



**ADAPTACIÓN BASADA EN  
ECOSISTEMAS COSTEROS  
(Proyecto A 460)  
CUENCA BAJA DEL MUNICIPIO DE  
TUXPAN, VERACRUZ Y CELESTÚN,  
YUCATÁN**



**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**INECC**  
INSTITUTO NACIONAL  
DE ECOLOGÍA Y  
CAMBIO CLIMÁTICO

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**María Luisa Albores González**

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**Marco Heredia Fragoso**

Director General de Políticas para el Cambio Climático (DGPCC)

**Gloria Cuevas Guillaumin**

Directora de Análisis Ambiental DGPCC

**Iris Jiménez Castillo**

Coordinadora de Cooperación Internacional, UCAI

**Maryam Nava Assad**

Consultora DGPCC SEMARNAT

**Barbara Urtaza Torres**

Subdirectora para Cambio Climático y Cooperación Internacional

**Aseneth Ureña Ramón**

Jefa de Departamento de Políticas para el Cambio Climático DGPCC

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

**María Amparo Martínez Arroyo**

Directora General

**Margarita Caso Chávez**

Coordinadora General de Adaptación al Cambio Climático y Ecología

**María Patricia Arendar Lerner**

Directora de Asuntos Internacionales

**María del Pilar Salazar Vargas**

Directora de Economía Ambiental y de Recursos Naturales

**Isabel María Hernández Toro**

Directora de Conservación de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático

**Aram Rodríguez de los Santos**

Subdirector de Instrumentos Económicos para el Crecimiento Verde

**Cruz Arcelia Tánori Villa**

Subdirectora de Vulnerabilidad Socioambiental y Adaptación

**Luisa Alejandra Domínguez Álvarez**

Subdirectora de Conservación de Especies y sus Hábitats para la Adaptación al Cambio Climático

**Janet Meléndez Campillo**

Subdirectora de Riesgos por Cambio Climático

Consortio Instituto de Recursos Mundiales WRI México y The Ocean Foundation

**Adriana Lobo Almeida**

Directora Ejecutiva- WRI México

**Javier Warman**

Director de Bosques- WRI México

**José Iván Zuñiga**

Gerente de Paisajes Forestales - WRI México

**Valeria López-Portillo**

Coordinadora de Clima Y Ecosistemas - WRI México

**Norma Arce**

Coordinadora de Océanos - WRI México

**Sarai Rodríguez**

Analista de Bosques- WRI México

**Manuel Cervera**

Coordinador de Paisajes Forestales - WRI México

**Mark J. Spalding**

Presidente TOF

**Alejandra Navarrete**

Oficial de Enlace con gobiernos y multinacionales TOF

Equipo Consultor WRI-TOF

**Andrés Canul**

CINVESTAV

**Diana Cisneros**

CINVESTAV

**Siuling Guadalupe Cinco Castro**

CINVESTAV

**Claudia Teutli**

ENES-UNAM

**Rosalía Andrade**

CINVESTAV

**Elisa López**

Consultora

**Pablo Hernández**

Consultor

**Hugo González**

Consultor

**Aníbal Ramírez**

Consultor

Equipo Consultor WRI-TOF

**Agustín Basáñez**

Universidad Veracruzana

**Saúl Basurto**

Hernández UNAM

**Jorge Herrera**

CINVESTAV

**Evelia Rivera**

EPOMEX-UAC



**Ben Scheelk**  
Oficial de  
Programa- TOF

**Eunice Pech**  
CINVESTAV

**Fernando Bretos**  
Oficial de  
Programa-TOF

**Juan Mendoza**  
CINVESTAV

**Katie Thompson**  
Director de  
Programa- TOF

**Javier Robles**  
CINVESTAV

**Marisol Hernández  
Méndez**  
Consultora- TOF

**Richard Castillo  
Rodríguez**  
Consultor- TOF

Derechos Reservados © 2021 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Es la dependencia de gobierno que tiene como propósito fundamental, constituir una política de Estado de protección ambiental, que revierta las tendencias del deterioro ecológico y sienta las bases para un desarrollo sustentable en el país. Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México, C.P. 11320. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía de gestión, sectorizado en la SEMARNAT que proporciona investigación técnica y científica en materia de ecología y cambio climático, para apoyar la toma de decisiones. Blvd. Adolfo Ruíz Cortines 4209, Col. Jardines en la Montaña, Tlalpan, Ciudad de México. C.P. 14210. Instituto de Recursos Mundiales (WRI México). Es una organización técnica global que convierte las grandes ideas en acciones: Establecemos vínculos entre la conservación del medio ambiente, las oportunidades económicas y el bienestar humano. Belisario Domínguez No.8 PA, Col. Villa Coyoacán, Ciudad de México 04000. La Fundación Mexicana para el Océano A.C. | The Ocean Foundation busca revertir la tendencia de destrucción del medio ambiente oceánico en todo el mundo. Centramos nuestra experiencia colectiva en las amenazas emergentes para generar soluciones de vanguardia y mejores estrategias de implementación. Flor Silvestre 35-7, San Pedro Mártir, Tlalpan CDMX 14650/1320 19th Street NW | Suite 500 | Washington, DC | 20036

La reproducción total o parcial de la publicación colectiva se encuentra permitida siempre y cuando se cite de manera adecuada a las organizaciones autoras y no se use para fines comerciales y/o lucrativos. El análisis y las conclusiones aquí expresadas no reflejan necesariamente las opiniones de las organizaciones auspiciantes de la publicación, ni de sus juntas directivas.

Redacción técnica: Rosalía Andrade, Norma Arce, Agustín Basáñez, Saúl Basurto, Andrés Canul, Manuel Cervera, Siuling Guadalupe Cinco-Castro, Diana Cisneros, Hugo González, Pablo Hernández, Marisol Hernández, Jorge Herrera, Elisa López, Valeria López-Portillo, Alejandra Navarrete, Aníbal Ramírez, Evelia Rivera, Pedro Robles, Sarai Rodríguez, Claudia Teutli, Javier Warman.

**Se sugiere citar como:**

Instituto de Recursos Mundiales, Fundación Mexicana para el Océano, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (WRI, TOF, SEMARNAT, INECC, 2021). Adaptación Basada en Ecosistemas Costeros, cuenca baja del municipio de Tuxpan, Veracruz y Celestún, Yucatán.

Esta publicación fue realizada en el marco del Paquete de Mejora de la Acción Climática (CAEP, por sus siglas en inglés), con financiamiento de NDC Partnership, resultado del proyecto A460 “Adaptación Basada en Ecosistemas Costeros”, ejecutado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), e implementado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) México y la Fundación Mexicana para el Océano A.C. / The Ocean Foundation.

**Agradecimientos:**

Al NDC Partnership por el apoyo financiero recibido a través del Paquete de Mejora de la Acción Climática (CAEP, por sus siglas en inglés).

