados internacionales de carbono como mecanismos para alcanzar reducciones aún mayores. La LGCC, además, exhorta a que México cree un fondo climático que canalice recursos hacia proyectos de mitigación al cambio climático y adaptación ante sus impactos, pudiendo ser el instrumento económico que articule las acciones de compensación y de mitigación dentro del comercio de derechos de emisión.

Finalmente, la LGCC crea un sistema nacional obligatorio de Registro Nacional de Emisiones (RENE) para el registro de emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero (CyGEI).[186] Este sistema impone a aquellas compañías o instalaciones que emitan más de 25,000 tCO_2e/año la obligación de reportar sus emisiones del año anterior. Este sistema de registro, implementado por primera vez en 2015, incluye a casi 3,000 compañías de diversos sectores en todo el país (IETA, 2015). El RENE también establece la posibilidad de inscribir de manera voluntaria proyectos de mitigación de compuestos y gases de efecto invernadero, los cuales podrán obtener, previa validación de organismos de verificación y validación, reducciones certificadas de emisiones (CER, por sus siglas en inglés) que los sujetos de registro podrán eventualmente utilizar como un mecanismo de compensación para el pago del impuesto al carbono establecido en la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (LIEPS), para luego derivar en una certificación por parte de la Semarnat.

Sin embargo, para que el carbono azul se incluya en un esquema de topes y canje de créditos a escala nacional para México, se necesita contar con un extensivo conocimiento científico del balance de carbono de los humedales costeros (Ullman *et al*., 2012, y Herrera Silveira y Teutli, 2016). ¿Cuánto carbono es secuestrado por los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul?, ¿qué tanto carbono acumulado hay en el territorio nacional?, ¿cuál es la tasa de emisión de carbono cuando se degrada el ecosistema?, etc. Pese a que existen datos locales, como de manglares de Baja California, Chiapas y Nayarit (Ezcurra *et al*., 2016), de Chiapas y Oaxaca (Pronatura, 2016) y Quintana Roo (Adame *et al*., 2013), así como un inventario general producido por la Conabio y actualizado en 2015 (en preparación), estos datos no son suficientes para estimar las reservas nacionales de carbono en manglares, y se carece de estos datos para pastos marinos. Así, el reto radica, además, en cómo incorporar las emisiones por degradación de estos ecosistemas en el límite nacional de emisiones, e incorporar el secuestro como compensación.

Por último, aun cuando existieran datos científicos y las políticas cumplieran con todos los requerimientos, siempre serán necesarios análisis económicos apropiados para asegurar que los esquemas en materia de carbono azul sean rentables: que el costo por proteger y recuperar los ecosistemas sea menor que la ganancia obtenida por la venta de los bonos (Ullman *et al*., 2012; AGEDI, 2013, y Adame *et al*., 2014). Para determinar la viabilidad económica de un potencial proyecto relacionado con el carbono azul, el primer paso es asegurar la viabilidad del sitio desde un punto de vista ecológico. Muchos sitios alrededor del mundo han empezado a incluir manglares en proyectos de compensación, aunque basados sólo en el carbono en material vegetal superficial (en los árboles exclusivamente), sin incluir la capacidad de secuestro de carbono en el suelo. Otra oportunidad para aumentar la rentabilidad de un esquema de topes y canje nacional y hacerlo más atractivo a inversionistas sería la incorporación de las emisiones generadas por la degradación de los

[186] Ley General de Cambio Climático, arts. 87 y 88.

humedales costeros dentro del límite nacional de emisiones. Esto implicaría la obligación gubernamental de regular estas emisiones e incluirlas en el cálculo de los límites.

Teniendo todas estas consideraciones en mente y aun cuando México contempla ya la posibilidad de crear un ETS nacional propio, pueden pasar años hasta que la ciencia necesaria para apoyar estos proyectos, el marco político y la creación de los mecanismos financieros cristalicen completamente. No obstante, dada la diversidad y abundancia de los ecosistemas marino-costeros del país, y las posibilidades climáticas, ecológicas y financieras que pueden aportar al país y a la región, sugerimos centrar los esfuerzos en su inclusión dentro de un mercado de topes y canje nacional por medio del fortalecimiento de la legislación en materia de medio ambiente y cambio climático vigente.

Mercado voluntario

Cuando una entidad no está regulada y por tanto no tiene asignado un máximo de emisiones, pero desea ser incluida en un esquema en el que se le dé un incentivo económico por reducir sus emisiones, puede entrar en un mercado voluntario. En un mercado voluntario, una compañía, individuo, organización o institución puede neutralizar o compensar sus emisiones comprando créditos de carbono generados por proyectos que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero en otros lugares, en las cantidades y frecuencia que desee, sin tener ninguna obligación legal. El mercado voluntario se alimenta de dos tipos de crédito de carbono: compensaciones derivadas de los mercados regulados (por ejemplo, CER de proyectos de MDL) y compensaciones derivadas del mercado voluntario *per se* (reducciones verificadas de emisiones o VER, por sus siglas en inglés).

Una ventaja importante es que los mercados voluntarios pueden acoger proyectos demostrativos de nuevos protocolos y metodologías que podrían incluirse posteriormente en esquemas regulados; así, en la medida en que ya existen, los mercados voluntarios proveen una oportunidad a proyectos encaminados a conservar ecosistemas que captan y almacenan carbono azul para ser financiados sin tener que esperar a que los mercados regulados entren en vigor. Los mercados voluntarios se prestan a la experimentación e innovación gracias a sus bajos precios de transacción en comparación con el MDL u otros mercados obligatorios; además, sirven de nicho a micro o pequeños proyectos que no podrían asumir la carga administrativa del MDL o bien a proyectos no aceptables dentro de un esquema regulado.

La principal desventaja es que los mercados voluntarios generalmente movilizan cantidades financieras menores que los mercados obligatorios. Ahora bien, dado que se trata de transacciones no reguladas por un organismo (sea la CMNUCC o una entidad gubernamental), es fundamental garantizar o verificar que las reducciones de emisiones generadas por estos proyectos en efecto tienen lugar. Es ésta precisamente la razón de ser de los estándares cuyo objetivo es garantizar la credibilidad de los proyectos de reducción de emisiones voluntarios. El 98 por ciento de los bonos de carbono mundiales encontró un comprador en 2015 a través de un estándar independiente. El programa Norma de Verificación de Carbono (*Verified Carbon Standard*, VCS) —principal programa mundial de declaración voluntaria y compensación de emisiones de gases de efecto invernadero— sigue siendo el más usado de todos, con 49 por ciento del mercado (Marketplace, 2016).

En 2015 se publicó por primera vez una metodología y un manual para el uso de los estándares VCS en relación con la restauración de humedales y pastos marinos (RAE, 2015). Elaborado por Restore America's Estuaries (RAE) y Silvestrum, el manual es aplicable a proyectos localizados en cualquier punto del mundo y a todos los sistemas de humedales, incluidos bosques inundables (manglares), marismas y pastos marinos. La metodología corresponde al enfoque sectorial 14 del programa VCS, que se refiere a proyectos de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas

en inglés), y, dentro de éstos, a la categoría de forestación, reforestación y revegetación (ARR) de manglares.[187] Esta metodología incluye no sólo el carbono contenido en material vegetal superficial sino también el contenido en el suelo y turba, lo que le confiere mayor rentabilidad en comparación con el MDL por unidad de área.

Probablemente, la iniciativa más exitosa que usa esta metodología es la experiencia de Danone Fund for Nature, una iniciativa de Danone, la Convención de Ramsar y la UICN que desde 2008 apoya proyectos piloto de restauración de manglares degradados mediante financiamiento de carbono basado en comunidades como medio para compensar sus emisiones.[188] En 2011, la iniciativa se hizo tan exitosa que desencadenó la creación de un fondo de inversiones privado, Livelihoods Carbon Fund, que incluyó otras nueve empresas internacionales. Este fondo ofrece a sus inversionistas retornos tangibles en forma de créditos de carbono avalados por el programa VCS. Por su parte, el fondo reinvierte en tres tipos de proyecto (restauración de manglares, agroforestería y energía rural) en la Reserva de la Biosfera Sundarbans en India y Bangladesh. Actualmente, el fondo tiene nueve proyectos activos, ha restaurado 20,000 hectáreas forestales y espera compensar 10 millones de tCO_2e en 20 años.[189] Además de alcanzar sus objetivos financieros, el proyecto provee beneficios ecológicos adicionales como hábitat para mariscos, además de beneficios económicos y sociales para las comunidades. El éxito de este proyecto pone de manifiesto la efectividad de la metodología AFOLU para financiar proyectos relacionados con el carbono azul. Dificultades no previstas por el proyecto, sin embargo, son aquellas esperadas en el largo plazo, como la elevación del nivel del mar causada por el cambio climático que ponga en riesgo las plántulas de mangle (Wylie *et al*., 2016).

Otros estándares verificadores pueden ser el American Carbon Registry (ACR), utilizado a escala mundial para verificar proyectos en materia de carbono a tramitarse en el mercado voluntario internacional; las directrices de la Alianza por el Clima, la Comunidad y la Biodiversidad (*Climate, Community and Biodiversity Alliance*, CCBA), que usa las metodologías VCS o MDL en sus medidas; el Gold Standard, que sólo se ocupa de proyectos de forestería aunque contempla extenderse también a proyectos de manejo mejorado de bosques (IFM, por sus siglas en inglés), y el estándar Plan Vivo, principalmente concentrado en el fortalecimiento de capacidades pero sin un proceso robusto de cuantificación del carbono.

Los países de América Latina y el Caribe han comenzado a crear mercados voluntarios; es el caso de la Bolsa Climática de Santiago de Chile y el Mercado de Carbono de Brasil. Estos mercados surgieron por el deseo de estimular la industria privada nacional y como fruto de la frustración causada por los retrasos en los proyectos viables en la cartera del MDL. Sin embargo, debido a la falta de regulación, los altos costos de las transacciones y la menor cantidad de incentivos para la participación del sector privado, estas bolsas locales han tenido un volumen de operaciones muy bajo.

Mercado voluntario en México

La LGCC establece que la Semarnat, con la participación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) y el Consejo de Cambio Climático (CCC), "podrá establecer un sistema voluntario de comercio de emisiones con el objetivo de promover reducciones de emisiones que puedan llevarse a cabo con el menor costo posible, de forma medible, reportable y verificable".[190] Los interesados en participar de manera voluntaria en el comercio de emisiones podrán llevar a cabo operaciones y transacciones que se vinculen con el comercio de emisiones de otros países o que puedan utilizarse en mercados de carbono internacionales en los términos previstos por las disposiciones jurídicas que

[187] Disponible en: <http://database.v-c-s.org/sites/v-c-s.org/files/SP AFOLU Requirements, v3.4.pdf>.
[188] Véase: <www.livelihoods.eu/>.
[189] *Idem.*
[190] Ley General de Cambio Climático, art. 94.

resulten aplicables.[191] El Reglamento de la Ley establecerá los requisitos por cumplir para el reconocimiento y registro de los programas e instrumentos citados.[192]

La Plataforma MéxiCO_2 es una iniciativa de mercado apoyada en forma conjunta por la Bolsa Mexicana de Valores, la asociación civil SIF ICAP, la Embajada Británica en México, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Semarnat, la Conafor y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) de México.[193,194] La iniciativa nació en 2013 como un mecanismo de intercambio de bonos de carbono, tanto regulados (CER) como voluntarios (VCS, Gold Standard o Plan Vivo), y se está posicionando como el mercado doméstico de carbono para México (Marketplace, 2016). MéxiCO_2 es una propuesta que se encuentra por tanto alineada con la LGCC y la ENCC como apoyo a las INDC.[195]

MéxiCO_2 ofrece a los inversionistas (empresas, agentes públicos, organizaciones civiles…) tanto proyectos que ya participan en los mercados de carbono internacionales como aquellos de carácter socioambiental que manifiestan un compromiso real y medible para neutralizar sus emisiones. Su objetivo es impulsar las inversiones responsables, para que los recursos destinados a la compra de bonos de carbono y a la inversión en campañas socioambientales contribuyan directamente en el desarrollo, implementación, mantenimiento y expansión de proyectos comprometidos con su entorno social y con el medio ambiente. Dado que desde 2015 el RENE obliga a las unidades productivas que generen 25,000 toneladas de CO_2 a hacer inventarios, auditarse anualmente y definir los mecanismos para reducir su generación de contaminantes, MéxiCO_2 se está posicionando como un facilitador para aquellos que quieran reducir voluntariamente sus emisiones.

Este programa incluye acciones de reforestación, captación de metano en rellenos sanitarios e instalaciones pecuarias, energía renovable y sustancias que destruyen la capa de ozono. Aunque se ha emitido un menor número de créditos o instrumentos de compensación (*offsets*) a través de este programa, en comparación con los del MDL, los mismos han permitido la creación de capacidad en México, junto con una oferta adicional de mecanismos de compensación. No obstante, de todos los proyectos de MéxiCO_2, sólo uno incluye forestería en la Sierra de Oaxaca, en Calakmul (Campeche) y en la Sierra Gorda (Querétaro), y programas de protección a la biodiversidad como el apoyo a la erradicación al pez león en el Caribe, o la conservación de cuencas, pero ninguno contempla compensaciones por carbono azul. Ésta, se cree, puede ser una gran oportunidad para la conservación comunitaria de los humedales costeros, centrando la atención no sólo en la mitigación de emisiones, sino también en la preservación del resto de los servicios ambientales que estos ecosistemas aportan a las comunidades.