Revisión y asesoramiento técnico:

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



# ÍNDICE

<b>1. ACRÓNIMOS</b>	<b>14</b>
<b>2. GLOSARIO</b>	<b>19</b>
<b>3. RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>22</b>
<b>4. INTRODUCCIÓN</b>	<b>27</b>
<b>5. CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO SOCIAL Y AMBIENTAL DE TUXPAN, VERACRUZ Y CELESTÚN, YUCATÁN</b>	<b>48</b>
<b>6. CAPÍTULO II: COMPILACIÓN DE EXPERIENCIAS Y LECCIONES APRENDIDAS DE PROYECTOS RELACIONADOS CON LA RESTAURACIÓN, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MANGLAR, EN UN CONTEXTO DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>138</b>
<b>7. CAPÍTULO III: IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES BASADAS EN SOLUCIONES NATURALES PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>8. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO PARA LAS OPCIONES DE SBN</b>	<b>217</b>
<b>9. CAPÍTULO V: GUÍA CON LAS RECOMENDACIONES Y METODOLOGÍAS PARA ESCALAR Y REPLICAR INICIATIVAS EXITOSAS DE RESTAURACIÓN EN LA REGIÓN</b>	<b>275</b>
<b>10. CAPÍTULO VI: SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN EN EL SITIO, CONSIDERANDO EL SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN EXISTENTE Y LAS HERRAMIENTAS DESARROLLADAS POR EL INECC</b>	<b>351</b>
<b>11. CAPÍTULO VII: SÍNTESIS BASADA EN EL ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DOCUMENTAL SOBRE CARBONO EN MANGLARES DE LOS MUNICIPIOS COSTEROS DEL GOLFO DE MÉXICO</b>	<b>379</b>

<b>12. CAPÍTULO VIII: DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN CON LA COMUNIDAD, ACTORES GUBERNAMENTALES RELEVANTES Y OTROS ACTORES.....</b>	<b>438</b>
<b>13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES</b>	<b>458</b>
<b>14. SIGUIENTES PASOS</b>	<b>462</b>
<b>15. LECCIONES APRENDIDAS</b>	<b>465</b>
<b>16. REFERENCIAS</b>	<b>468</b>
<b>17. ANEXOS</b>	<b>510</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Enfoques de adaptación al cambio climático en México .....	32
Figura 2. Fases del marco conceptual para llevar a cabo el proceso de adaptación al cambio climático.....	33
Figura 3. Soluciones basadas en la naturaleza .....	35
Figura 4. Regionalización de los manglares de acuerdo con CONABIO .....	40
Figura 5. Tipos ecológicos de manglar .....	41
Figura 6. Servicios ecosistémicos del manglar y sus amenazas.....	43
Figura 7. Localización geográfica de los municipios de Tuxpan y Celestún.....	49
Figura 8. Localización de la cuenca del río Tuxpan y zonificación altitudinal .....	53
Figura 9. Localización del municipio de Tuxpan, Veracruz.....	53
Figura 10. Relieve presente en el municipio de Tuxpan .....	54
Figura 11. Tipos de suelo presentes en el municipio de Tuxpan, Veracruz.....	55
Figura 12. Tipos de clima presentes en el municipio de Tuxpan, Veracruz .....	56
Figura 13. Temperatura y precipitación promedio durante el periodo de 1982 a 2012 en Tuxpan .....	57
Figura 14. Uso de suelo y vegetación 2015 en el sitio de manglar con relevancia ecológica y con necesidades de rehabilitación ecológica de Tuxpan, Veracruz .....	59
Figura 15. Sitio Ramsar No. 1602 “Manglares y Humedales de Tuxpan” .....	62
Figura 16. Composición por edad y sexo. Grupo quinquenal de edad del municipio de Tuxpan, Veracruz. Izquierda, año 2010; Derecha, año 2015.....	64
Figura 17. Proyecciones de la población de Tuxpan, Veracruz 2020.....	65
Figura 18. Brechas de género para el municipio de Tuxpan en 2015 .....	66
Figura 19. Localización de las comunidades contiguas a los manglares.....	68
Figura 20. Porcentaje de participación de los sectores productivos en el municipio de Tuxpan, Veracruz.....	72
Figura 21. Participación de los sectores productivos (por número de Unidades Económicas) en el municipio de Tuxpan en 2010 .....	74
Figura 22. Cambios en la cobertura de manglar de 2010 a 2015 en el sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica.....	77
Figura 23. Cambios en la cobertura de manglar de 2005 a 2010 en el sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica.....	77
Figura 24. Localización del manglar relacionado al estero de Jácome en el municipio de Tuxpan, Veracruz .....	78
Figura 25. Cambios en la cobertura de manglar de 2000 a 2011 en el manglar del estero de Jácome en el municipio de Tuxpan, Veracruz.....	79
Figura 26. Degradación del manglar por modificación hidrológica y proceso de restauración. Secuencia de años: 2011 a 2019 .....	80
Figura 27. Cobertura de la vegetación natural actual y en el contexto del cambio climático en la cuenca del río Tuxpan, bajo diversos escenarios (MPI-ESMLP1, GDFDL” y HADGEM3) .....	83



Figura 28.Áreas sujetas a inundación por ascenso del nivel del mar ante un escenario de cambio climático. Sur del Estado de Tamaulipas y norte del Estado de Veracruz.....	84
Figura 29.Vulnerabilidad de asentamientos humanos de Tuxpan a inundaciones .....	88
Figura 30.Componentes de la vulnerabilidad de asentamientos humanos de Tuxpan a inundaciones.....	88
Figura 31. Reserva de la Biosfera Ría Celestún.....	90
Figura 32. Relieves presentes en el municipio de Celestún.....	91
Figura 33. Erosión de suelo kárstico en la Península de Yucatán.....	92
Figura 34. Tipos de suelo presentes en el municipio de Celestún.....	93
Figura 35. Unidades Hidrogeológicas del acuífero de la Península de Yucatán donde se observa la Reserva de la Biosfera Ría Celestún.....	94
Figura 36. Tipos de climas presentes en el municipio de Celestún .....	95
Figura 37. Temperatura y precipitación promedio durante el periodo de 1982 a 2012 en Celestún .....	96
Figura 38. a) Área de influencia de huracanes en la zona costera del estado de Yucatán de 1900 a 2008. b) Trayectoria de huracanes que afectaron directamente la Reserva de la Biosfera Ría Celestún de 1957 a 1998. c) Ocurrencia de huracanes en el Caribe y Golfo de México.....	97
Figura 39. Uso de suelo y vegetación 2015 en el sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica del municipio de Celestún .....	98
Figura 40. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica Celestún, Yucatán - Campeche.....	99
Figura 41.Especies de manglar presentes en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún. a) Rhizophora mangle; b) Laguncularia racemosa; c) Avicennia germinans; d) Conocarpus erectus .....	100
Figura 42.Servicios y bienes ecosistémicos específicos según el tipo ecológico de manglar en Celestún .....	102
Figura 43. Corredor Biológico Mesoamericano, Región Costa de Yucatán .....	103
Figura 44. Composición por edad y sexo. Grupo quinquenal de edad del municipio de Celestún, Yucatán.....	105
Figura 45. Brechas de género por municipio para Celestún, Yucatán .....	106
Figura 46. Viviendas en pobreza extrema en Celestún: a) casa de cartón en la zona denominada “Cartolandia”; b) Flamencos caminando entre la basura proveniente de las casas que han invadido la ciénega; y c) Casa en pobreza extrema afectada por las inundaciones.....	109
Figura 47. Participación de los sectores productivos (por porcentaje de participación de Unidades Económicas) en el municipio de Celestún en 2010 .....	110
Figura 48. Ciclo anual de las actividades productivas en Celestún .....	111
Figura 49.Pesca de pulpo en Celestún: a) Vista del puerto de Celestún durante la temporada de pulpo y b) Pesca de Octopus maya.....	112
Figura 50. Pesca artesanal de escama en el puerto de abrigo de Celestún.....	112

Figura 51. Pesca artesanal de camarón dentro de laguna Celestún durante la temporada de Nortes .....	113
Figura 52. Uso recreativo de los manglares en Celestún .....	114
Figura 53. Parador ecoturístico “La Ría Celestún” .....	115
Figura 54. Charca para la producción artesanal de sal en Celestún.....	116
Figura 55. Cambios en la cobertura de manglar de 1979 a 2005 en el municipio de Celestún .....	119
Figura 56. Cambios en la cobertura de manglar de 2005 a 2010.....	120
Figura 57. Cambios en la cobertura de manglar de 2010 a 2015 en el municipio de Celestún .....	121
Figura 58. Uso de suelo y vegetación 2015 en el sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica del municipio de Celestún .....	124
Figura 59. Degradación de zonas de manglar por modificación hidrológica en Celestún .....	125
Figura 60. Rehabilitación de manglares en Celestún.....	126
Figura 61. Vista aérea de Celestún.....	126
Figura 62. Diagrama para la determinación de la vulnerabilidad en ecosistemas de manglar en Celestún .....	129
Figura 64. a) Capacitación a prestadores de servicios ecoturísticos. b) Fuentes de empleo temporal para la comunidad en actividades de restauración ecológica .	132
Figura 65. Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones en el municipio de Celestún, Yucatán .....	133
Figura 66. Componentes de la vulnerabilidad de asentamientos humanos de Celestún a inundaciones.....	134
Figura 67. Proyección del aumento en el nivel medio del mar en Celestún .....	136
Figura 68. Causas generales de pérdida de manglares en México. Se indican las principales causas que afectan los manglares del Golfo de México .....	139
Figura 69. Cobertura de manglar del estado de Tamaulipas.....	147
Figura 70. Causas generales de la degradación de manglares en el estado de Tamaulipas: A) urbanización, B) industria, C) comunicaciones .....	148
Figura 71. Actividades específicas causantes de la pérdida de cobertura de manglar en el estado de Tamaulipas.....	148
Figura 72. Sitios de restauración ecológica de manglar en el estado de Tamaulipas .....	149
Figura 73. Sitios con proyectos de Adaptación basada en ecosistemas en el estado de Tamaulipas.....	150
Figura 74. Cobertura de manglar del estado de Veracruz.....	151
Figura 75. Causas generales de la degradación de manglares en Veracruz: A) urbanización, B) comunicaciones, C) industria, D) turismo .....	152
Figura 76. Actividades específicas causantes de la pérdida de cobertura de manglar en el estado de Veracruz.....	152
Figura 77. Sitios de restauración ecológica de manglar en el estado de Veracruz .....	153

Figura 78. Sitios de restauración ecológica de manglar del municipio de Tuxpan, Veracruz.....	154
Figura 79. Sitios con proyectos de AbE en el estado de Veracruz .....	155
Figura 80. Cobertura de manglar del estado de Tabasco.....	156
Figura 81. Causas generales de la degradación de manglares en Tabasco: A) urbanización, B) comunicaciones, C) infraestructura hidráulica, D) industria .....	157
Figura 82. Actividades específicas realizadas dentro de los manglares del estado de Tabasco, responsables de la degradación del ecosistema .....	157
Figura 83. Sitios de restauración ecológica de manglar en el estado de Tabasco.....	158
Figura 84. Cobertura de manglar del estado de Campeche .....	160
Figura 85. Principales causas de la degradación de manglares en Campeche: A) urbanización; B) comunicaciones .....	161
Figura 86. Actividades específicas realizadas dentro de los manglares del estado de Campeche responsables de la degradación del ecosistema.....	162
Figura 87. Sitios de restauración ecológica de manglar en el estado de Campeche .....	163
Figura 88. Sitios con proyectos de AbE en el estado de Campeche .....	164
Figura 89. Cobertura de manglar del estado de Yucatán.....	165
Figura 90. Principales causas de la degradación de manglares en Yucatán: A) industria, B) turismo, C) comunicaciones.....	166
Figura 91. Actividades específicas realizadas dentro de los manglares del estado de Yucatán responsables de la degradación del ecosistema.....	167
Figura 92. Sitios de restauración ecológica de manglar en el estado de Yucatán.....	168
Figura 93. Sitios con proyectos de Adaptación basada en ecosistemas en el estado de Yucatán .....	169
Figura 94. Sitios de restauración ecológica de manglar del municipio de Celestún, Yucatán.....	170
Figura 95. Número de proyectos de restauración académica y de AbE por estado, llevados a cabo durante los últimos 20 años.....	171
Figura 96. Proceso metodológico de la matriz de SbN de adaptación para los sitios piloto de Tuxpan y Celestún.....	182
Figura 97. Representación gráfica del proceso de selección de medidas AbE .....	183
Figura 98. Elemento eje en la definición de Adaptación basada en los Ecosistemas .....	186
Figura 99. Propiedad ejidal del manglar .....	223
Figura 100. En 2050 (riesgo medio).....	226
Figura 101. En 2100 (riesgo medio).....	226
Figura 102. En 2050 (riesgo pesimista).....	226
Figura 103. En 2100 (riesgo pesimista) .....	226
Figura 104. Huracanes, tormentas y depresiones en el periodo 1850-1900.....	227
Figura 105. Huracanes, tormentas y depresiones en el periodo en 1901-1950.....	227
Figura 106. Huracanes, tormentas y depresiones en el periodo 1951-2000 .....	227
Figura 107. Huracanes, tormentas y depresiones en el periodo 2001-2020 .....	227
Figura 108. Población en riesgo de inundación y de tormentas.....	228



Figura 109. Número de estudios publicados sobre valoraciones de SE de manglares (1997-2021) .....	232
Figura 110. Número de estudios publicados sobre valoraciones de SE de manglares, por tipo de estudio (1997-2021) .....	233
Figura 111. Número de estudios que valoran los 4 SE (1997-2021) .....	234
Figura 112. Protección costera .....	235
Figura 113. Recursos pesqueros .....	235
Figura 114. Recursos maderables .....	235
Figura 115. Recreación.....	235
Figura 116. Valor económico con ingresos brutos.....	242
Figura 117. Valor económico con ingresos netos.....	243
Figura 118. Valor económico con excedente del consumidor y productor.....	243
Figura 119. Longitud de la línea costera de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan .....	248
Figura 120. Valor con barreras de 2 metros.....	252
Figura 121. Valor con barreras de 3 metros.....	252
Figura 122.Extracción de las diez principales especies de peces en la Laguna de Tampamachoco, 2012-2016 .....	254
Figura 123. Valor monetario del servicio de recreación – evidencia internacional.....	266
Figura 124. Ingresos netos por hectárea en Veracruz - todos los cultivos.....	270
Figura 125. . Ingresos netos por hectárea en Veracruz - maíz .....	270
Figura 126. Ingresos netos por hectárea en Veracruz – caña de azúcar .....	270
Figura 127. . Ingresos netos por hectárea en Veracruz - naranja.....	270
Figura 128. Ingresos netos por hectárea en Veracruz - café.....	270
Figura 129. Ingresos netos por hectárea en Veracruz - limón.....	270
Figura 130. Medidas importantes en la AbE.....	287
Figura 131.Localización de sitios piloto para proyecto Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático en México .....	301
Figura 132. Áreas naturales protegidas piloto en el Proyecto Resiliencia.....	318
Figura 133. Muestra de la Ficha de proyecto.....	359
Figura 134. Cuestionario a actores clave: implementadores .....	360
Figura 136. Captura de carbono en el ecosistema de manglar en los almacenes especificados por el IPCC (2006) y la liberación de GEI por degradación.....	381
Figura 137. Regionalización de los manglares en México.....	385
Figura 138. Extensión de manglar en el Golfo de México. ....	387
Figura 139. Guía metodológica para la estimación de la línea base de carbono azul en manglares.....	389
Figura 140. Resumen de las metodologías usadas para la estimación de los almacenes de carbono en manglares .....	392
Figura 141. Tipos de documentos que presentan información útil para la estimación de almacenes de carbono en manglares del Golfo de México.....	393
Figura 142. Número de documentos relacionados que proporcionan información para la estimación de almacenes de carbono en manglares del Golfo de México, agrupados por fecha de publicación.....	394