Fuera del esquema de MéxiCO_2, uno de los ejemplos más exitosos de mercado voluntario de carbono, además de ser el programa con mayor tiempo y vigencia en el mercado voluntario de carbono a nivel mundial, es el proyecto Scolel'te, afincado en el estado de Chiapas, y coordinado por la cooperativa AMBIO en el sistema Plan Vivo.[196] En este esquema, los productores de las comunidades indígenas elaboran sus propios planes "Vivo" (planes individuales de ordenamiento territorial) eligiendo ellos mismos la superficie, el uso de suelo y las especies forestales a establecer para la implementación del sistema agroforestal o forestal a través del cual brindan el servicio ambiental por captación de carbono. El objetivo principal del proyecto Scolel'te es combatir el cambio climático y reducir la deforestación mediante la implementación de sistemas agroforestales y la recuperación y manejo

[191] *Ibid*., art. 95.
[192] *Ibid*., art. 37.
[193] Véase: <www.sif.com.mx/>.
[194] Véase: <www.mexico2.com.mx>.
[195] Véase el capítulo 1, apartado tres, del presente informe.
[196] Véase: <www.planvivo.org/project-network/scolelte-mexico/>.

de áreas forestales comunitarias indígenas generando impactos positivos en los ámbitos social, económico y ambiental, como la protección de suelos, la biodiversidad y las fuentes de agua.[197]

Las actividades se realizan desde 1997 en territorios y comunidades de las regiones norte y centro, así como en la selva y la Sierra Madre de Chiapas. En la actualidad no existen planes "Vivo" enfocados en manglar; sin embargo, la restauración (reforestación y regeneración natural), la conservación y el manejo forestal pueden ser una buena opción para los predios que incluyan manglar en la zona.

Por su parte, el sector privado ha emprendido considerables acciones ante el problema del cambio climático y son cada vez más las empresas convencidas de que éste es un problema real y que la solución dependerá en parte de que las empresas lleven la delantera. En la actualidad se está desarrollando con rapidez un mercado internacional asociado con el cambio climático, que posiblemente recompensará a los que hayan sido pioneros en la agenda del clima.198 El Grupo Hotelero Paradissus, en la Riviera Maya, se ha posicionado como la primera cadena hotelera en América Latina que logra establecer eventos neutros en emisiones de carbono gracias a este tipo de compensaciones.

Otro ejemplo de mercado doméstico voluntario en México sucede desde 2008 en el estado de Oaxaca, en un proyecto liderado por Pronatura México, A.C. y Servicios Ambientales de Oaxaca, A.C., junto con la Conafor.[199] En este esquema, empresas, entidades gubernamentales, promotores de eventos e individuos apoyan a comunidades indígenas con la adquisición de certificados de carbono. En el proyecto participan diez comunidades de cinco etnias que, gracias al manejo integrado de sus recursos naturales, han podido vender 76,821 toneladas de dióxido de carbono con ingresos directos a las comunidades por más de 6.7 millones de pesos. Se han generado 29,394 jornales (30 empleos temporales por comunidad) por un periodo medio de 3.3 meses por año. Los recursos provienen de la venta realizada a diversas empresas mexicanas y a personas físicas y morales. Estas acciones han restaurado 2,526 hectáreas de bosque y se tienen planes de expandir la cobertura del trabajo a 34,500 hectáreas e integrar a 30 comunidades más (Charchalac Santay, 2012).

Este proyecto trabaja exclusivamente con tierras forestales; sin embargo, Pronatura Sur, A.C., en un proyecto conjunto con Bonafont-Danone México, apoyado por la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (*Agency for International Development*, US AID), está implementando desde el año 2012 una iniciativa para restaurar los manglares de la costa del Pacífico sur de México a través de un corredor biológico con un enfoque en captación de carbono. El proyecto ha comenzado con tres sitios piloto en Oaxaca y Chiapas, en donde ya se han hecho estudios científicos y de factibilidad que demostraron no sólo altos valores de secuestro sino un alto valor económico (Pronatura, 2012). Esta experiencia, pese a seguir en desarrollo, puede ser muy prometedora y rentable tanto para las comunidades involucradas como para las empresas interesadas en invertir en la restauración de manglar como medida de compensación de sus propias emisiones, además de constituir un modelo de acción de alcance nacional que muestra el valioso papel del sector privado en la integración del carbono azul en la economía mexicana.

Mecanismos no basados en el mercado

Los mecanismos no basados en el mercado surgen de la posibilidad de que los gobiernos nacionales formulen políticas públicas y marcos institucionales para incentivar la conservación de los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul e internalizar los costos ecosistémicos sobre los

[197] Véase: <www.ambio.org.mx>.

[198] Véase: <www3.cec.org/islandora/es/item/1729-mexico-and-emerging-carbon-markets-investment-opportunities-small-and-medium-size-es.pdf>.

[199] Véase: <www.climateactionreserve.org/wp-content/uploads/2010/03/Experiencia_SAO_Presentation_080510.pdf>.

humedales costeros sin por ello establecer transacciones de mercado. Las acciones pueden tener origen en mecanismos internacionales como la CMNUCC o en estrategias nacionales como la ENAREDD+, y pueden adoptar un carácter voluntario o reglamentario.[200]

La CMNUCC establece la estructura general de las medidas de reducción de gases de efecto invernadero acordados internacionalmente, y proporciona detalles técnicos y los fondos dedicados a apoyar una variedad de actividades de mitigación del cambio climático, incluidas las relacionadas con el carbono de humedales.

La Convención Marco proporciona orientación a los países que elaboren programas nacionales o subnacionales de mitigación y adaptación en el contexto de la gestión del uso del suelo, incluidos la silvicultura, turberas y humedales costeros. Para la mitigación del impacto del cambio climático, los mecanismos específicos han sido presentados como las Acciones Nacionales Apropiadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés) y las REDD+ con instrumentos económicos correspondientes. Los manglares pueden abordarse en el marco de las REDD +, siempre y cuando entren en la respectiva definición nacional de bosques. Los tres ecosistemas costeros que captan y almacenan carbono se pueden incorporar en las NAMA. En paralelo, también existen mecanismos de adaptación como los Programas Nacionales de Adaptación (NAPA, por sus siglas en inglés) y los Planes Nacionales de Adaptación (NAP, por sus siglas en inglés) con sus correspondientes vías de financiación.

Acciones Nacionales Apropiadas de Mitigación

Un punto de quiebre importante en las negociaciones en materia de cambio climático se produjo en la COP13 de Bali 2007 donde las partes aprobaron el Plan de Acción de Bali (PAB) reconociéndose así la cada vez mayor urgencia de abordar el cambio climático y aumentar la capacidad de los países en desarrollo para desempeñar esta tarea. Un componente importante del PAB fue la invitación a los países en desarrollo a que implementaran sus propias medidas de mitigación: las NAMA. Antes del PAB, todas las acciones de mitigación eran voluntarias y venían motivadas por el apoyo financiero de la Convención. Es decir, antes del PAB no había obligación de los países fuera del Anexo I de mitigar sus gases de efecto invernadero (PNUMA, 2013).

Una NAMA es una opción potencial, no basada en el mercado, que se refiere a cualquier acción que reduzca las emisiones en los países en desarrollo. Por lo general, se ampara en una iniciativa del gobierno nacional en el contexto del desarrollo sustentable. Creadas para enfatizar la asistencia financiera de países desarrollados a países en desarrollo, las NAMA tienen un carácter flexible al permitir a los países en desarrollo promover las actividades en función de sus prioridades y capacidades. A través de una NAMA, un país en desarrollo puede recibir ayuda financiera, de fortalecimiento de capacidades o tecnológica para llevar a cabo las acciones de mitigación según sus acuerdos internacionales. En el Acuerdo de Cancún se consideraron NAMA aquellas medidas de mitigación adoptadas por los países en desarrollo de acuerdo con sus INDC. Las NAMA son, por tanto, una posibilidad para que los gobiernos nacionales de países en desarrollo (el gobierno mexicano no es excepción) implementen políticas para subsidiar la conservación de los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul en esquemas fuera del mercado. Los programas nacionales en materia de humedales de carbono podrán optar por ayudar si no sólo reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, sino además contribuyen al desarrollo económico-social o a la erradicación de la pobreza.

El financiamiento de las NAMA puede proceder de distintas fuentes. Por parte de la Convención Marco, existen opciones a través del Fideicomiso del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF-TF, por sus siglas en inglés) —específicamente en el área focal de cambio climático, pero también potencialmente relacionadas con otras áreas— y del Fondo Verde Climático (GCF, por sus siglas

[200] Véase el capítulo 2, apartado tres, del presente informe.

en inglés). Ambos mecanismos, GEF-TF y GCF, están gestionados con su propio comité y aportan oportunidades interesantes para la mitigación del cambio climático a través de la conservación de humedales. Además, existen fondos específicamente establecidos para las NAMA (*NAMA Facility Funds*) apoyados por los gobiernos del Reino Unido y Alemania para la instrumentación de acciones de mitigación, al igual que fondos nacionales y otros procedentes de organismos multilaterales como el Banco Mundial o el Banco Interamericano de Desarrollo (Herr *et al*., 2015).

Dada la naturaleza flexible de las NAMA, las actividades financiadas bajo este esquema pueden variar en su enfoque. En el caso de los humedales costeros y los pastos marinos, las labores de rehabilitación para la reducción de emisiones pueden relacionarse con la restauración del flujo hidrológico y las condiciones físico-químicas del agua, labores de paisajismo y restauración edafológica, revegetación, mejoras de la calidad del agua y distintas combinaciones de los anteriores.

Entre octubre de 2015 y abril de 2016 se registraron diez nuevas NAMA en la base de datos oficial, con lo que aumentó el número total de NAMA a 178.[201] La distribución de estos proyectos alrededor de Asia (27 por ciento), África (32 por ciento) y América Latina (34 por ciento) es cada vez más uniforme y siempre con el sector energético a la cabeza (42 por ciento de las NAMA), mientras que sólo 4 por ciento se basa en forestería. La primera NAMA para carbono azul registrada fue la que presentó en 2015 la República Dominicana para la conservación y restauración de los manglares del país a través del Consejo Nacional para Cambio Climático y en asociación con la organización no gubernamental Counterpart International.[202]

La implementación sigue siendo limitada si en abril de 2016 se tenían sólo 16 NAMA con financiamiento asegurado.[203] No obstante, cabe destacar que de 60 países con procesos activos de NAMA en distintos estados de desempeño 40 ya han incluido referencias explícitas a NAMA dentro de sus NDC. Esto otorga a las NAMA un sentido de urgencia y compromiso político del que carecían los procesos de desarrollo de las NAMA previos a la COP19.

En el Acuerdo de Copenhague, México se comprometió a reducir sus emisiones en 30 por ciento por debajo de la línea de las condiciones habituales (escenario de referencia, BAU por sus siglas en inglés), condicionado a la ayuda financiera y tecnológica adecuada de los países desarrollados como lo reitera parte de un acuerdo global en sus INDC, y además se compromete a reducir en 100 por ciento su deforestación para 2030.[204] Uno de los mecanismos que se discuten para proporcionar este tipo de apoyo son las NAMA.

Hasta el momento, en el ámbito nacional se tienen registradas 27 NAMA: seis se encuentran en etapa de idea, 13 en diseño, seis en etapa piloto y dos en instrumentación. Los actores que participan en NAMA registradas pertenecen lo mismo al sector público que al privado, y hay cuatro NAMA que se trabajan en conjunto. Dichas NAMA también abarcan sectores diferentes, y la de mayor peso corresponde a uso de energía (18 de 27). No obstante, ninguna de ellas se enfoca en forestería y menos en conservación y restauración de ecosistemas marino-costeros. [205]

En el caso de México, las NAMA han obtenido apoyo del Fondo de Transición Energética de la Secretaría de Energía (Sener), enfocado en tecnologías limpias y aprovechamiento de energías renovables; de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) en una NAMA sobre Energía y Agua en la Agroindustria; de la NAMA Facility para la NAMA sobre vivienda sustentable; de la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ, por sus siglas en alemán) que en México

[201] Véase: <www.nama-database.org/index.php/Main_Page>.
[202] Véase: <www.nama-database.org/index.php/Blue_Carbon_NAMA_Conserve_and_Restore_Mangroves_in_the_Dominican_Republic>.
[203] Véase: <http://namanews.org/news/2016/07/15/the-role-of-namas-after-the-paris-agreement/>.
[204] Véase el capítulo 1, apartado tres, del presente informe.
[205] Véase: <www.nama-database.org/index.php/Mexico>.

se centra en cambio climático, energía sustentable, gestión urbana y biodiversidad y apoya el desarrollo de cuatro NAMA en el sector vivienda, pyme y transporte de carga para pequeños transportistas a través del programa ProNAMA, y con el apoyo del gobierno de Canadá se prepara actualmente una NAMA enfocada en la reducción de emisiones en distintos procesos de la industria petrolera, que incluye proyectos en campo para ser replicados dentro de Pemex.[206]

Emisiones Reducidas por la Deforestación y la Degradación (REDD+)

En 2005, durante la COP11 de Montreal y más tarde en la COP13 de Bali, se reafirmó la adición de un sistema de créditos de carbono para la reducción de la deforestación, aunque no se pondría en marcha sino hasta 2012. El REDD original (Emisiones Reducidas por la Deforestación y la Degradación) pasó a llamarse REDD+, de modo que refleja la intención de relacionar las acciones de biodiversidad con la mitigación de la pobreza. El objetivo de este esquema es proveer pagos internacionales y asistencia para reducir la deforestación, y es uno de los mecanismos usados por los países en desarrollo para alcanzar sus compromisos de reducción de emisiones de GEI. Hoy en día los esquemas REDD+ no sólo atraen potencial financiamiento adicional, sino que ofrecen una plataforma para crear soluciones integrales y exhaustivas basadas en la política pública para la deforestación de los humedales costeros (particularmente, manglares).

La inclusión de los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul en esquemas REDD+ lleva años impulsada por organizaciones como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la UICN, la Convención de Ramsar, Wetlands International y empresas privadas como Danone (King, 2012). Pese a que existen importantes barreras que impiden que esta integración sea completa, hay estudios de caso reportados que confirman no sólo que sí es posible, sino que dadas las altísimas tasas de secuestro de carbono de los humedales costeros, los múltiples servicios ambientales que proveen y las inmediatas amenazas que penden sobre ellos, es muy rentable para las comunidades ribereñas y atractivo para los tomadores de decisiones. Un estudio piloto de restauración y conservación de manglares, Mikoko Pamoja en la bahía de Gazi, Kenia, certificado por Plan Vivo, pone de manifiesto la factibilidad de esta integración en un proyecto con un enfoque decididamente comunitario.[207] Otro ejemplo de conservación y restauración de manglares a través del financiamiento sustentable de comunidades costeras financiado por REDD+ es el de la Agencia de Cooperación Internacional Sueca (SIDA, por sus siglas en inglés) en Pakistán, Tailandia y Vietnam.[208] En las naciones del centro oriental de África también se llevó a cabo un estudio de la potencialidad del carbono secuestrado en sus manglares en el marco de una estrategia REDD+ (Ajonina *et al*., 2014).