Figura 143. Almacenes de carbono azul aéreo y subterráneo promedio por componente en manglares del Golfo de México por estado. Las barras representan el error propagado entre los componentes de cada almacén.....	396
Figura 144. Almacenes de Carbono en el Golfo de México.....	399
Figura 145. Cambios de cobertura de manglar de 1978 a 2020.....	402
Figura 146. Cambios de cobertura de manglar de 1978 a 2018 basado en datos de INEGI (SERIE I y SERIE VI).....	402
Figura 147. Distribución de las áreas de manglar perturbado en el Golfo de México. El gráfico indica la proporción por estado .....	403
Figura 148. Almacenes de carbono por tipo ecológico de manglar en Tuxpan, Veracruz. Se incluyen los componentes aéreo y subterráneo. Las barras de error representan el error estándar del almacén.....	407
Figura 149. Almacenes de Carbono en “Los manglares y humedales de Tuxpan” de acuerdo con la distribución reportada fuentes oficiales. Se muestra el porcentaje de carbono almacenado en las zonas Norte y Sur del área de estudio en rangos de Tg C .....	408
Figura 150. Cambios de cobertura de manglar de 1978 a 2018 basado en datos de A) CONABIO (2020) y B) INEGI (SERIE I Y SERIE VI) para la delimitación de áreas de cambio en la región de Tuxpan, Ver. ....	409
Figura 151. Almacenes de carbono por tipo ecológico de manglar en Celestún, Yucatán. Se incluyen componentes para el carbono aéreo (árboles vivos, mantillo y material leñoso caído (MLC)) y subterráneo (raíces y sedimentos). Las barras de error representan el error propagado entre los componentes de cada almacén	412
Figura 152. Extensión de manglares en la Reserva de la Biósfera Ría Celestún de acuerdo con los límites de A) CONABIO (2020), B) INEGI (SERIE VI), C) CONAFOR (2018) y D) CINVESTAV (2021). Se muestra el porcentaje de carbono almacenado en los manglares del Golfo de México expresado en rangos de Tg C .....	414
Figura 153. Almacenes de carbono en Celestún de acuerdo con los límites de A) CONABIO (2020), B) INEGI (SERIE VI), C) CONAFOR (2018) y D) CINVESTAV. Se muestra el porcentaje de carbono almacenado en los manglares de la Reserva expresado en rangos de Tg C.....	416
Figura 154. Manglar históricamente perturbado en la Reserva de la Biósfera Ría Celestún generadas utilizando distintas fuentes de información.....	418
Figura 155. Acercamiento de dos tipos de errores observados en la delimitación de zonas de manglar degradadas (línea roja) en la Reserva de Celestún. A) zona de Celestún con omisión de áreas de manglar por efecto de escala (resolución de imágenes para la cartografía B) zona de Isla Arena con omisión de una extensa zona de manglar degradado por una mala asignación de cobertura (“otros humedales”) y C) acercamiento sobre un área de manglar degradado (flecha amarilla) y manglar históricamente perturbado pero asignado como “otros humedales”.....	419
Figura 156. Criterios de adaptación de la restauración de los manglares en Celestún .....	429
Figura 157. Estrategia de restauración ecológica para manglares.....	430

Figura 158. La presencia de manglares en buen estado de conservación es una SbN para hacer frente a las inundaciones causadas por eventos meteorológicos extremos.....	433
Figura 159. Inclusión del carbono azul en las NDC para mitigación y adaptación. Elaboración Rosalía Andrade-Medina.....	435
Figura 160. Composición de la muestra que atención la encuesta de evaluación .....	445
Figura 161. Síntesis de los pasos estratégicos para la socialización de proyectos AbE en el territorio .....	448

## 1.ACRÓNIMOS



<b>AbC</b>	Adaptación basada en Comunidades
<b>AbE</b>	Adaptación basada en Ecosistemas
<b>AbRRD</b>	Adaptación basada en la Reducción del Riesgo de Desastres
<b>ACB</b>	Análisis Costo-Beneficio
<b>Acuerdo de Escazú</b>	Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe
<b>AGEB</b>	Área Geoestadística Básica
<b>AGONU</b>	Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas
<b>AICA</b>	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves
<b>AMUMA</b>	Acuerdos Multilaterales Ambientales
<b>ANP</b>	Área Natural Protegida
<b>ANVCC</b>	Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático
<b>C3</b>	Consejo de Cambio Climático
<b>C6</b>	Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto de Cambio Climático
<b>CAEP</b>	Paquete de Mejora de la Acción Climática (CAEP por sus siglas en inglés)
<b>CC</b>	Cambio Climático
<b>CDB</b>	Convenio sobre la Diversidad Biológica
<b>CDI</b>	Comisión Nacional para el Desarrollo de los pueblos Indígenas
<b>CDNN</b>	Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés)
<b>CENAPRED</b>	Centro Nacional de Prevención de Desastres
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad
<b>CICC</b>	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
<b>CICES</b>	Clasificación Internacional Común de los Servicios de los Ecosistemas (CICES por sus siglas en inglés)
<b>CIGA</b>	Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental
<b>CINVESTAV</b>	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés)
<b>CONABIO</b>	Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad
<b>CONACyT</b>	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
<b>CONAFOR</b>	Comisión Nacional Forestal
<b>CONAGUA</b>	Comisión Nacional del Agua

<b>CONANP</b>	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
<b>CONAPESCA</b>	Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca
<b>CONAPO</b>	Consejo Nacional de Población
<b>CONEVAL</b>	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
<b>COP</b>	Conferencia de las Partes, por sus siglas en inglés
<b>CR</b>	Costos de Reemplazo
<b>CREN</b>	Centro Regional de Educación Normal
<b>DAP</b>	Disposición a Pagar
<b>DDHH</b>	Derechos Humanos
<b>DOF</b>	Diario Oficial de la Federación
<b>DOGEY</b>	Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán
<b>DUMAC</b>	Ducks Unlimited de México A.C.
<b>ECCBIO</b>	Explorador de Cambio Climático y Biodiversidad
<b>ECOSUR</b>	El Colegio de la Frontera Sur
<b>ENA</b>	Encuesta Nacional Agropecuaria
<b>FEBA</b>	Amigos de la Adaptación basada en Ecosistemas (FEBA, por sus siglas en inglés)
<b>FIR</b>	Ficha Informativa Ramsar
<b>FMAM</b>	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés)
<b>FMCN</b>	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza
<b>FOGOMEX</b>	Fondo Golfo de México
<b>FPI</b>	Frecuencia Potencial de Inundaciones
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GFDL</b>	Modelo desarrollado por el laboratorio geofísico de dinámica de fluidos (GFDL, por sus siglas en inglés)
<b>GIS</b>	Sistemas de Información Georreferenciada
<b>ICES</b>	Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Veracruz
<b>IE</b>	Índice de estacionalidad
<b>IEG</b>	Grupo Independiente de Evaluación, por sus siglas en inglés
<b>IMSS</b>	Instituto Mexicano del Seguro Social
<b>INECC</b>	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
<b>INECOL</b>	Instituto de Ecología, A.C.
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística y Geografía

<b>INPC</b>	Índice Nacional de Precios al Consumidor
<b>INPI</b>	Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas
<b>INSABI</b>	Instituto de Salud para el Bienestar
<b>IPC</b>	Índice de Precios al Consumidos
<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés)
<b>ISSSTE</b>	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
<b>IVEECO</b>	Instituto Veracruzano de Ecología S. C.
<b>IWRM</b>	Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (IWRM, por sus siglas en inglés)
<b>LGCC</b>	Ley General de Cambio Climático
<b>LGEEPA</b>	Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
<b>LGVS</b>	Ley General de Vida Silvestre
<b>M&amp;E</b>	Monitoreo y Evaluación
<b>MCG</b>	Modelos de Circulación General
<b>MEA</b>	Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés)
<b>MIA</b>	Manifestaciones de impacto Ambiental
<b>NASSPA</b>	Asociación Norte Americana de Tablestacas de Acero (NASSPA, por sus siglas en inglés)
<b>NCPA</b>	Nuevo Centro de Población Agrícola
<b>NDC</b>	Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés)
<b>NOAA</b>	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés)
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sustentable
<b>OET</b>	Ordenamiento Ecológico Territorial
<b>OSACTT</b>	Órgano Subsidiario de Asesoramientos Científico, Técnico y Tecnológico del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SBSTTA, por sus siglas en inglés)
<b>OSC</b>	Organizaciones de la Sociedad Civil
<b>PACC</b>	Programa de Adaptación al Cambio Climático
<b>PACMUN</b>	Programa de Acción Climática Municipal
<b>PAMIC</b>	Planes de Acción de Manejo Integral de Cuenca
<b>PDZP</b>	Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias
<b>PEACC</b>	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático



<b>PECC</b>	Programa Especial de Cambio Climático
<b>PEMEX</b>	Petróleos Mexicanos
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>PM</b>	Precios de Mercado
<b>PNANP</b>	Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PNUMA</b>	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>POETCY</b>	Programa de ordenamiento ecológico del territorio costero del Estado de Yucatán
<b>PPA</b>	Paridad del Poder Adquisitivo
<b>PRISMA</b>	Elementos de Reporte Preferidos para Reseñas y Metaanálisis (PRISMA, por sus siglas en inglés)
<b>PROMARNAT</b>	Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>PSA</b>	Pago por Servicios Ambientales
<b>RAMSAR</b>	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas
<b>RAN</b>	Registro Agrario Nacional
<b>RBCM</b>	Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano
<b>RBRC</b>	Reserva de la Biósfera "Ría Celestún"
<b>REVIVE</b>	Red de Viveros de Biodiversidad
<b>RTP</b>	Región Terrestre Prioritaria
<b>SADER</b>	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
<b>SAGARPA</b>	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
<b>SALT</b>	Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan
<b>SBN</b>	Soluciones Basadas en la Naturaleza
<b>SCN</b>	Soluciones Climáticas Naturales
<b>SE</b>	Servicios Ecosistémicos
<b>SEDEMA</b>	Secretaría del Medio Ambiente de Veracruz
<b>SEDENA</b>	Secretaría de la Defensa Nacional
<b>SEDESOL</b>	Secretaría de Desarrollo Social
<b>SEDESU</b>	Secretaría de Desarrollo Sustentable de Yucatán
<b>SEFIPLAN</b>	Secretaría de Finanzas y Planeación
<b>SEFOTUR</b>	Secretaría de Fomento Turístico

<b>SEMAR</b>	Secretaría de Marina
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SER</b>	Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group
<b>SIAP</b>	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
<b>SIMAR</b>	Sistema de Información y Análisis de los Ecosistemas Marinos de México
<b>SINACC</b>	Sistema Nacional de Cambio Climático
<b>SMART</b>	Específico, Medible, Alcanzable, Relevante, Limitado en el Tiempo (por sus siglas en inglés)
<b>SMMM</b>	Sistema de Monitoreo de Manglares de México
<b>SNIGF</b>	Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal
<b>SNMS</b>	Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad
<b>SS</b>	Secretaría de Salud
<b>TB</b>	Transferencia de Beneficios
<b>TdC</b>	Teoría del Cambio
<b>TOF</b>	The Ocean Foundation
<b>UE</b>	Unidades Económicas
<b>UICN</b>	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
<b>UMA</b>	Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre
<b>UNAM</b>	Universidad Nacional Autónoma de México
<b>UNID</b>	Universidad Interamericana para el Desarrollo
<b>UNIDEP</b>	Universidad del Desarrollo Profesional
<b>USCUSS</b>	Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura
<b>UV</b>	Universidad Veracruzana
<b>VC</b>	Valoración Contingente
<b>VET</b>	Valor Económico Total
<b>WRI</b>	Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés)

## 2. GLOSARIO

**Adaptación** - Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos (LGCC, 2012).

**Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)** - Uso de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas. Incluye el manejo sostenible, la conservación y la restauración de los ecosistemas para proveer servicios que ayuden a la gente a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático (CDB, 2009).

**Área Natural Protegida** - Zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas (LGEEPA, 2018).

**Carbono azul** - Carbono acumulado en manglares, marismas y pastos marinos, en el suelo, la biomasa aérea viva (hojas, ramas, tallos), la biomasa subterránea viva (raíces) y la biomasa muerta (detritos y madera muerta) (Howard *et al.*, 2018).

**Capacidad adaptativa** – Describe las capacidades de tipo institucional con las que se cuenta para disminuir los potenciales impactos y amenazas relacionadas con la variación climática.

**Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional** - (CDNN o NDC por sus siglas en inglés), conjunto de objetivos y metas, asumidas por México, en el marco del Acuerdo de París, en materia de mitigación y adaptación al cambio climático para cumplir los objetivos a largo plazo de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (LGCC, 2012).

**Enfoque ecosistémico** - Es una estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de aguas y recursos vivos por la que se promueve la conservación y utilización sostenible de modo equitativo; ha sido reconocido como instrumento para luchar contra la pobreza, y establece que los seres humanos, con su diversidad cultural, son un componente integrante de los ecosistemas (Secretaría del CDB, 2004).

**Exposición** – Es el carácter, magnitud y velocidad en la que cambia y varía el clima afectando a un sistema en sus condiciones actuales y las provocadas por el cambio climático.