Las estrategias REDD+ pueden incentivar y apoyar la conservación de los ecosistemas marino-costeros y el manejo sustentable forestal, además de impulsar los suministros que permitan la captación y el almacenamiento de carbono azul. Sin embargo, aún son muchos los retos operativos y de financiamiento a enfrentar por proyectos REDD+ en manglares. Para empezar, los países han de establecer una definición nacional de bosques que incluya manglares (el tema de pastos marinos y marismas es más complicado); sin esta definición, será imposible incluir actividades enfocadas en manglares dentro de estrategias REDD+. Hasta 2015 sólo la certificadora mexicana Plan Vivo era capaz de apoyar proyectos de conservación y restauración de humedales costeros, y pese al enorme potencial de secuestro que tienen estos ecosistemas, y a contar ahora además con una metodología VCS específica, aún es difícil contabilizar el carbono almacenado en el suelo, con lo que se limitan los incentivos financieros que proyectos de REDD+ pueden alcanzar y, por tanto, se reduce su impacto. Siguiendo esta línea, de nuevo los vacíos metodológicos y científicos, y la imposibilidad

[206] Disponible en: <www.mledprogram.org/financiamientonamas/>.
[207] Véase: <www.planvivo.org/project-network/mikoko-pamoja-kenya/>.
[208] Véase: <http://icem.com.au/portfolio-items/income-for-coastal-communities-for-mangrove-protection/>.

consiguiente para definir una base comparativa y crear sistemas de MRV de información certera, son una importante barrera para que la REDD+ apoye proyectos relacionados con el carbono azul. Por último, y debido a las peculiaridades de las zonas marino-costeras, los proyectos de REDD+ que integran el carbono azul han de tener un enfoque comunitario bien delineado, puesto que en la mayoría de las ocasiones la salud de los ecosistemas se relaciona directamente con estándares de pobreza.

Todos estos obstáculos, sin embargo, pueden superarse gracias a la incorporación de proyectos de esta índole en estrategias nacionales que aseguren beneficios sociales para las comunidades locales, así como en el diseño de inversiones precavidas que maximicen la contribución de estos ecosistemas a las reservas de carbono mundial (King, 2012). Esto puede incluir la adopción de decisiones REDD+ y actividades de preparación, como la cuantificación del almacenamiento de carbono en los manglares, datos de emisión y secuestro, identificación de las causas de deforestación y degradación de los manglares, etc. También existe la necesidad de concebir un sistema de monitoreo y registro de las emisiones por ecosistemas de manglar, iniciativa de alcance nacional propuesta en el marco del Acuerdo de París (Climate Focus, 2011).

Asimismo, el Acuerdo de París podría crear una mayor demanda para reducción de emisiones a través de REDD+, ya sea a través de canales no comerciales (por ejemplo, compromisos financieros en el marco del Fondo Verde para el Clima que no necesariamente implican la transferencia de una unidad de reducción de las emisiones de una parte a otra) o bien a través de los ITMO.

Estrategia Nacional REDD+ (ENAREDD+)

La política REDD+ en México "busca contribuir a la mitigación de los GEI y tiene como objetivos: i) contribuir a reorientar políticas y reducir incentivos que promueven la deforestación y degradación, ii) aumentar los estímulos para la conservación, manejo, restauración y uso sustentable de los recursos, iii) promover incentivos al manejo forestal sustentable y iv) incentivar la participación comprometida de los múltiples actores sociales y de las instituciones públicas que intervienen en el desarrollo del territorio" (ENAREDD+, 2014).

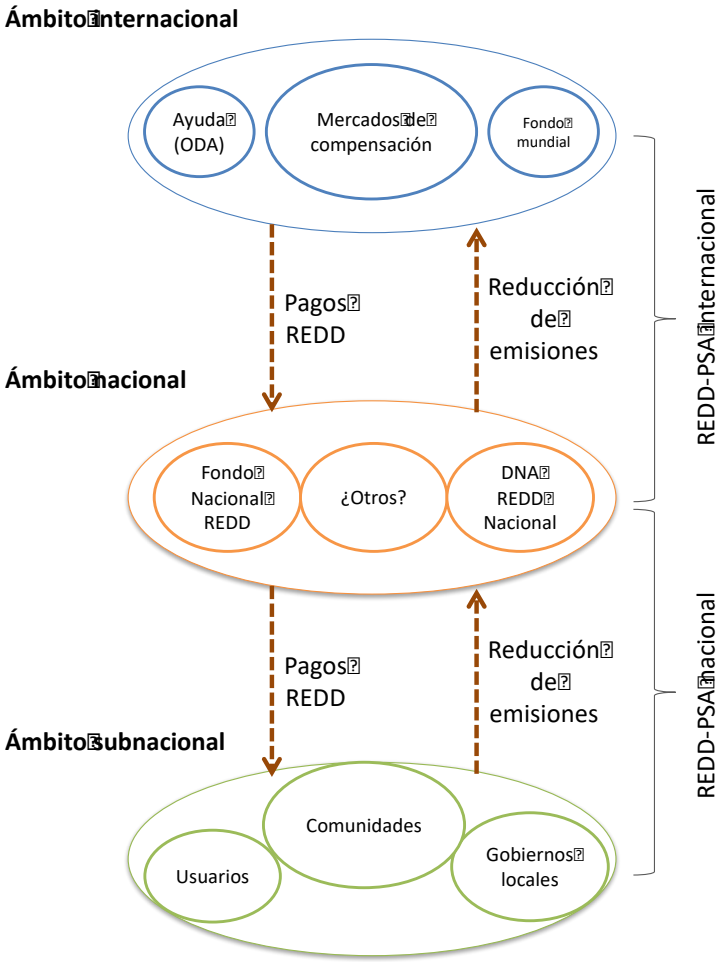
Desde 2010, en el marco de la ENAREDD+, México comenzó su construcción de manera progresiva y participativa. Pese a que por definición la REDD+ se refiere básicamente a esquemas de pagos por servicios ambientales (PSA) y a estrategias dirigidas a preparar a los países para implementar estos esquemas, actualmente México se encuentra en periodo de transición —entre la fase de preparación y la de implementación— y es por ese motivo que hoy en día ENAREDD+ es una plataforma de política pública, no de mercado.

La fase de preparación (de 2008 a la fecha) generó las primeras versiones de los siguientes elementos: i) la ENAREDD+; ii) el Nivel Nacional de Referencia de Emisiones Forestales (NNREF); iii) el diseño del Sistema Nacional de Salvaguardas, y iv) el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal. Esta fase de preparación también permitió preparar el pilotaje de diferentes acciones en AAT. Durante 2016, México someterá la Iniciativa de Reducción de Emisiones (IRE) al Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF, por sus siglas en inglés) del Banco Mundial y UN-REDD.

En México, a diferencia de países como Guatemala o Brasil, donde la fase de preparación se ha planeado a escala subnacional o de proyecto, los componentes de REDD+ se han delineado con base en un enfoque anidado que parte de estrategias o metodologías federales, las cuales, a su vez, guardan coherencia con los propuestos en los ámbitos estatal y regional (véase la ilustración 4). La principal ventaja del enfoque mexicano es que la federación podrá implementar reformas políticas amplias, garantizar la uniformidad de las actividades de MRV y controlar las fugas en el interior del país. Sin embargo, a seis años de comenzar oficialmente las labores de preparación de la estrategia, el concepto REDD+ no ha logrado permear ni se refleja en la política de las principales autoridades agropecuarias

y del sector rural mexicano, encontrando muy difícil la anidación desde las negociaciones en el marco de la CMNUCC hasta la comunidad forestal pasando por todas las instancias (Fuentes y Ramírez, 2016). Además, importantes retos siguen sin respuesta, como el de lograr que las metodologías puedan adaptarse a las características ambientales, sociales y políticas de los estados, y el de asegurar la protección de las comunidades que dependen de los recursos naturales.

Ilustración 4. Modelo conceptual de un esquema REDD-PSA multinivel



Fuente: Angelsen, 2008.

Es posible acceder a financiamiento de estrategias REDD+ a través de distintas fuentes nacionales e internacionales. La Convención Marco tiene fondos de GEF-TF disponibles en el área focal de cambio climático (puede que ligado, además, con otras áreas) y el Fondo Verde Climático (GCF, por sus siglas en inglés). En cuanto a fondos específicos para REDD se puede incluir el FCPF, y para las acciones tempranas de REDD+ existen fondos bilaterales de países como Noruega y Alemania. Por último, existen diversas fuentes de recursos privados alojados en proyectos que forman parte de estrategias nacionales REDD+ y otras actividades relacionadas con el carbono en humedales, como la Bill Gates Foundation o Danone Livelihoods Fund (Herr *et al*., 2015). Sin embargo, aplicar estos recursos internacionales en el esquema público mexicano afronta el importante riesgo de que se vean

diluidos en el enorme territorio y la diversidad de objetivos del gran número de programas públicos que existen en México, con lo cual el impacto y el carácter adicional de los resultados de REDD+ serían mínimos.

La Estrategia Nacional REDD+ determina que el financiamiento buscará reestructurar los diversos programas que repercuten en el mismo territorio, de manera que los propietarios (y legales poseedores) de la tierra reciban compensaciones e incentivos por conservar y lograr un manejo forestal sustentable. Así pues, también existe la posibilidad de que los recursos internacionales que se generen mediante el pago por resultados REDD+ sean recibidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y que, mediante acuerdos de coordinación con la institución responsable del tema —en este caso, la Conafor como autoridad nacional designada—, se transfieran los recursos económicos para su ejercicio de forma exclusiva (véase la ilustración 4). Además, ya se están poniendo en marcha programas públicos especiales, como el Programa Especial para la Conservación, Restauración y el Manejo Sustentable de la Selva Lacandona (PESL), el Programa Especial de Cuencas Costeras de Jalisco (PECCJ) y el Programa Especial para la Conservación, Restauración y el Manejo Sustentable de los Recursos Forestales en la Península de Yucatán (PEPY) (Fuentes y Ramírez, 2016).[209] En los dos últimos ejemplos, en teoría se podrían incluir actividades relacionadas con la conservación y restauración de humedales costeros (manglares) dado su enfoque geográfico. Estos programas contemplan una diversidad de actividades que brindan un gran potencial para cumplir con los objetivos establecidos, además de ser objeto de financiamiento con recursos del presupuesto federal y del Banco Mundial, provenientes de un Préstamo de Inversión Específica (SIL, por sus siglas en inglés) y del Programa de Inversión Forestal (FIP, por sus siglas en inglés) (Deschamps *et al*., 2015).

Por otro lado, existe también la posibilidad de que los recursos económicos se transfieran a un fondo nacional específico, el cual a su vez puede transferir los recursos a fondos estatales o regionales (véase la ilustración 4), además de usar la banca local de desarrollo para el financiamiento de los FIP. En 2010, México fue elegido por el Banco Mundial como agente de implementación del FIP, con un total de 60 millones de dólares estadounidenses en donaciones o créditos con intereses cercanos a cero. El FIP en México se rige por un plan de inversión que incluye el proyecto Bosques y Cambio Climático. Este programa aporta financiamiento considerable para la elaboración y aplicación de los Programas de Acción Temprana REDD+. En 2015, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN) y la SOFOM Findeca, S.A. de C.V., en colaboración con la Conafor, pusieron en marcha el proyecto 4 del Programa de Inversión Forestal (FIP4) con recursos del Fondo Multilateral de Inversiones del BID. Con el FIP4 se busca incrementar la productividad de Empresas Forestales Comunitarias (EFC), el aprovechamiento sustentable y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por deforestación y degradación forestal en Campeche, Jalisco, Oaxaca, Quintana Roo y Yucatán. Entre las actividades que cumplen con las condiciones para recibir financiamiento por Findeca se incluye, además del aprovechamiento forestal y otros productos, la acuacultura como una posibilidad para la obtención de alimentos y apoyo a la economía local mediante la inducción a un manejo y uso adecuado de los recursos naturales, tanto pesqueros como forestales, en este caso de manglar.[210] Esto puede ser un ejemplo de cómo articular actividades de protección para los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul por medio de instrumentos económicos anclados en la ENAREDD+.

La LGEEPA, la LGDFS y la LGCC prevén, además, la elaboración de instrumentos económicos fiscales; de hecho, la LGCC considera prioritarias las actividades relacionadas con la mitigación de emisiones para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales.[211, 212] A pesar de esto, la vía fiscal

[209] Véase el capítulo 2, apartado tres, del presente informe.

[210] Véase: <www.findeca.com.mx/index.html>.

[211] Véase el apartado tres de este capítulo.

es la menos explorada hasta ahora para aplicar el principio de "el que conserva se beneficia". Es decir, hasta ahora en México no existe ningún tipo de incentivo, deducibilidad o tratamiento fiscal diferenciado en favor de personas físicas o morales que mediante un manejo forestal sustentable generan servicios ambientales (como la captación y retención de carbono). Por el contrario, el sistema fiscal termina por ser una importante carga para las comunidades que realizan un manejo forestal sustentable (Fuentes y Ramírez, 2016). No obstante, la vía fiscal pudiera ser una de las más eficaces en la incentivación de la conservación de los humedales costeros, sobre todo frente a la urbanización de las costas.

En cuanto a la integración del carbono azul en la ENAREDD+, los retos no son pocos. Por una parte, ni en las AAT ni en la IRE se contemplan por el momento ecosistemas marino-costeros y no se espera que esto cambie antes del año 2020, momento en que se espera concluyan los estudios piloto y comience la fase de implementación. Por otro lado, prevalecen demasiadas incertidumbres y vacíos de información en el ámbito científico para poder establecer una base comparativa certera y un monitoreo adecuado; por ejemplo, ¿cuánto carbono hay almacenado en los manglares de México? o bien, ¿qué factores influyen en la captación y almacenamiento de carbono en los ecosistemas marino-costeros? (Herrera Silveira y Teutli Hernández, 2016). Por último, la legislación mexicana no es explícita en si los humedales costeros son o no considerados "bosques" pese a que sí están descritos dentro de la LGDFS. No obstante, según la LGDFS, la definición de vegetación forestal es "el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales",[213] siendo los manglares considerados no explícitamente dentro del rubro "otros ecosistemas" y excluidos pastos marinos y marismas.[214] Así, potencialmente, el ecosistema de manglar sí cabría dentro de las estrategias de REDD+.

Instrumentos económicos

Según la LGEEPA, los instrumentos económicos son mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generan sus actividades económicas, incentivándolas a realizar acciones en favor del medio ambiente.[215]

Así, serán instrumentos económicos fiscales los estímulos tributarios que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental. La LGEEPA establece que son prioritarias, para efectos del otorgamiento de los estímulos fiscales que se establezcan conforme a la Ley de Ingresos de la Federación, las actividades relacionadas entre otras con el establecimiento, el manejo y la vigilancia de áreas naturales protegidas, aquellas actividades relacionadas con la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección del medio ambiente.

Los instrumentos económicos financieros "se compondrán de créditos, fianzas, seguros de responsabilidad civil, fondos y fideicomisos, cuando sus objetivos estén dirigidos a la preservación, protección, restauración o aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el medio ambiente, así como al financiamiento de programas, proyectos, estudios, investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación para la preservación del equilibrio ecológico y protección al medio ambiente".[216]

---

[212] LGEEPA, artículo 93.
[213] Véanse: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=697013&fecha=10/04/2003> y <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=757042&fecha=10/12/2001>.
[214] LGEEPA, artículo 7.
[215] *Ibid.*, artículo 22.
[216] Véase: <www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/pdf/seminario/instrumentos_economicos_regulacion_ambiental.pdf>.

Por último, "los instrumentos económicos de mercado serán las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos que corresponden a volúmenes preestablecidos de emisiones de contaminantes al aire, el agua o el suelo, o bien, que establecen los límites de aprovechamiento de recursos naturales, o de construcción en áreas naturales protegidas o en zonas cuya preservación y protección se considere relevante desde el punto de vista ambiental".[217] "Las prerrogativas derivadas de los instrumentos económicos de mercado serán transferibles, no gravables y quedarán sujetos al interés público y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales".[218] Sin duda, estos instrumentos económicos son una gran oportunidad para generar incentivos en aras de conservar los importantes ecosistemas que captan y almacenan carbono azul, y disminuir la pérdida y deterioro que presentan en la actualidad.

"La Federación, los Estados y el Distrito Federal [hoy día Ciudad de México], en el ámbito de sus respectivas competencias, diseñarán, desarrollarán y aplicarán instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental" (LGEEPA).[219]

El papel de los instrumentos económicos dentro del paquete de herramientas que la política ambiental mexicana emplea para corregir sus fallas estructurales consiste en que los agentes económicos incorporen en la toma de decisiones todos los costos y beneficios que sus acciones originan. Por una parte, se encargan de que los incentivos de los agentes (costos y beneficios) no estén sesgados en perjuicio del medio ambiente y los recursos naturales; por otra, son fuente potencial de financiamiento para cubrir una porción de los costos de los otros instrumentos (por ejemplo, los de las inversiones públicas).[220]

En la actualidad, sin embargo, la mayoría de los instrumentos económicos se elaboran con fines recaudatorios para financiar medidas o programas ambientales, más que para cambiar la conducta de los agentes económicos. Esto se debe en gran medida al desconocimiento general del uso y potencial de estos instrumentos por parte de los tomadores de decisiones y grupos demandantes, así como por la inefectividad del marco regulatorio para incorporar los sistemas de incentivos. Estamos convencidos de la necesidad de una correcta, eficaz y creativa aplicación de estos instrumentos para articular los mecanismos financieros descritos anteriormente. No obstante, el análisis de estos instrumentos y la propuesta de nuevos y más creativos instrumentos sobrepasan el alcance de este documento y, por tanto, una mayor investigación es necesaria a este respecto.

Pago por servicios ambientales

Los bienes y servicios que los seres humanos obtenemos a partir de la estructura y funciones de los ecosistemas se conocen como servicios ambientales. El pago por servicios ambientales (PSA) puede definirse como un instrumento económico de mercado que busca la internalización de las externalidades ambientales por medio de las señales adecuadas de precios y sistemas de incentivos (Mayrand y Paquin, 2004). Con esto se busca obtener un instrumento que coadyuve a la conservación de los ecosistemas con el establecimiento de un incentivo económico para los dueños o poseedores de los predios, mediante la internalización de los costos ambientales en el sistema económico de producción o uso, es decir, que aquellos favorecidos por los servicios ambientales de los ecosistemas (usuarios o comprador) aporten recursos a los propietarios (proveedores o vendedor) para mantenerlos. Siguiendo esta lógica, el monto de pago debe compensar, al menos, los costos de oportunidad en que incurren los proveedores de los servicios al adoptar los usos del suelo y prácticas de manejo que propician la conservación de los servicios de interés de los usuarios.

[217] Véase: <http://compilacion.ordenjuridico.gob.mx/obtenerpdf.php?path=/Documentos/ES>.

[218] Véase: <www.wipo.int/wipolex/en/text.jsp?file_id=199942>.

[219] LGEEPA, artículo 21.

[220] Véase: <www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/16/4.html>.

En muchas partes del mundo se han registrado experiencias de PSA y en América Latina han adquirido una importancia relevante como instrumento para la conservación de los ecosistemas y el mejoramiento de las condiciones de vida de los dueños o poseedores de los bosques (Carpenter *et al*., 2006). Entre los principales desafíos actuales para la adopción de esquemas de PSA, sin embargo, destacan la identificación y la cuantificación de los diferentes servicios prestados por los ecosistemas; la creación de mecanismos de financiamiento sostenible; el diseño e instrumentación de medios de pagos que garanticen incentivos adecuados; la formulación y adaptación de marcos institucionales apropiados, y, finalmente, la distribución equitativa de los costos y beneficios entre los actores (Pagiola *et al*., 2002).

PSA en México

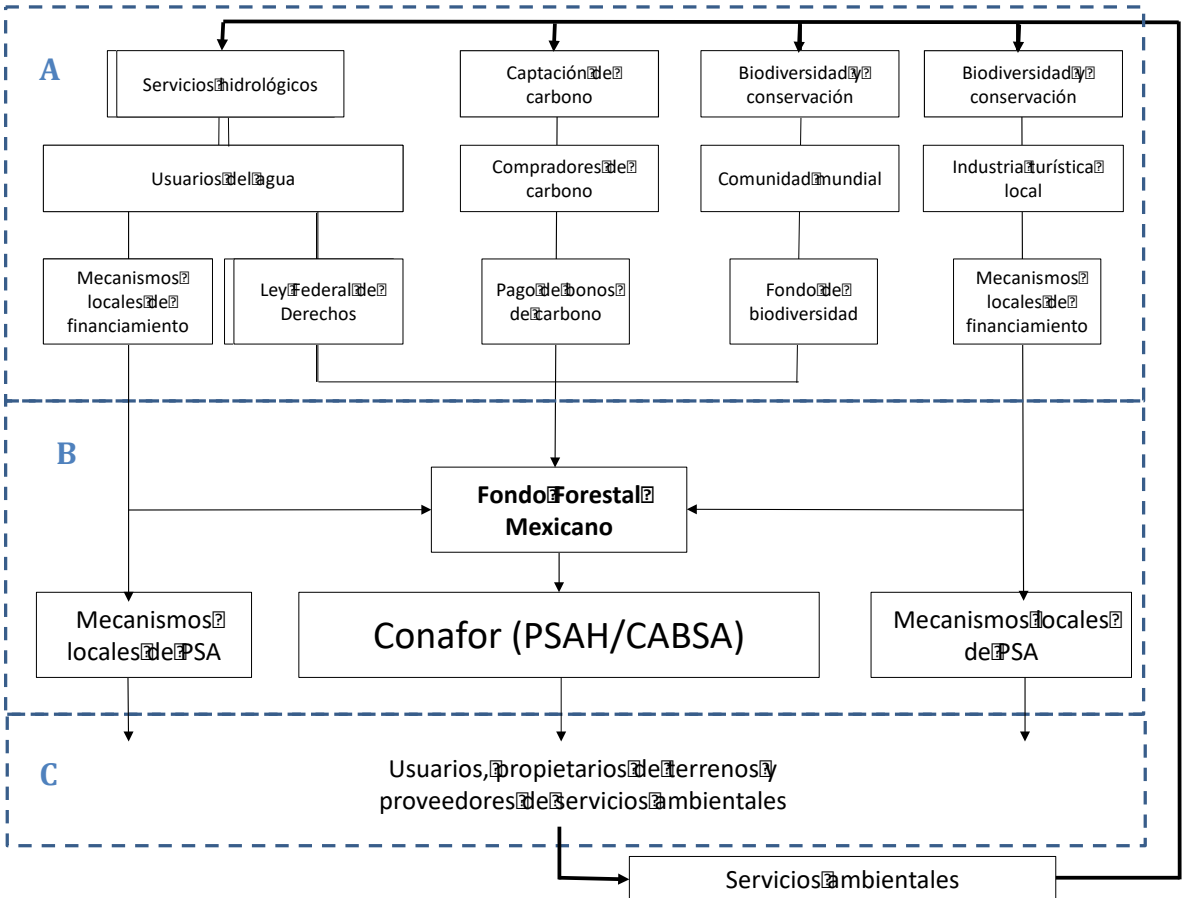
En México, en términos de la LGDFS, los servicios ambientales se definen como "los satisfactores que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales".[221] El pago por servicios ambientales, por lo tanto, forma parte de la política nacional en materia forestal como instrumento económico para compensar, apoyar o estimular a los propietarios y poseedores de los recursos forestales que, como resultado de un manejo forestal sustentable, conserven o mejoren los servicios ambientales. Sin embargo, en la práctica, más que como instrumento económico, en México los PSA se utilizan actualmente como subsidios, que a largo plazo se pueden convertir en incentivos perversos, con el consiguiente obstáculo para el desarrollo de las comunidades y el favorecimiento de una explotación descontrolada de los recursos forestales.

El gobierno federal, a través de la Conafor y basándose tanto en la experiencia de un programa preliminar sobre servicios hidrológicos en la municipalidad de Coatepec como en el programa de PSA de Costa Rica, lanzó en 2003 un programa nacional de PSA para servicios hidrológicos (PSAH), sustentado en un mandato federal y como reforma a la Ley Federal de Derechos (LFD). Conforme a este programa, una porción de lo recolectado por el uso, la explotación y el manejo de las aguas nacionales (cuotas del agua) se distribuiría entre la preparación y la operación de las actividades descritas por el programa para la conservación de los servicios hidrológicos de áreas prioritarias de México a través del Fondo Forestal Mexicano (FFM) (véase la ilustración 5). De carácter privado, el FFM incentivaría el uso sustentable, la conservación y la restauración de los recursos forestales, eliminando los obstáculos y facilitando el acceso a los servicios financieros en el mercado, mediante el impulso a proyectos innovadores en toda la cadena productiva hasta el consumidor final y la creación de mecanismos de cobro y pago por servicios ambientales. En 2004 se creó el Programa para el Desarrollo de los Mercados de Servicios Ambientales de Captación de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de los Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA). Desde 2006, ambos programas se unieron en un programa nacional de PSA recibiendo asistencia técnica y financiera del Banco Mundial y el GEF para incrementar su eficiencia con la implementación del Proyecto de Servicios Ambientales del Bosque (PSAB) y que en 2009 pasaría a llamarse Proyecto ProÁrbol.

El objetivo de estos proyectos es mejorar la provisión de servicios ambientales forestales que brindan beneficios nacionales (como los derivados del agua, principalmente) y de alcance mundial (como son la conservación de la biodiversidad y la captación de carbono) a través del fortalecimiento y la expansión de los programas implementados por la Conafor (PSAH y PSA-CABSA) y en apoyo del establecimiento de mecanismos locales de pago por servicios ambientales mediante incentivos (véase la ilustración 5).

[221] LGDFS, artículo 7.

Ilustración 5. Servicios ambientales: mecanismos de pago e incentivos



A): creación de mecanismos de financiamiento sustentables; B): creación y fortalecimiento de mecanismos de PSA, y C): apoyo a los proveedores de los servicios ambientales.

Fuente: Conafor (2007).

La Semarnat es "la autoridad encargada de elaborar y adoptar metodologías, tomando en consideración, en su caso, parámetros internacionales, para la valoración de los bienes y servicios ambientales, así como de establecer las bases e instrumentos para promover un mercado de bienes y servicios ambientales".[222] Dicha metodología es propuesta por la Conafor, que además debe participar en la definición de mecanismos de compensación por los bienes y servicios ambientales que prestan los ecosistemas forestales, así como apoyar la ejecución de programas de bienes y servicios ambientales que generen los recursos forestales. En el ámbito estatal, la Conafor también tiene la facultad de promover los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas forestales.

En la actualidad existen ya algunos ejemplos exitosos de mecanismos de PSA basados en ecosistemas marino-costeros, aunque aún ninguno basado en el servicio de secuestro de carbono provisto por éstos. El ejido San Crisanto, Yucatán, trabaja desde 2001 en un programa de desarrollo sustentable basado en el ecoturismo, la protección y restauración forestal y los PSA en su extensión de bosque de mangle. Se le han aprobado mecanismos de PSA en la modalidad de biodiversidad, servicio que el

[222] Véase: <http://cclme.org/viewcontents/?f=1-MX_Ley_General_Desarrollo_Forestal_Sustentable.txt>.

ejido comercializa por medio del ecoturismo y el turismo de naturaleza. Además, el ejido cuenta con un programa de mejores prácticas de manejo e instrumentos de planeación territorial, manejo de residuos sólidos, esquemas para mejorar las prácticas agropecuarias en relación con el uso del fuego, pastoreo, cambio de uso del suelo y personal capacitado para transmitir experiencias y conocimientos que generen beneficios sociales y servicios ecosistémicos de importancia local, regional y global. En cuanto a la protección y restauración forestal, el ejido San Crisanto ha puesto en marcha programas de protección civil que incluyen la prevención y combate de incendios forestales, así como la protección y prevención en caso de huracanes. Para ello cuenta con personal capacitado, integrado en brigadas especializadas, y equipo para control de incendios. A todo lo anterior hay que sumar las actividades de restauración ambiental del ecosistema emprendidas desde 1988 (huracán *Gilberto*) y los apoyos recibidos de la Conafor durante varios años para la restauración de manglares y duna costera.