**Fortalecimiento de capacidades** - Proceso de liberar, fortalecer y mantener la capacidad de las personas, las organizaciones y la sociedad en general para la gestión exitosa de sus asuntos (FAO, 2020).

**Gases de Efecto Invernadero** - Aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación infrarroja (LGCC, 2012).

**Manglar** - Los manglares son una formación vegetal leñosa, densa, arbórea o arbustiva de 1 a 30 metros de altura, compuesta de una o varias especies de mangle y con poca presencia de especies herbáceas y enredaderas (CONABIO, 2020).

**Mitigación** - Aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero (LGCC, 2012).

**Reducción de riesgos de desastres basada en ecosistemas** - Es la gestión sostenible, la conservación y la restauración de los ecosistemas para reducir el riesgo de desastres, con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible y resiliente (Estrella y Saalima, 2013).

**Resiliencia** - Capacidad de los sistemas naturales o sociales para recuperarse o soportar los efectos derivados del cambio climático (LGCC, 2012).

**Restauración** - Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales (LGEEPA, 2018).

**Sensibilidad** - Es el grado en que un sistema es afectado (o puede ser afectado) por el cambio y la variabilidad climática con base en sus características.

**Servicios ecosistémicos** - Contribuciones que los ecosistemas hacen al bienestar humano, distintos de los bienes y servicios que las personas obtienen de ellos (Haines-Young y Potschin, 2018).

**Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)**- Acciones para proteger, manejar y restaurar ecosistemas modificados, que abordan los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad (UICN, 2020).

**Soluciones Climáticas Naturales (SCN)**- Son acciones de conservación, restauración y manejo mejorado del territorio que aumentan el almacenamiento de carbono o evitan las emisiones de gases de efecto invernadero en paisajes y humedales a través del mundo (UNDDC, 2016).

**Sumidero de carbono** - Los sumideros de carbono son reservorios de carbono tales como el suelo, la vegetación, el agua y la atmósfera que absorben y liberan carbono. En conjunto, los sumideros de carbono forman una existencia de carbono (Howard *et al.*, 2018).

**Técnica de chinampas** – Son pequeños montículos que se crean usando pasto, lodo y madera muerta las cuales se convierten en islas artificiales de vegetación de manglar que incrementan las zonas de alimentación, refugio y hábitat para pesquerías y aumentan la biodiversidad.

**Técnica Riley** - La técnica de Riley (1999) se basa en la utilización de tubos de PVC como tutores donde se coloca la planta y se colocan ambos según la elevación del sitio.

**Terraplenes** - Se denomina terraplén a la tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra.

**Vulnerabilidad** - Nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación (LGCC, 2012).

**Vulnerabilidad de un sistema** - Se define por la siguiente ecuación:  $V = E + S - CA$ ; donde: V es la vulnerabilidad; E, la exposición; S, la sensibilidad; y, CA la capacidad adaptativa. La exposición está basada en la frecuencia potencial de inundación cuando rebasa el umbral de precipitación y el índice de estacionalidad de la lluvia, la cual describe su distribución a lo largo del año, tanto en el clima base como en las proyecciones de los escenarios de cambio climático.



### 3. RESUMEN EJECUTIVO

Por su topografía y posición geográfica, así como la situación socioeconómica de gran parte de la población, México es un país altamente vulnerable a los impactos del cambio climático, (SEMARNAT-INECC, 2018). Esto destaca la importancia de promover acciones de adaptación que fortalezcan la capacidad de respuesta a los impactos negativos del cambio climático y que, a su vez, incidan en actividades que promuevan la restauración y conservación del medio ambiente.

El presente proyecto tuvo como objetivo principal acelerar la implementación del componente de adaptación de la NDC mexicana (2015), en particular la Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE), por medio del estudio, priorización y monitoreo de medidas de adaptación en ecosistemas de carbono azul, específicamente manglares, en Tuxpan, Veracruz y Celestún, Yucatán.

Estos municipios fueron seleccionados por tratarse de municipios costeros que se encuentran en el Golfo de México y del Caribe, regiones del país que son particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático, lo que se traduce en peligro para las poblaciones locales, así como la infraestructura estratégica, como los puertos de Tuxpan o los desarrollos turísticos en Celestún.

Las principales amenazas identificadas en los dos municipios son los ciclones tropicales, frentes fríos, lluvias intensas (no relacionadas con ciclones ni con frentes fríos), sequías y ondas de calor. Los principales impactos asociados a ellas son inundaciones, erosión del suelo e incendios. Cabe destacar que Celestún, a diferencia de Tuxpan, no cuenta con un Atlas de riesgos, ni con programas que atiendan el tema de cambio climático.

Las investigaciones iniciales conducidas en el marco de este proyecto indican que existe una gran oportunidad para implementar soluciones de AbE en ambos sitios, a través del mantenimiento y restauración de ecosistemas de manglar, los cuales, además de proteger las costas ante oleaje alto, tormentas y huracanes y aumentar la resiliencia costera ante erosión, también proveen beneficios adicionales como aumento de las pesquerías, actividades de turismo, recreación, captura de carbono y mantenimiento de la biodiversidad local, entre otros.

Con el objetivo de ahondar sobre esta oportunidad, se realizó el rastreo de información para identificar proyectos previos sobre Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) relacionados con la restauración de manglar, con énfasis en el Golfo de México, con ello se hizo una recopilación y análisis de lecciones aprendidas. Con esto se busca iniciar un proceso para generar conocimiento basado en evidencia de experiencias nacionales, específicamente iniciativas con enfoque de AbE y proyectos con potencial de serlo.

En total se mapearon 274 de soluciones basadas en la naturaleza que atendían criterios específicos, vinculados con medidas de adaptación al cambio climático, basadas en ecosistemas, éstos se discuten a mayor detalle en los capítulos 2 y 5. A pesar de las bondades del enfoque AbE, se observó que no se está implementando ampliamente ni se está integrando lo suficiente en los procesos de políticas

nacionales. La falta de datos cuantitativos y cualitativos consistentes sobre la efectividad de la AbE y la extensión de su implementación nacional pueden ser algunas de las barreras para su implementación.

Para seleccionar las medidas AbE más robustas que pudieran aportar información para orientar el proceso de adaptación en Celestún y Tuxpan, se aplicó un filtrado usando los criterios del INECC (2019) –“Criterios mínimos para definir una medida de adaptación de INECC” para definir una medida robusta de adaptación y se agregaron elementos para diferenciar entre acciones enfocadas puramente a restauración y conservación de medidas AbE. Al final de este proceso, se eligieron 18 medidas, de las cuales 5 cuentan con información suficiente para documentar y sistematizar lecciones aprendidas. Basado en estas 18 medidas, se propusieron 61 indicadores que podrán usarse para el monitoreo y evaluación de medidas AbE que se implementen en los sitios seleccionados.