En 2010, The Nature Conservancy y Amigos de Sian Ka'an, A.C. emprendieron la iniciativa de crear un mecanismo financiero para la conservación de los bosques tropicales del norte de Quintana Roo, considerados fundamentales para la provisión de varios servicios ambientales: recarga de mantos freáticos y agua para el desarrollo turístico y doméstico; conservación de la biodiversidad; captación de carbono, y oportunidades de mitigación del cambio climático y adaptación ante sus efectos. Posteriormente —en el marco de la COP16—, la Conafor, The Nature Conservancy y Amigos de Sian Ka'an anunciaron la propuesta de crear un fondo para el pago por servicios ambientales a los propietarios de terrenos selváticos de Quintana Roo (inicialmente, con aportaciones de la empresa concesionaria de agua potable de Cancún y algunos grupos hoteleros). En el futuro próximo se pretende, además, reforzar este mecanismo con otros servicios, como el secuestro de carbono, y ampliar el enfoque para incluir ambientes marino-costeros, donde definitivamente se integrarán los ecosistemas que captan y almacenan carbono azul.

El Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. (FMCN), en el marco del proyecto Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto de Cambio Climático, y en colaboración con la Semarnat, la Conanp, la Conafor y el INECC, tiene como propósito promover el manejo integral de las cuencas costeras seleccionadas para conservar su biodiversidad, contribuir a la mitigación del cambio climático y fortalecer el uso sustentable de sus recursos naturales, permitiendo la recuperación de la funcionalidad de las cuencas y la provisión de servicios ecosistémicos. En la etapa de diseño del programa, la Conafor realizó un ejercicio comparativo de la información sobre uso del suelo y los cambios en la vegetación (incluido el manglar) entre 1993 y 2007, con los insumos de los inventarios, series II y IV, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), con miras a calcular la meta de emisiones evitadas y secuestradas. Estas comparaciones se realizaron para cada cuenca y ANP incluidas en el proyecto. Para las ANP, la estimación se basó en la deforestación evitada en las áreas nuevas y una menor degradación en las ya existentes. Las estimaciones de carbono se basaron en sus existencias por tipo de vegetación en cada cuenca. Estas estimaciones preliminares indican que a lo largo de cinco años se evitará generar 4,015,000 tCO_2e. Éste es un ejemplo en que el servicio de captación y almacenamiento de carbono entra en un esquema de conservación de la biodiversidad, para lo cual se emplean nuevos esquemas de PSA, entre otros instrumentos económicos.

Además, como parte del apoyo a los dueños de los bosques que conservan los corredores biológicos, el proyecto fortalecerá el Fondo Patrimonial de Biodiversidad (FPB), constituido por la Conafor y parcialmente capitalizado con recursos del GEF, cuyo objetivo es proporcionar financiamiento de largo plazo a través de esquemas de pago por servicios ambientales (similar a la estructura descrita en la ilustración 5). El FPB se creó con el objetivo claro de conservar ecosistemas forestales, con presencia de biodiversidad de importancia global. Del FPB sólo se utilizan los intereses generados por el capital para realizar pagos por servicios ambientales destinados a la conservación, protección o restauración de las áreas elegibles. Con este fondo se busca fortalecer iniciativas de conservación dirigiendo esfuerzos a las zonas de amortiguamiento de ANP o a los corredores que las conectan.

A través del FPB, el proyecto brindará apoyo a la integridad y conectividad de corredores, apoyará la capacidad de recuperación de los ecosistemas regionales ante las presiones climáticas y otras presiones externas, y protegerá a las especies prioritarias y aquellas que se encuentran en la categoría de conservación. Asimismo, se generarán beneficios locales y mundiales mediante la conservación de los bosques y la reducción de las emisiones de carbono.

Estudio de caso: Reservorios de carbono en los humedales tropicales costeros en el paisaje cárstico del Caribe mexicano

El presente estudio de caso expone una de las iniciativas que se han llevado a cabo en México sobre la medición de reservas de carbono en diferentes tipos de humedales costeros que brindan el servicio ambiental de captación y almacenamiento de carbono azul.

Los resultados del estudio se publicaron en 2013 en la revista científica *Public Library of Science One* (o *PLOS ONE*), una publicación de acceso libre. El artículo, titulado "Carbon Stocks of Tropical Coastal Wetlands within the Karstic Landscape of the Mexican Caribbean" [Reservorios de carbono en los humedales tropicales costeros en el paisaje cárstico del Caribe mexicano], brinda resultados de base comparativa para la determinación de reservas de carbono, así como una propuesta metodológica para la medición, y elaboración del informe sobre la composición, estructura y reservas de carbono en los ecosistemas de manglar de México.[223] El aspecto técnico de la cuantificación del carbono es sólo uno de los varios elementos requeridos en los esquemas de carbono, pero de gran interés para las estrategias de mitigación del cambio climático como REDD+ y otros incentivos financieros ligados a la conservación de bosques. El estudio se alinea con al menos uno de los siguientes objetivos del presente documento: i) definir cómo México puede aprovechar e incluir el concepto de carbono azul dentro de sus obligaciones y convenios internacionales; ii) delimitar cómo el marco legal actual puede integrar el concepto de carbono azul, y iii) entender cómo se pueden aprovechar mecanismos de mercado basados en el carbono en México.

Por tal motivo, el presente estudio puede considerarse un proyecto de interés para la definición de estrategias que ayudarán a fortalecer el marco legal y los instrumentos de mercado en México.

1. Antecedentes

El CO_2 almacenado en diferentes ecosistemas marinos y costeros, como arrecifes de coral, bosques de manglar, fitoplancton, algas y humedales, es conocido como carbono azul, en alusión al color del mar y a su baja o nula afectación en la vida marina. Se estima que aproximadamente 50 por ciento del carbono de la atmósfera que fijan o secuestran los sistemas naturales se procesa en los mares y océanos, lo cual constituye otro ejemplo de la captación y almacenamiento de carbono, diferente a los tradicionales descritos hasta ahora (Nellemann *et al*., 2009). Tal es el caso del carbono marrón y el metano; las partículas resultado de la combustión ineficiente y la actividad industrial que conforman lo que se conoce como carbono negro (hollín y polvo atmosférico), y el carbono verde, el cual se encuentra almacenado en la biomasa de las plantas y suelos de los sistemas gestionados de las tierras forestales, pastizales, cultivos, selvas y bosques (Solaun *et al*., 2012). De todas estas tipologías, el carbono azul es la menos estudiada.

Por tratarse de uno de los gases responsables del calentamiento global, ciertas actividades productivas y la falta de estrategias de conservación en estos espacios ponen en riesgo su eficiencia y capacidad de almacenamiento, por lo que su reducción en el medio ambiente por vías naturales resulta prioritaria.

Con base en lo anterior, la aprobación del Protocolo de Kioto generó la necesidad de crear herramientas concretas como los MDL, los mecanismos de aplicación conjunta y los sistemas de comercio de derechos de emisión, con miras a reducir las emisiones de GEI. Actualmente se encuentran en discusión mecanismos flexibles futuros, como los créditos sectoriales, los mercados sectoriales, las NAMA o REDD+ (Pergent *et al*., 2012); sin embargo, en ninguno de los esquemas

[223] Adame *et al*. (2013).

planteados se considera al carbono azul, el cual, según indican estudios recientes, debería abordarse de manera inmediata porque claramente se necesitan más acciones en este sentido (Solaun *et al*., 2012).

Es preciso tener en cuenta que, a escala mundial y combinados, los ecosistemas costeros cubren aproximadamente 49 millones de hectáreas (Mha), de los cuales entre 13.8 y 15.2 Mha corresponden a manglares, entre 2.2 y 40 Mha son marismas y entre 17.7 y 60 Mha son praderas marinas.[224] Estos hábitats "cubren menos de 0.5% del fondo del mar; constituyen los sumideros de carbono azul de la Tierra y almacenan más de 50%, quizá hasta 71% del total del carbono que hay en los sedimentos oceánicos."[225] Aunque "constituyen sólo 0.05% de la biomasa vegetal terrestre, almacenan una cantidad comparable de carbono por año, por lo cual figuran entre los sumideros de carbono más intensos del planeta. Los sumideros de carbono azul y los estuarios captan y almacenan entre 235 y 450 Tg de C por año, el equivalente a casi la mitad de las emisiones de todo el sector mundial del transporte, que se estiman en 1,000 Tg C $año^{-1}$"[226] (Nellemann *et al*., 2009).

De acuerdo con las perspectivas ambientales de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), se prevé que la degradación y la erosión del capital ambiental natural continuarán hacia 2050, con el riesgo de que se presenten alteraciones irreversibles que podrían poner en peligro dos siglos de crecimiento en los estándares de vida. Tan sólo las emisiones globales de GEI se elevarán en 50 por ciento debido principalmente al incremento de 70 por ciento en las emisiones de CO_2 relacionadas con la generación de energía (OCDE, 2012). Por tal motivo "el sostenimiento de los sumideros de carbono azul será decisivo para las estrategias de adaptación basadas en los ecosistemas que reduzcan la vulnerabilidad de las comunidades humanas costeras al cambio climático".[227]

En México, el tema ha sido abordado a través de organizaciones públicas y privadas y diversos movimientos, como la Iniciativa Carbono Azul de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés), The Blue Carbon Project-Estados Unidos, Grupo Factor CO_2-España y el Programa Mexicano del Carbono-México. Sin embargo, una de las iniciativas más destacadas en materia de distribución y condición de los manglares mexicanos y su importancia como reservorios de carbono ha sido promovida por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Servicio Forestal de Estados Unidos (*US Forest Service*, USFS), que posteriormente buscaron sumar esfuerzos colaborando con la Conanp, la Conafor y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados de Mérida (Cinvestav-Mérida), los cuales han elaborado estudios acerca de la estimación de bancos de carbono y la determinación de la estructura de manglares.

En este sentido, la Conanp ha buscado posicionar las áreas naturales protegidas como soluciones naturales de mitigación al cambio climático y adaptación a su impacto, en las cuales se reconoce la importancia de conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que contribuyen a disminuir las emisiones de GEI. La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (RBSK) es una de las sedes de esas iniciativas nacionales.

Un claro ejemplo es el estudio publicado en 2013 por Adame *et al*., "Carbon Stocks of Tropical Coastal Wetlands Karstic Landscape of the Mexican Caribbean", en el cual se cuantifican las reservas de carbono en diferentes tipos de humedales costeros dentro de la RBSK. Designada sitio de patrimonio mundial por la Convención del Patrimonio Mundial auspiciada por la UNESCO, así como sitio Ramsar, la reserva de Sian Ka'an se localiza en el litoral central del estado de Quintana Roo, en los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Tulum, y abarca una superficie de 528,147 ha (DOF, 2002). La RBSK reviste especial interés por su gran extensión de humedales costeros (>172,176 ha) y por

[224] Véase: <http://thebluecarboninitiative.org/>.

[225] Véase: <www.unep.org/pdf/BLUE_CARBON_sp.pdf>.

[226] *Idem.*

[227] *Idem*.

la preocupación nacional frente al manejo de zonas costeras y a que los manglares tienen las tasas más altas de deforestación de cualquier ecosistema forestal (Duke *et al*., 2007), de modo que su conservación y restauración son una prioridad para el mantenimiento de las reservas de carbono y la prevención de las emisiones derivadas de la pérdida de humedales (Laffoley y Grimsditch, 2009).

2. Rasgos generales del proyecto

El proyecto consistió en medir las concentraciones de carbono en los diferentes tipos de humedal costero (manglares altos, medianos y chaparros, y pastizales) ubicados dentro de la RBSK, y determinar qué factores abióticos pueden afectar el potencial almacenamiento de carbono. El punto de partida fue que:

1) los humedales costeros en la RBSK son una importante reserva de carbono;
2) las concentraciones de carbono más elevadas se encuentran en los manglares altos;
3) la mayor parte del carbono se encuentra en el suelo, y
4) el fósforo presente en el suelo se relaciona estrechamente con el tamaño de la reserva de carbono.

Este estudio proporciona el primer análisis de concentraciones de carbono en diferentes tipos de humedal costero en una zona cárstica tropical. Los manglares en las zonas cársticas pueden representar más de 1.5 millones de ha (>10% de la cobertura total de manglar), como son los casos de Cuba (>400,000 ha), la península de Yucatán en México (>300,000 ha), Madagascar (>250,000 ha) y Filipinas (>250,000 ha) (Valiela *et al*., 2001; Ellison y Farnsworth, 1996; Conabio, 2009).

3. Resumen de resultados

- Los bancos de carbono en los humedales costeros de la RBSK varían según el tipo de vegetación.
- La comunidad vegetal con más altas concentraciones de carbono son los manglares altos asociados a manantiales de agua dulce, seguida de los manglares altos no asociados a manantiales de agua dulce, medianos y chaparros y pastizales.
- La cantidad de carbono que almacenan los humedales costeros de la RBSK se estima entre 43.2 y 58.0 millones de toneladas de carbono, distribuidas de la siguiente forma:
    - Los manglares (altos, medianos y chaparros) tienen, en un área de 58,837 ha, una reserva de carbono de entre 22.4 y 37.2 toneladas.
    - Los manglares altos asociados con agua dulce tienen, en un área de 700 ha, una reserva de carbono de 0.93 toneladas.
    - Los pastizales tienen, en un área de 112,640 ha, una reserva de carbono de 19.9 toneladas.
- La mayor parte de los bancos de carbono de los humedales costeros de la RBSK se encuentran almacenados en el sedimento (alrededor de 85 por ciento del banco de carbono del ecosistema).
- Las reservas de carbono tanto de los ecosistemas de manglar como de los árboles y el suelo se relacionan con las concentraciones de fósforo en el sedimento.
- Percepción y valoración de la efectividad del proyecto:

- Expone parámetros y sistemas de medición para la captación de carbono, que permiten ampliar y priorizar la planificación y gestión sostenible basada en los ecosistemas costeros, especialmente en zonas de conservación.
- Promueve la reforestación y conservación de los humedales por su importante papel en la captación y almacenamiento de carbono.
- Comprueba la importancia de la captación de carbono en humedales. (Su colocación en el mercado de bonos, mediante un sistema de pagos por compensación de emisiones de carbono, generaría a México más recursos para la protección de esos sitios.)
- Representó una gran oportunidad para compartir experiencias, lecciones aprendidas y mejores prácticas, lo que ayuda a complementar los datos sobre manglares relacionados con estructura, reservas de carbono y servicios ambientales.
- Impulsa, con su implementación y difusión, a diversos actores a obtener recursos de otras fuentes de financiamiento para la restauración de los bosques de manglar.
- Incentiva prácticas de gestión que reducen y eliminan amenazas sobre estos ecosistemas.

4. Reflexiones finales y recomendaciones

- *Reflexión*: Existen numerosos estudios en México que contabilizan la captación y almacenamiento de carbono en bosques y selvas; sin embargo, pocos son los que permiten evaluar y cuantificar el carbono azul que puede captarse y almacenarse en las costas del país. El conocimiento del carbono azul de los ecosistemas costeros permitirá un mejor manejo que no sólo contribuirá con la mitigación de emisiones de GEI, sino que también se traducirá en beneficios colaterales importantes, incluidos procesos de adaptación al cambio climático basados en ecosistemas para reducir la vulnerabilidad frente a las perturbaciones (Kelly y Adger, 2000; Adger *et al*., 2005). La gran capacidad de captación y almacenamiento de carbono de los manglares y el altísimo valor de los múltiples beneficios que generan los convierten en ecosistemas forestales costeros esenciales para los planes de acción y las estrategias nacionales e internacionales sobre cambio climático.

- *Recomendación*: Para poder contribuir a escalas local, regional y nacional en estrategias REDD+, es indispensable determinar los almacenes de carbono como base de referencia de emisiones, obtener datos de campo y elaborar mapas detallados de manglares por regiones en los que se integren los criterios climáticos, geomorfológicos, hidrológicos y ecológicos que condicionan la dinámica de los manglares. Estos elementos son de esencial importancia para la medición, reporte y verificación en los manglares, con lo que se sientan las bases para futuros incentivos económicos de restauración de ecosistemas que captan y almacenan carbono. Todas estas acciones se orientan a fortalecer los conocimientos sobre el carbono azul desde diversos ángulos, lo que conlleva importantes acciones de política, planificación y manejo sustentable en ecosistemas costeros.

- *Reflexión*: Existe un consenso global en la comunidad científica en el sentido de que las actividades humanas están contribuyendo al cambio climático y este fenómeno interactuará con otros agentes de presión inducidos por el desarrollo social y económico de la zona costera, y los magnificará (Yáñez *et al*., 2014). La degradación de los humedales costeros representa una de las causas principales de la reducción del potencial de captación de carbono, y el conjunto de todos los factores de deterioro que enfrentan estos ecosistemas, aunados a la disminución de la cobertura vegetal, afecta su estructura y funcionamiento, y con ello los servicios ambientales que brindan (Yáñez *et al*., 1998).

- *Recomendación*: Es preciso formular estrategias tendientes a la zonificación de las áreas de manglar, petenes, marismas y pastos marinos, definir medidas para su manejo y establecer esquemas técnicos y jurídicos eficientes, porque hoy en día las reglas jurídicas mexicanas en materia de medio ambiente —y específicamente en lo que se refiere a manglares— están desordenadas y resultan poco claras. El establecimiento de una reglamentación en materia de manglares, que contemple aspectos de caracterización, diagnóstico y zonificación en el marco del desarrollo sustentable, nos permitirá ordenar estos ecosistemas en un sistema de fácil acceso para propósitos científicos y legislativos, así como de manejo y conservación.
- *Reflexión*: Los principios de la Declaración de Río de 1992 son imprescindibles en los planes, estrategias y programas de desarrollo de los cuales México forma parte. El principio 4: "A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no debe considerarse en forma aislada", debiera de manera ideal ser pilar en la política nacional e internacional, ya que el desarrollo sustentable debe considerarse como un todo, y observarse desde una óptica integral y transversal, sin perder de vista sus tres componentes mencionados (Juárez *et al*., 2006; Basurto, s/f).[228]
- *Reflexión*: Específicamente para el estado de Quintana Roo, las perspectivas de desarrollo están marcadas por una fuerte demanda de insumos para la operación de la planta hotelera. A esto debe sumarse la demanda de bienes y servicios generados por el crecimiento de la capacidad instalada de la industria turística en los próximos años, cuyo consumo total de bienes y servicios excede los 3,000 millones de dólares anuales,[229] lo anterior debido a:
    - crecimiento de la demanda del orden de 5,000 cuartos de hotel al año,
    - crecimientos totales de la población cercana a 1,400,000 habitantes y
    - crecimiento promedio de 3.8 por ciento anual.

  Entonces puede inferirse que las bases técnico-científicas de los instrumentos de ordenación del territorio son limitadas y no cuentan con un sustento sólido en términos de las implicaciones ambientales que pudiera tener el desarrollo de estos instrumentos.
- *Recomendación*: Los procesos de actualización de los ordenamientos ambientales pueden ser mecanismos estratégicos para que se incluya información sobre la distribución y extensión de las áreas de manglar, composición, reservas de carbono, estructura, producción real y potencial y los factores ecológicos que condicionan la dinámica de los manglares, así como la generación de alternativas productivas sustentables para comunidades locales (sopesando la necesidad de facilitar, si fuera el caso, la realización de diferentes actividades económicas). Es importante resaltar que uno de los principales elementos que agravan la problemática sobre el uso irracional de los recursos naturales corresponde comúnmente a instrumentos de planeación de desarrollo que carecen de criterios técnicos reflejados en la legislación aplicable.
- *Reflexión*: A través de las organizaciones civiles y el sector académico se canalizan recursos financieros y humanos; se genera información científica; se llevan a cabo procesos sociales y de investigación de largo plazo, y se identifican conflictos y problemáticas para el manejo de las áreas naturales y la toma de decisiones. Sin embargo, en la actualidad no existe una política clara que optimice una relación fructífera y a largo plazo entre las ONG, el sector académico y el gobierno federal (Conanp), lo que impide en muchos casos la continuidad de proyectos estratégicos, aunado a la insuficiencia de los recursos financieros requeridos para fortalecer la conservación efectiva de las áreas naturales (Bezaury *et al*., 2011). En un

[228] Véase: <https://cmsdata.iucn.org/downloads/principio_no_regresion8.pdf>.

[229] Secretaría de Desarrollo Económico de Quintana Roo, 2016.

marco de cambio climático, el mantenimiento de las áreas naturales protegidas —con el incremento de sumideros de carbono en los ecosistemas naturales o manejados dentro de ANP y sus zonas de influencia, y la garantía de su permanencia— es y será esencial debido a que benefician y ayudan a incrementar la capacidad de adaptación ante los impactos observados y esperados del fenómeno (Conanp, 2015). Se requiere entonces fortalecer la vinculación con dichos sectores por medio de mecanismos innovadores que mejoren la comunicación y la cooperación.

Principales contribuciones del estudio

- Proporciona una metodología clara para la medición y el registro de la composición, estructura, biomasa aérea y reservas de carbono en México, pudiéndose adaptar al conocimiento local, recursos o necesidades de las guías actuales del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).
- La metodología empleada puede alcanzar estimaciones de carbono de nivel 3 (sistema jerárquico para participar en los programas de REDD+ establecido por el IPCC). El IPCC recomienda que los países aspiren a datos de nivel 3 para determinar las reservas, fuentes y sumideros de carbono. Los niveles 2 y 3 producen estimaciones más fiables y pueden resultar en tasas más altas de pago de carbono que aquellas otorgadas a datos de nivel 1.
- Los resultados del trabajo demuestran que los ecosistemas de manglar almacenan mayor cantidad de carbono que las selvas, por lo cual las acciones encaminadas a protegerlos y restaurarlos cobran aún mayor importancia.
- Se traslapan y complementan las agendas de mitigación y adaptación nacionales e internacionales para conservar o aumentar reservorios de carbono, lo cual redunda en la sistematización de experiencias.
- Los resultados proporcionan una herramienta para un mejor manejo de estos ecosistemas a fin de proteger y manejar las reservas de carbono.

Lecciones aprendidas

- La colaboración de expertos de diferentes instituciones redujo la duplicidad de esfuerzos al armonizar enfoques para mejorar la coincidencia de análisis e informes.
- El manejo transparente de fondos y la difusión participativa de los resultados favorecen la creación de niveles de confianza y fortalecen los ya existentes entre los diferentes actores involucrados.
- Los programas de financiamiento internacionales ayudan a atraer la atención mundial y nacional hacia la importancia de los manglares.
- Los talleres participativos ofrecen áreas de oportunidad hacia la búsqueda de soluciones viables y favorecen la valoración de los ecosistemas y sus servicios.
- La participación activa de comunidades, sectores público y privado, al igual que de tomadores de decisiones, influye y puede garantizar un mayor grado de aceptación de las corresponsabilidades en la gestión y manejo del ecosistema de manglar.
- El hecho de vincular este tipo de estudios dentro de las estrategias de desarrollo sustentable nacionales e internacionales favorecerá la formulación de políticas ambientales más robustas y efectivas.

- La prestación de servicios ambientales implica el manejo territorial y por tanto la participación de gobiernos, academia, iniciativa privada y asociaciones civiles.
- Es necesario mejorar la cartografía (datos geoespaciales detallados) relacionada con hábitats costeros que permita obtener estimaciones de reservas de carbono más precisas, ya que actualmente no se cuenta con mapas detallados de zonas de manglar para muchas regiones del país. Aunque el mapa disponible para México realizado por la Conabio se considera preciso, hubo dificultades para distinguir los diferentes tipos de manglar (altos, medianos y chaparros), lo cual se reflejó en estimaciones de carbono que presentaron un error de aproximadamente 31 por ciento para la RBSK (a pesar de la existencia de parcelas en los diferentes tipos de vegetación y que fueron altamente replicables). Por lo anterior se recomienda el uso de tecnología que proporcione productos de cartografía altimétricos con la más alta resolución geográfica, como es el caso de los levantamientos LIDAR (*light detection and ranging*), lo que permitirá obtener datos del terreno, superficie, modelos digitales de elevación y altura de la vegetación para realizar estimaciones más precisas de las reservas de carbono.
- También se requiere estandarizar métodos y protocolos de medición y cartografía del carbono azul en zonas costeras para lograr mejores estimaciones de captación, almacenamiento y emisiones.

Conclusiones

Las oportunidades de integración del concepto de carbono azul en la política pública mexicana encontradas en este análisis se enfocan en alcanzar dos metas bien definidas: por una parte, los compromisos de mitigación y adaptación adoptados por México tras el Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y, por la otra, los acuerdos derivados del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

México cuenta con un amplio abanico de fortalezas que permitirán que estrategias relacionadas con el carbono azul contribuyan a alcanzar tales metas. En primer lugar, los tratados internacionales firmados y ratificados por México en materia de protección del medio ambiente, biodiversidad y cambio climático han sentado las bases para que se establezcan líneas directrices en la legislación nacional y las políticas públicas al respecto, tales como la Ley General de Bienes Nacionales, la Ley General de Cambio Climático, la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. El 22 de abril de 2016, México firmó su adhesión al Acuerdo de París, y más recientemente, el 21 de septiembre, lo ratificó, con lo cual se comprometió a reducir de forma incondicional 25 por ciento de sus emisiones de GEI y de contaminantes climáticos de vida corta por debajo de la línea del escenario de referencia (BAU, por sus siglas en inglés) para el año 2030. Este compromiso implica acciones tanto de mitigación como de adaptación, y en ambos casos la conservación y restauración de los ecosistemas de carbono azul es la mejor solución en términos de costo-efectividad.

El presente análisis encontró, asimismo, que hay condiciones *sine qua non* para la integración del concepto de carbono azul en la política pública mexicana. En primer lugar, se requiere formular, proponer e instrumentar una norma oficial mexicana que específicamente regule lo relacionado con el carbono azul. Además, considerando que gran parte de los ecosistemas costeros que captan y almacenan carbono azul se encuentran en territorios que son bienes de la nación, es necesario contar con un sistema de concesiones de terrenos federales que dé pie a la asignación de beneficios, y también definir condiciones estrictas para la conservación del carbono azul en esos terrenos. Hace falta más y mejor trabajo científico con metodologías adecuadas dirigidas a lograr una base comparativa o de referencia detallada y específica de cobertura nacional de los ecosistemas de carbono azul, y, sobre esa base, una cuantificación más precisa de las reservas reales de carbono (en material vegetal superficial y en el suelo) y del capital natural real del país. Este esfuerzo

científico apoyará las labores de medición, reporte y verificación (MRV) de cada uno de los mecanismos financieros descritos en el texto, así como la transparencia en la implementación del marco normativo nacional en este ámbito. Un punto interesante a destacar es la participación de más actores en el proceso de integración del carbono azul en la política pública, junto con la correcta y más efectiva comunicación entre las partes ya involucradas. Para ello resulta imperativo, por una parte, emprender acciones educativas y de concientización respecto del valor sociocultural y ambiental de los ecosistemas de carbono azul como estrategia transversal en todos los niveles y, por la otra, integrar al sector privado en el proceso.

Una vez que se cuente con estos elementos, será posible incluir las emisiones por degradación costera en el inventario nacional de emisiones, lo que obligará al gobierno a regularlas y a integrar la conservación de las costas como estrategia de mitigación y apoyo, de modo que México pueda cumplir sus compromisos internacionales. El mejor recurso para esto sería la creación de un sistema nacional de canje regulado de emisiones —a semejanza y con apoyo del Sistema de Comercio de Derechos de Emisión (*Emissions Trading System*, ETS) de California—, que incluya el carbono azul a través de los lineamientos impuestos por la norma oficial mexicana específica, y con un sistema de concesiones para poder asignar créditos de carbono.

La creación de un ETS para México se sustentará, por tanto, en las lecciones aprendidas y buenas prácticas llevadas a cabo por los mercados voluntarios internacionales y nacionales, y habrá de sustentarse en una estrategia anidada en todos los niveles de gobierno, donde financiamiento y capacidades fluyan del ámbito internacional al comunitario, y viceversa; donde se escape del paradigma de las subvenciones tradicionales que derivan en incentivos perversos, y donde los costos socioambientales puedan integrarse al valor ecosistémico real. Todo ello amparado por un marco de regulación reforzado. Para la creación de esta plataforma, las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (NAMA, por sus siglas en inglés) —a ser presentadas por la Semarnat y propuestas por la sociedad civil a través de procesos participativos— se consideran de fundamental importancia por su potencial para la obtención de apoyo financiero y capacitación técnica.