Por otro lado, se realizó un ejercicio de análisis costo-beneficio para evaluar la implementación de medidas AbE en la cuenca baja de Tuxpan, utilizando la suma de flujos anuales durante un periodo de 20 años y una tasa de descuento del 10%, el cual reportó para la conservación de manglares (ingresos netos agrícolas que dejan de percibir los propietarios de la tierra por destinarla a conservación) un valor económico estimado entre \$48.97 y \$1,196.73 millones\* (usando la metodología de ingresos netos). Un ejercicio con las mismas consideraciones se hizo para los servicios ecosistémicos brindados por el manglar:

Servicio Ecosistémico	Metodología usada	Valor económico estimado*
Protección costera	Costos de reemplazo	entre \$234 y \$662 millones de pesos cuando la altura de exposición es de 2 y entre \$351 y \$992 millones de pesos cuando la altura es de 3 metros.
Soporte a la pesquería	Precios de mercado	10.79 millones de pesos
Recursos maderables (leña y postes)	Precios de mercado	Entre \$3.96 y \$19.78 millones de pesos para leña y entre \$15.33 y \$76.63 millones de pesos para postes.
Recreación	Transferencia de beneficios	Entre \$27 y \$266 y entre \$369 y \$3,692 millones de pesos si se consideran las estimaciones para México y las estimaciones a nivel internacional que consideran todas las actividades de recreación, respectivamente.

\*MXN al 2020

Si se consideran los valores promedio de cada uno de los componentes de los beneficios y de los costos, se tiene que la razón entre beneficios y costos de la conservación de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan es de 2.91, esto es, los beneficios son 2.91 veces los costos. Asimismo, al tomar los valores mínimos de la mediana y máximos, la razón de beneficios sobre costos es de 5.62, 1.73 y 3.99, respectivamente. Por lo tanto, la conservación es viable económicamente una vez que se consideran los servicios ecosistémicos que brinda el manglar.

Con la finalidad de fortalecer los análisis (selección de sitios, búsqueda de medidas y factibilidad económica) descritos hasta ahora, se buscó identificar una serie de elementos que, desde lo técnico, político y social, habilitaran la implementación de medidas AbE en los sitios seleccionados. Para ello se hizo una revisión del contexto internacional y nacional sobre la vinculación entre derechos humanos, la política y la implementación de la adaptación. Lo anterior fue retroalimentado con una revisión de las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC) de países con estructuras sociales, ambientales y económicas similares a México. Esto permitió identificar un catálogo de posibles medidas adicionales, complementarias o sinérgicas a las ya presentes en los compromisos del país.

Los factores habilitantes identificados fueron:

- ❖ La gestión sostenible e integrada de los ecosistemas interdependientes debe promover el aumento de la resiliencia social, ambiental y económica de las comunidades costeras de la región.
- ❖ La participación social y el involucramiento comunitario han de ser transversales y constantes a lo largo del proceso de adaptación; cuanto antes suceda, mejor.
- ❖ El enfoque de género desde su interseccionalidad con factores como la etnia, condición migratoria o discapacidad ha de ser aplicado de forma continua a lo largo del proyecto para lograr el empoderamiento de las comunidades y la resiliencia del socio-ecosistema.
- ❖ Un enfoque multisectorial y una coordinación interinstitucional transparente y fluida facilitan la diversificación de roles y maximiza la eficiencia de las fortalezas individuales.
- ❖ La incertidumbre y complejidad del ecosistema de manglar habrán de ser internalizadas en proyectos fuertemente orientados hacia los resultados, a través del manejo adaptativo y de un diseño metodológico robusto.

Además de estos factores, es importante acompañar el proceso de adaptación con un sistema de monitoreo y evaluación (M&E) para evaluar el éxito de las acciones y estrategias de AbE implementadas, que a su vez permita la documentación del conocimiento generado durante todo el proceso y la sistematización de las lecciones aprendidas. Para esto se propone el uso de las 4 herramientas diseñadas por el INECC para evaluar y monitorear medidas de adaptación. Además, es imprescindible contar con el involucramiento de los ciudadanos, Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) y gobiernos locales que participan en el proyecto y el acompañamiento de los expertos que lo promueven. Asimismo, es vital que los proyectos tengan un monitoreo después de su “conclusión” para asegurar que los resultados se mantengan con el tiempo, aun cuando el financiamiento haya concluido.

En esta línea y con el objetivo de fortalecer los sistemas de M&E a nivel local, se llevó a cabo el “Taller con actores clave para obtener insumos que contribuyan a una propuesta metodológica para la implementación de un sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de medidas de adaptación” que propició el intercambio de experiencias relacionadas con la identificación, diseño, priorización, ubicación de fuentes y selección de indicadores, así como en la aportación de otros elementos que fueran relevantes de considerar al momento de implementar un sistema de M&E. En este evento también se socializaron las herramientas del INECC y se recibió retroalimentación por parte de los asistentes.

La sistematización de este conocimiento derivó en la propuesta de dos metodologías: una relacionada con indicadores y otra con el proceso de implementación de un sistema de M&E. Un sistema de M&E bien diseñado e implementado produce conocimiento sobre los enfoques y metodologías utilizadas, la forma y el nivel de involucramiento de los actores sociales, los beneficios generados, los impactos no esperados y las áreas de mejora, lo cual favorece el aprendizaje social mediante el intercambio de experiencias y lecciones aprendidas durante el proceso de adaptación.

Es importante resaltar que la implementación de medidas AbE que involucren ecosistemas de manglar traerá beneficios no sólo en materia de adaptación, sino también mitigación. Los manglares, junto con otros ecosistemas costeros como pastos marinos y marismas, han sido reconocidos como ecosistemas de carbono azul debido a su gran capacidad para almacenar carbono en sus estructuras aéreas y subterráneas, así como el suelo. Las medidas AbE con manglares representan una gran oportunidad en el cumplimiento de los compromisos internacionales del país adquiridos a través de su NDC, actualizada en 2020.

Para lo anterior se debe considerar que el almacén de carbono promedio en manglares del Golfo de México es de  $501 \pm 376 \text{ Mg C ha}^{-1}$  ( $458.75 - 3218.59 \text{ tCO}_2 \text{ ha}^{-1}$ )<sup>1</sup>. Esta estimación varía de acuerdo con la fuente de información sobre la extensión del ecosistema. Sin embargo, considerando que las áreas degradadas de manglar en el Golfo de México de 2015 a 2020 corresponden a 7,057 ha, las emisiones por pérdida de manglares han sido de 3.24 M t CO<sub>2</sub>e. En promedio se estima que, al perderse el manglar, se pierde también el 25% del almacén total, bajo un enfoque conservador.

Para los casos de Celestún y Tuxpan, se estima que el almacén de carbono promedio es de  $655 \pm 129 \text{ Mg C ha}^{-1}$  (aéreo + subterráneo) y  $194 \pm 19 \text{ Mg C ha}^{-1}$  (aéreo), respectivamente. Es importante mencionar que para Tuxpan no existen evaluaciones locales de los almacenes de carbono del suelo. Existen menos datos reportados en carbono en suelo, comparado con carbono aéreo.

Finalmente, luego de demostrar la importancia y las bondades de las medidas AbE vinculadas a manglares, así como explorar las viabilidades para su implementación, el proyecto resalta la importancia de promover procesos participativos robustos, que garanticen el apropiamiento de las medidas a lo largo de todo el proceso de adaptación. El diseño de una adecuada estrategia de socialización de la medida de contemplar las características de los grupos objetivos (segmentarlos), a su vez que debe identificar el momento oportuno dentro del proceso de adaptación. Esto promoverá el interés y, como consecuencia, la participación de los actores involucrados, que culminará en el fortalecimiento de capacidades en todos los niveles y de manera transversal, así como en el apropiamiento de la medida, lo que podría detonar la sostenibilidad de sus actividades, beneficios y co-beneficios en el tiempo.