Referencias bibliográficas

Adame M. F., J. B. Kauffman, I. Medina, J. N. Gamboa y O. Torres (2013), "Carbon Stocks of Tropical Coastal Wetlands within the Karstic Landscape of the Mexican Caribbean", *PLoS ONE*, vol. 8(2): e56569. doi:10.1371/journal.pone.0056569.

Adame, M. F., V. Hermoso, K. Perhans, C. E. Lovelock y J. A. Herrera Silveira (2015), "Selecting cost-effective areas for restoration of ecosystem services", *Conservation Biology*, vol. 29(2), pp. 493-502.

Adger, W. N. y E. L. Tompkins (2005), "Successful adaptation to climate change across scales", *Global Environ. Change*, núm. 15, pp. 77-86.

AGEDI (2013), *Blue Carbon in Abu Dhabi – Protecting our Coastal Heritage: The Abu Dhabi Blue Carbon Demonstration Project*, informe de evaluación de viabilidad económica, Abu Dhabi Global Environmental Data Initiative (AGEDI).

Ajonina, G. J., G. Kairo, G. Grimsditch, T. Sembres, G. Chuyong, D. E. Mibog, A. Nyambane y C. FitzGerald (2014), "Carbon pools and multiple benefits of mangroves in Central Africa: Assessment for REDD+", Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Angelsen, A. (2008), "Moving ahead with REDD: Issues, options and implications", Centro para la Investigación Forestal Internacional (Cifor), Bogor, Indonesia.

Basurto, G. D. (s-f), en: <www.ceja.org.mx/articulo.php?id_rubrique=152&id_article=1106>.

Bezaury Creel, J. E. (2009), *El valor de los bienes y servicios que las áreas naturales protegidas proveen a los mexicanos*, The Nature Conservancy-Programa México y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.

Bezaury Creel, J. E., S. Rojas González de Castilla y J. M. Makepeace (2011), *Brecha en el financiamiento de las áreas naturales protegidas federales de México: fases I y II*, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

Byers, S. C., E. L. Mills y P. L. Stewart (1978), "A comparison of methods for determining organic carbon in marine sediments, with suggestions for a standard method", *Hydrobiologia*, núm. 58, pp. 43-47.

Calderón, C., O. Aburto y E. Ezcurra (2009), "El valor de los manglares", Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, *Biodiversitas*, núm. 82, pp. 1-6.

Canadell, J. G., C. L. Quéré, M. R. Raupach, C. B. Field, E. T. Buitenhuis, P. Ciais, T. J. Conway, N. P. Gillett, R. A. Houghton y G. Marland (2007), "Contributions to accelerating atmospheric CO_2 growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks", Proceedings of the National Academy of Sciences [memorias de la Academia Nacional de Ciencia de Estados Unidos], vol. 104, pp. 18866-18870.

Carpenter, S. R., R. DeFries, T. Dietz, H. A. Mooney, S. Polasky, W. V. Reid y R. J. Scholes (2006), "Millennium ecosystem assessment: research needs", *Science*, núm. 5797, vol. 314, pp. 257-258.

CCA (1993), *Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte*, Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá; disponible en: <http://www.cec.org/es/sites/default/files/naaec-es.pdf>.

CCA (2013), *Estudio prospectivo sobre el carbono "azul" en América del Norte*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá; disponible en: <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11368-north-american-blue-carbon-scoping-study>.

Charchalac Santay, S. (2012), *Experiencias en compensación por servicios ambientales en América Latina (PSA o REDD+): descripción de casos relevantes*, Forest Trends.

Cintrón, G. y Y. Schaeffer Novelli (1984), "Methods for studying mangrove structure", en: Snedaker S. C. y J. G. Snedaker (eds.), *The mangrove ecosystem: Research methods*, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), París, Francia, pp. 91-113.

CMNUCC (2015), "Acuerdo de París", Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, París, Francia; disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>.

Conanp (2015), *Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: una convocatoria para la resiliencia de México 2015-2020*, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México; disponible en: <http://cambioclimatico.conanp.gob.mx/documentos/ECCAP.pdf>.

Conafor (2014), *Estrategia Nacional para REDD+*, borrador para consulta, Comisión Nacional Forestal, México, noviembre 2014; disponible en: <www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/1/5755Borrador%205%20(Para%20consulta).pdf> (consulta realizada el 6 de julio de 2016).

Conafor (2016a), *Estrategia Nacional REDD+*, Comisión Nacional Forestal; disponible en: <www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/1/5755Borrador%205%20(Para%20consulta).pdf>.

Conafor (2016b), "Programa Especial para Áreas de Acción Temprana", en: *Modelo de intervención en las áreas de acción temprana REDD+*, Comisión Nacional Forestal; disponible en: <www.gob.mx/conafor/documentos/modelo-de-intervencion-en-las-areas-de-accion-temprana-redd>.

Conabio, "Portal de Geoinformación", Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, en: <www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

Conabio (2009), *Manglares de México: extensión y distribución*, segunda edición, México.

Conabio (2016), "Segundo Encuentro Nacional de EEB", Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, en: <http://dgcii.conabio.gob.mx/2eneb/> (consulta realizada en octubre de 2016).

Conafor (2007), "Servicios ambientales y Proárbol. Políticas públicas para instrumentar programas de pago por servicios ambientales: logros y avances", presentación, Proyecto Servicios Ambientales del Bosque, Coordinación General de Producción y Productividad, Gerencia de Servicios Ambientales del Bosque, Comisión Nacional Forestal; disponible en: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/01_conafor_sa_proarbol.pdf>.

Costanza, R., R. dArge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. Oneill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton y M. van den Belt (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, vol. 387, pp. 253-260.

Dahan, L., K. Rittenhouse, P. Sopher y K. Kouchakji (2015), "México: an emissions trading case study"; disponible en: <www.ieta.org/resources/Resources/Case_Studies_Worlds_Carbon_Markets/mexico_case_study_may2015.pdf>.

Deschamps, P., B. Zavariz e I. Zúñiga (2015), "Revisión de la implementación de REDD+ en México: Análisis de los programas especiales en áreas de acción temprana REDD+", Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, México, D.F.; disponible en: <http://biblioteca.alianza-mredd.org/resena/c3e874dce4de53b1f714d688049bd6d48318038e>.

DOF (1986a), "Ley Federal del Mar", *Diario Oficial de la Federación*, 8 de enero de 1986; disponible en: <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/124.pdf>.

DOF (1986b), "Decreto de promulgación de la Convención de Ramsar y el protocolo que la modifica", *Diario Oficial de la Federación*, 29 de agosto de 1986; disponible en: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4808616&fecha=29/08/1986> (consulta realizada el 9 de junio de 2016.

DOF (1991), "Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar (R-ZOFEMAT)", *Diario Oficial de la Federación*, 21 de agosto de 1986; disponible en: <www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3668/1/reglamento__zofemat.pdf>.

DOF (1993), "Decreto de promulgación de los acuerdos de Cooperación Ambiental y Laboral de América del Norte", *Diario Oficial de la Federación*, 21 de diciembre de 1993; disponible en: <www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4815067&fecha=21/12/1993> (consulta realizada el 11 de junio de 2016).

DOF (2003), "Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003", *Diario Oficial de la Federación*, 10 de abril de 2003; disponible en: <www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3281/1/nom-022-semarnat-2003.pdf>.

DOF (2010a), "Norma Mexicana NMX-AA-153-SCFI-2012", *Diario Oficial de la Federación*, 12 de julio de 2010; disponible en: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5151359&fecha=12/07/2010>.

DOF (2010b), "Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010", *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2010; disponible en: <www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf>.

DOF (2011), "Acuerdo por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an", *Diario Oficial de la Federación*, 13 de junio de 2011; disponible en: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5194857&fecha=13/06/2011>.

DOF (2012), "Ley de Desarrollo Rural Sustentable", *Diario Oficial de la Federación*, 12 de enero de 2012; disponible en: <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235.pdf>.

DOF (2013a), "Estrategia Nacional de Cambio Climático", *Diario Oficial de la Federación*, 3 de junio de 2013; disponible en: <www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5301093&fecha=03/06/2013>.

DOF (2013b), "Plan Nacional de Desarrollo", *Diario Oficial de la Federación*, 20 de mayo de 2013; disponible en: <www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5299465>.

DOF (2013c), "Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Promarnat) 2013-2018", *Diario Oficial de la Federación*, 12 de diciembre de 2013; disponible en: <www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5326214&fecha=12/12/2013> (consulta realizada el 9 de junio de 2016).

DOF (2014a), "Ley Federal de Responsabilidad Ambiental", *Diario Oficial de la Federación*, 7 de junio de 2013; disponible en: <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf>.

DOF (2014b), "Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018", *Diario Oficial de la Federación,* 28 de abril de 2014; disponible en: <www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5301093&fecha=03/06/2013>.

DOF (2014c), "Programa Nacional Forestal 2014-2018 (Pronafor) y Programa Institucional de la Comisión Nacional Forestal", *Diario Oficial de la Federación*, 29 de abril de 2014; disponible en: <www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5301093&fecha=03/06/2013>.

DOF (2014d), "Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales", *Diario Oficial de la Federación*, 25 de agosto de 2014; disponible en: <www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/5783/1/reglamento_de_la_ley_de_aguas_nacionales.pdf>.

DOF (2014e), "Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre", *Diario Oficial de la Federación*, 9 de mayo de 2014; disponible en: <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf>.

DOF (2014f), "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas", *Diario Oficial de la Federación,* 21 de mayo de 2014; disponible en: <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_ANP.pdf>.

DOF (2014g), "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental", *Diario Oficial de la Federación,* 31 de octubre de 2014; disponible en: <www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1155/1/reglamento_de_la_lgeepa_en_materia_de_evaluacion_del_impacto_ambiental.pdf>.

DOF (2015a), "Ley General de Cambio Climático", *Diario Oficial de la Federación*, 2 de abril de 2015; disponible en: <www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6583/1/ley_general_de_cambio_climatico.pdf>.

DOF (2015b), "Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable", *Diario Oficial de la Federación*, 26 de marzo de 2015; disponible en: <www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3264/1/ley_general_de_desarrollo_forestal_sustentable.pdf>.

DOF (2015c), "Ley General de Vida Silvestre", *Diario Oficial de la Federación,* 26 de enero de 2015; disponible en: <www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/5779/1/ley_general_de_vida_silvestre.pdf>.

DOF (2015d), "Norma Mexicana NMX-AA-173-SCFI-2015", *Diario Oficial de la Federación,* 15 de junio de 2015; disponible en: <www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5396643&fecha=15/06/2015>.

DOF (2016a), "Acuerdo por el que se establece con el nombre de Bahía de Akumal el área de refugio para la protección de las especies que se indican, la porción marina que se señala en el estado de Quintana Roo", *Diario Oficial de la Federación,* 7 de marzo de 2016; disponible en: <www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5428829&fecha=07/03/2016>.

DOF (2016b), "Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos", *Diario Oficial de la Federación,* 27 de enero de 2016; disponible en: <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm>.

DOF (2016c), "Ley de Aguas Nacionales"; *Diario Oficial de la Federación,* 24 de marzo de 2016; disponible en: <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_240316.pdf>.

DOF (2016d), "Ley General de Bienes Nacionales", *Diario Oficial de la Federación,* 1 de junio de 2016; disponible en: <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/267_010616.pdf>.

DOF (2016e), "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente", *Diario Oficial de la Federación,* 13 de mayo de 2016; disponible en: <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_130516.pdf>.

Duke, N. C., J. O. Meynecke, S. Dittmann, A. M. Ellison, K. Anger, U. Berger, S. Cannicci, K. Diele, K. C. Ewel, C. D. Field, N. Koedam, S. Y. Lee, C. Marchand, I. Nordhaus y F. Dahdouh Guebas (2007), "A world without mangroves?", *Science*, núm. 317, pp. 41-42.

Ellison, A. M. y E. J. Farnsworth (1996), "Caribbean mangrove disturbances", *Biotropica*, núm. 28, pp. 549-565.

"Estrategia Nacional para REDD+" (2014), presentación para la sesión de análisis.

Ezcurra, P., E. Ezcurra, P. P. Garcillán, M. T. Costa y O. Aburto Oropeza (2016), "Coastal landforms and accumulation of mangrove peat increase carbon sequestration and storage", Proceedings of the National Academy of Sciences [memorias de la Academia Nacional de Ciencia de Estados Unidos], vol. 113(16), pp. 4404-4409.

Focus, C. (2011), *Blue Carbon: Policy Option Assessment*, informe preparado para el Linden Trust for Conservation by Climate Focus, Washington D.C.

Fourqurean, J. W., C. M. Duarte, H. Kennedy, N. Marbà, M. Holmer, M. Mateo, E. T. Apostolaki, G. A. Kendrick, D. Krause Jensen, K. J. McGlathery y O. Serrano (2012), "Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock", *Nature Geoscience*, vol. 5, pp. 505-509.

Fuentes J. C. C. y A. V. Ramírez (2016), "Estudio legal: Facultades y responsabilidades del manejo forestal y del suelo ante REDD+ en México", documento ocasional 150, Centro para la Investigación Forestal Internacional (Cifor), Bogor, Indonesia.

González Márquez, J. (2006), "La política mexicana en materia de cambio climático después del Protocolo de Kioto", *Revista Mexicana de Legislación Ambiental*, año 4, núm. 13.

Hamrick, K. y A. Goldstein (2016), "Raising Ambition; State of the Voluntary Carbon Markets 2016", *Forest Trends*; disponible en: <www.ecosystemmarketplace.com/>.

Herr, D., E. Trines, J. Howard, M. Silvius y E. Pidgeon (2014), "Keep it fresh or salty: An introductory guide to financing wetland carbon programs and projects", Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Conservation International y Wetlands International, Gland, Suiza.

Herr, D., T. Agardy, D. Benzaken, F. Hicks, J. Howard, E. Landis, A. Soles y T. Vegh (2015), *Coastal "blue" carbon: A revised guide to supporting coastal wetland programs and projects using climate finance and other financial mechanisms*, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Gland, Suiza.

Herrera Silveira, J. A. y C. Teutli Hernández (2016), "Carbono azul, manglares y política pública", Cinvestav-IPN, Unidad Mérida, p.1.

Houghton, R. A. (2007), "Balancing the global carbon budget", *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, vol. 35, pp. 313-347.

Howard J., S. Hoyt, K. Isensee, M. Telszewski y E. Pidgeon (2014), "Coastal Blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses", Conservation International, Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Arlington, Virginia, Estados Unidos.

Inegi (2014), "Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación: escala 1:250, 000: Serie V", Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Inegi, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en: <www.inegi.org.mx/> (consulta realizada en marzo de 2012).

IPCC (2001), *Cambio climático 2001: La base científica*, contribución del grupo de trabajo I al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, resumen para responsables de políticas y resumen técnico, Secretaría del IPCC, Ginebra, Suiza; disponible en: <www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis-syr/spanish/wg1-summaries.pdf>.

Juárez, R. P., Chacón, H. A., Pasquetti, H. G., Rojas, G. J. L., Zárate, L. D. y Alafita, V. H. (2006), "Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la evaluación de impacto ambiental en el caribe mexicano", Sistema Ambiental Punta Bete-Punta Maroma, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental.

Kauffman, J. B., D. L. Cummings, D. E. Ward, R. Babbitt (1995), "Fire in the Brazilian Amazon: biomass, nutrient pools, and losses in slashed primary forests", *Oecologia*, núm. 104, pp. 397-408.

Kauffman, J. B. y D. C. Donato (2012), "Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests", documento de trabajo núm. 86, Centro para la Investigación Forestal Internacional (Cifor), Bogor, Indonesia.

Kauffman, J. B., D. C. Donato y M. F. Adame (2013), "Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono en manglares", documento de trabajo núm. 117, Centro para la Investigación Forestal Internacional (Cifor), Bogor, Indonesia.

Kauffman, J. B., C. Heider, T. Cole, K. A. Dwire y D. C. Donato (2011), "Ecosystem carbon pools of Micronesian mangrove forests: Implications of land use and climate change", *Wetlands*, vol. 31, pp. 343-352.

Kelly, P. M. y W. N. Adger (2000), "Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation", *Clim. Change*, vol. 47, pp. 325-352.

King, L. (2012), *Including mangrove forests in REDD+*, Climate and Development Knowledge Network, Nairobi.

Laffoley, D. y G. Grimsditch (2009), "The management of natural coastal carbon sinks", Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Gland, Suiza.

Lara Lázaro, T. (2008), "Cambio climático: ¿Combinación de instrumentos para 'un post-Kioto feliz'?", *Análisis del Real Instituto Elcano*, núm. 12, p. 2.

Lopomo, G., L. M. Marx, D. McAdams y B. Murray (2011), "Carbon allowance auction design: An assessment of options for the United States", *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 5(1), pp. 25-43.

Lovelock, C. E., J. C. Ellison (2007), "Vulnerability of mangroves and tidal wetlands of the Great Barrier Reef to climate change", en: J. E. Johnson y P. A. Marshall (eds.), *Climate Change and the Great Barrier Reef: A vulnerability assessment*, Townsville, Australia: Great Barrier Reef Marine Park Authority [Autoridad del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral] y Australian Greenhouse Office [Oficina Australiana de Invernaderos], pp. 237-269.

Lugo A. E., S. C. Snedaker (1974), "The Ecology of Mangroves", *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 5, pp. 39-64.

Mayrand, K. y M. Paquin (2004), "Payments for environmental services: A survey and assessment of current schemes", Unisfera International Center, informe elaborado para la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Montreal, septiembre; disponible en: <http://www3.cec.org/islandora/en/item/2171-payments-environmental-services-survey-and-assessment-current-schemes>.

Meirovich, H., S. Peter y A. R. Ríos (2012), "Instrumentos y mecanismos financieros para programas de cambio climático en América Latina y el Caribe: una guía para ministerios de finanzas", *Resumen de políticas*, Banco Interamericano de Desarrollo, División de Cambio Climático y Sostenibilidad, IV Título, V Serie, IDB-PB-212.

Mitsch, J. W., G. J. Gosselink (2000), "Wetlands", tercera edición, John Wiley & Sons, Nueva York.

Murray, M. R., S. A. Zisman, P. A. Furley, D. M. Munro, J. Gibson *et al*. (2003), "The mangroves of Belize; Part 1: distribution, composition and classification", *Forest Ecology and Management*, vol. 174, pp. 265-279.

Nellemann, C., E. Corcoran, C. M. Duarte, L. Valdés, C. De Young, L. Fonseca y G. Grimsditch (2009), *Carbono azul: el papel de los océanos saludables en la fijación de carbono*, informe de evaluación de una respuesta rápida, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, GRID-Arendal; disponible en: <www.unep.org/pdf/BLUE_CARBON_sp.pdf>. Traducción al español de la versión original: "Blue Carbon: The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon", A Rapid Response Assessment, UNEP, FAO, UNESCO-IOC, IUCN, CSIC, en: <www.grida.no/files/publications/blue-carbon/BlueCarbon_screen.pdf>.

Noone, K. J., U. R. Sumaila y R. J. Díaz (2012), "Valuing the Ocean: Draft Executive Summary", resumen del libro *Valuing the Ocean*, Stockholm Environment Institute [Instituto de Medio Ambiente de Estocolmo], Stockholm Environment Initiative [Iniciativa de Estocolmo sobre Medio Ambiente]; disponible en: < www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/SEI-Preview-ValuingTheOcean-DraftExecutiveSummary.pdf>.

OCDE (2012), *Perspectivas ambientales de la OCDE hacia 2050*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, equipo conjunto de la OCDE y de la Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos.

ONU (1992a), *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, Organización de las Naciones Unidas; disponible en: <https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf>.

ONU (1992b), *Convenio sobre la Diversidad Biológica*, Organización de las Naciones Unidas; disponible en: <www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.

ONU (1992c), *Declaración de Río sobre Medio Ambiente y el Desarrollo*, Organización de las Naciones Unidas; disponible en: <www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>.

ONU (1998), *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*, Organización de las Naciones Unidas; disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf> (consulta realizada el 28 de mayo de 2016).

ONU (2007a), *Decisión 1/CP.13; Plan de Acción de Bali*, Organización de las Naciones Unidas; disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf> (consulta realizada el 28 de mayo de 2016).

ONU (2007b), *Decisión 1/CP16; Acuerdos de Cancún*, Organización de las Naciones Unidas; disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/spa/07a01s.pdf#page=2> (consulta realizada el 28 de mayo de 2016).

ONU (2009), *Decisión 1/CP.15; Acuerdo de Copenhague*, Organización de las Naciones Unidas; disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/spa/11a01s.pdf> (consulta realizada el 28 de mayo de 2016).

ONU (2012), *Decisión 1/CP 18: Conclusión acordada de conformidad con el Plan de Acción de Bali*, Organización de las Naciones Unidas; disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2012/cop18/spa/08a01s.pdf> (consulta realizada el 28 de mayo de 2016).

ONU (2015), *Decisión 1/CP 20: Aprobación del acuerdo de París*, Organización de las Naciones Unidas; disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf> (consulta realizada el 6 de junio de 2016).

Pagiola, S., N. Landell-Mills y J. Bishop (2002), "Making market-based mechanisms work for forests and people", en: Pagiola, S., J. Bishop y N. Landell Mills, *Selling Forest Environmental Services: Market-based Mechanisms for Conservation and Development*, Earthscan, Londres, pp. 261-289.

Pendleton, L., D. C. Donato, B. C. Murray, W.S. Crooks, A. Jenkins, S. Sifleet, C. Craft, J. W. Fourqurean, J. B. Kauffman, N. Marba, P. Megonigal, E. Pidgeon, D. Herr, D. Gordon y A. Baldera (2012), "Estimating Global 'Blue Carbon' Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems", *PLOS ONE*, vol. 7(9), pp. 1-7, e43542.

Pergent, G., H. Bazairi, C. N. Bianchi, C. F. Boudouresque, M. C. Buia, P. Clabaut, M. Harmelin Vivien, M. A. Mateo, M. Montefalcone, C. Morri, S. Orfanidis, C. Pergent Martini, R. Semroud, O. Serrano y M. Verlaque (2012), "Mediterranean Seagrass Meadows: Resilience and Contribution to Climate Change Mitigation; A Short Summary", Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Gland, Suiza, y Málaga, España.

Periódico Oficial Quintana Roo (2002), "Decreto por el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an", *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo*; disponible en: <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/decretos/region-zona-costera-sian-kaan?download=3:poet-sian-kaan>.

Pronatura Sur A.C. (2012), *Estudio de factibilidad para la implementación de un proyecto de restauración de mangle y captura de carbono en la costa pacífica del sur de México*.

Pronatura Sur A.C. (2016) "Incluyendo a los manglares en la estrategia REDD+ de México: un enfoque integrado de colaboración entre el sector privado y social", informe final.

RAE (2015), *Coastal Blue Carbon in Practice Methodology Manual*, Restore America's Estuaries; disponible en: <www.estuaries.org/bluecarbon-resources>.

Ramsar (2016), *Cuarto Plan Estratégico de Ramsar (2016-2024)*; disponible en: <www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/4th_strategic_plan_2016_2024_s.pdf> (consulta realizada el 8 de junio de 2016).

Ramsar, *Sitios disponibles en México*; disponible en: <www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/sitelist_0.pdf> (consulta realizada el 8 de junio de 2016).

Robbins, L. L., P. G. Coble, T. D. Clayton y W. J. Cai (2009), "Ocean Carbon and Biogeochemistry Scoping Workshop on Terrestrial and Coastal Carbon Fluxes in the Gulf of Mexico", informe de expediente abierto 2009-1070, U.S. Geological Survey [Servicio de Estudios Geológicos de Estados Unidos], St. Petersburg, Florida, 6-8 de mayo de 2008; disponible en: http://www.us-ocb.org/publications/ofr2009-1070.pdf.

Ross M. S., P. L. Ruiz, G. J. Telesnicki y J. F. Meeder (2001), "Estimating above-ground biomass and production in mangrove communities of Biscayne National Park, Florida (U.S.A.)", *Wetlands Ecology and Management*, vol. 9, pp. 27-37.

SDE (2016), Secretaría de Desarrollo Económico de Quintana Roo, en: <http://sede.qroo.gob.mx/portal/General/Folleto%202011%20Final/Folleto%202011%20Final.swf>.

Seduma Yucatán (2015), *Acuerdo general de coordinación sobre el cambio climático de la península de Yucatán*, acuerdo entre gobernadores de la península de Yucatán en materia de cambio climático, Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiental del Estado de Yucatán; disponible en: <www.seduma.yucatan.gob.mx/cambio-climatico/documentos/acuerdo_gobernadores_py_cc.pdf>.

Semarnat (2006a), *Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; disponible en: <www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/jose%20juan/decreto_reglas_aplicacion%20_poet_cancuntulum.pdf>.

Semarnat (2006b), *Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún-Tulum*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; disponible en: <www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/jose%20juan/decreto_reglas_aplicacion%20_poet_cancuntulum.pdf>.

Semarnat (2006c), *Programa Regional de Ordenamiento Ecológico del Corredor San Antonio de las Minas-Valle de Guadalupe*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; disponible en: <http://noroesteenlamira.org.mx/wp-content/uploads/gestion/Programa_Regional_de_Ordenamiento_Ecologico_del_Corredor_San_Antonio_de_las_Minas-Valle_de_Guadalupe.pdf>.

Semarnat (2007), *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de San Quintín*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; disponible en: <www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/actualizacion_2012/acuerdo%20san%20quintin.pdf>.

Semarnat (2012), *Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; disponible en: <www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/bitacora-ambiental/bitacora-ambiental-golfo-de-mexico-y-mar-caribef>.

Sharma, S. y D. D. Desgain (2013), "Understanding the concept of nationally appropriate mitigation action", Centro Risoe del PNUMA sobre Energía, Clima y Desarrollo Sostenible, Departamento de Ingeniería Gerencial, Universidad Técnica de Dinamarca; disponible en: <http://orbit.dtu.dk/files/57802310/understanding_the_concept.pdf>.

Smith T. J. y K. R. T. Whelan (2006), "Development of allometric relations for three mangrove species in South Florida for use in the Greater Everglades ecosystem restoration", *Wetlands Ecology and Management*, vol. 14, pp. 409-419.

Solaun, K., I. Larrea, A. Genovés, J. M. Muñoz (2012), *Propuestas para preservar el carbono azul*, Serie CO_2: Blue Carbon, FactorCO_2 Ideas; disponible en: <www.factorco2.com/comun/docs/126-Series%20Factor%20CO2_Blue%20Carbon.pdf>.

TEEB (2013), "Natural Capital at Risk: The Top 100 Externalities of Business", The Economics of Ecosystems and Biodiversity Programme [Programa sobre la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad], Londres.

Turner, R. K., S. Georgiou y B. Fisher (2008), "Valuing Ecosystem Services: The Case of multi-functional wetlands", Cromwell Press, Londres.

UICN (2011), *Metas de Aichi*, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; disponible en: <www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-EN.pdf>.

Ullman, R., V. Bilbao Bastida y G. Grimsditch (2013), "Including blue carbon in climate market mechanisms", *Ocean and Coastal Management*, vol. 83, pp. 15-18.

UNESCO (1998), *Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas*, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura; disponible en: <www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_s.pdf>.

Valiela, I., J. L. Bowen y J. K. York (2001), "Mangrove forest: one of the most threatened major tropical environments", *Bioscience*, vol. 51, pp. 807-815.

Van Wagner, C. E. (1968), "The line intersect method in forest fuel sampling", *Forest Science*, vol. 14, pp. 20-26.

Wylie, L., A. E. Sutton Grier y A. Moore (2016), "Keys to successful blue carbon projects: Lessons learned from global case studies", *Marine Policy*, vol. 65, pp. 76-84.

Yáñez Arancibia, A., J. W. Day, R. R. Twilley y R. H. Day (2014), "Manglares: ecosistema centinela frente al cambio climático en Golfo de México", *Madera y Bosques*, vol. 20, pp. 39-75, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México.

Yáñez Arancibia, A., R. R. Twilley y L. Domínguez (1998), "Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global", *Madera y Bosques*, vol. 4, núm. 2, pp. 3-19, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México.