Entre las conclusiones y lecciones aprendidas que se obtuvieron de este proyecto se encuentran:

---

<sup>1</sup> Expresado como rango y empleando el factor de conversión para expresar el Carbono orgánico como CO<sub>2</sub>

- Resulta valioso confirmar y contrastar los hallazgos de gabinete con grupos de actores involucrados en el diseño e implementación, así como probar en el nivel teórico y práctico las herramientas, proponiendo los ajustes necesarios conforme a los insumos recibidos en sesiones de trabajo.
- No se alcanza una plena participación bajo el formato o modalidad electrónica y a distancia. Durante el proyecto no fue posible llegar al nivel local-comunitario.
- Se requiere expandir y profundizar la difusión del marco conceptual y técnico que acompaña a los temas de AbE y SbN.

Finalmente, cabe mencionar que como consecuencia de la pandemia por SARS-CoV-2, el proyecto debió ajustar diversos alcances. En este sentido, una adaptación importante fue la de evitar el desarrollo de encuentros presenciales y visitas a nivel territorial. Dados los objetivos generales de aportar, probar, ensayar, ajustar las diversas herramientas sobre adaptación en un entorno de AbE a nivel costero, fue indispensable generar ejercicios sustitutos. Muestra de ello, por ejemplo, fueron los talleres con actores locales, implementadores y otros actores relevantes que se realizaron de manera virtual, a través de la plataforma zoom.



## 4. INTRODUCCIÓN

El Acuerdo de París y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible son acuerdos históricos que ofrecen una oportunidad para alinear la agenda climática y la de desarrollo sostenible, a fin de estimular el crecimiento económico y mejorar el bienestar de todas las personas y ecosistemas (NDC Partnership, 2019).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es un plan de acción global que aborda, a través de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), 169 metas para hacer frente a los desafíos globales. Algunos de los objetivos de la Agenda 2030 están estrechamente relacionados con la erradicación de la pobreza en sus varios aspectos.

Por su parte, las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC), la esencia de El Acuerdo de París, encarnan los esfuerzos de cada nación para reducir emisiones nacionales y crear resiliencia social y ambiental ante los efectos negativos del cambio climático.

Resulta primordial promover la implementación coherente, integrada y mutuamente beneficiosa de las medidas adoptadas en el Acuerdo de París, la Agenda 2030 y otros Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, incluido el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, así como la Convención Relativa a los humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.

El presente proyecto se desarrolló en el marco del NDC Partnership, que es el Paquete para la Acción Climática Mejorada, o CAEP (Climate Action Enhancement Package), cuyo objetivo es brindar apoyo para actualizar, mejorar y acelerar la implementación de las NDC.

Las actividades realizadas en el marco de este proyecto se alinean al componente de adaptación de la Contribución Determinada a nivel Nacional (2020), relacionado con el Eje C. Conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos. Específicamente en su línea de acción: C3. Fortalecer instrumentos e implementar acciones para la conservación de la biodiversidad y restauración en ecosistemas marinos, costeros y dulceacuícolas, así como promover el incremento y permanencia de reservorios de carbono, haciendo énfasis en el carbono azul.

El objetivo que se busca es acelerar la implementación del componente de adaptación de la NDC mexicana (2020), en particular la adaptación basada en ecosistemas (AbE), por medio del estudio, priorización y monitoreo de medidas de adaptación en ecosistemas de carbono azul, específicamente manglares, en Tuxpan, Veracruz y Celestún, Yucatán.

Este objetivo se abordó a través de nueve objetivos específicos:

1. Generación de una caracterización ambiental y socioeconómica de los sitios.
2. Compilación de información (experiencias y lecciones aprendidas) de proyectos previos relacionados con la restauración y rehabilitación de manglar, vinculada a la adaptación ante el cambio climático y el aumento

- de la resiliencia costera, incluyendo experiencias en los sitios piloto y otros proyectos relevantes de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN).
3. Análisis económico de las opciones de SbN, en particular adaptación basada en ecosistemas (enfoque en ecosistemas costeros).
  4. Identificar opciones de SbN para la adaptación al cambio climático, incluyendo sistemas productivos sostenibles y el mantenimiento, restauración y conservación de ecosistemas costeros.
  5. Recomendaciones para escalar y/o replicar iniciativas exitosas de restauración de ecosistemas costeros (manglares), como SbN para impulsar las capacidades de adaptación de las comunidades costeras, vinculado con la NDC de México.
  6. Proponer un sistema de monitoreo y evaluación de medidas de adaptación en Tuxpan, con el potencial de ser escalado, con información proporcionada por el INECC e indicadores generados por esta institución.
  7. Compilación de recomendaciones y metodologías potenciales para el establecimiento de una línea base de carbono azul de ecosistemas costeros, encontrando sinergias con herramientas y opciones identificadas en ejercicios previos.
  8. Diseñar y llevar a cabo una estrategia para el fortalecimiento de las capacidades adaptativas de las autoridades y comunidades locales, relacionadas con la restauración y conservación de manglares, enfatizando los co-beneficios climáticos y sociales de dichas iniciativas.
  9. Fortalecer el diseño de las estrategias de adaptación basada en ecosistemas en conjunto con las poblaciones locales, favoreciendo la apropiación de la comunidad de los proyectos y sus resultados. Incluyendo criterios como conocimiento local, experiencia de la población objetivo, vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático y percepción de las medidas de adaptación.

Para orientarse en el cumplimiento de estos objetivos se revisaron iniciativas previas, aprovechando las experiencias y lecciones aprendidas de programas anteriores, como el proyecto “Conservación de cuencas costeras en el contexto de cambio climático” (C6) y el Proyecto “Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático”.

En este sentido, se identificaron las actividades relacionadas con la restauración ecológica de ecosistemas de manglar en el Golfo de México con énfasis en los municipios de Tuxpan, Veracruz y de Celestún, Yucatán. Esta información fue retroalimentada y fortalecida con la realización de talleres con expertos en el tema y con la revisión de bibliografía y el asesoramiento del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, (INECC).

Para la presentación de los productos generados durante este proyecto y los principales resultados obtenidos, este documento se ha estructurado en ocho capítulos, cuyo contenido se describe brevemente a continuación:

**Capítulo I:** Diagnóstico social y ambiental de Tuxpan, Veracruz y Celestún, Yucatán. Presenta una descripción de las características económicas, sociales y ambientales de los municipios seleccionados. Se enfoca en los aspectos (humanos y naturales) que los hacen vulnerables al cambio climático y aborda la importancia de la restauración/conservación del manglar presente en la zona como un medio para

proteger a la población y sus actividades ante los aspectos negativos del cambio climático.

**Capítulo II:** Compilación de experiencias y lecciones aprendidas de proyectos relacionados con la restauración, manejo y conservación de manglar, en un contexto de adaptación al cambio climático. Presenta y aplica una metodología para el rastreo de proyectos enfocados en la restauración, manejo y conservación de manglar en el periodo 2005 a 2020 en el Golfo de México. Los resultados se presentan en fichas que se clasificaron en dos tipos: a) de restauración y b) de medidas de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE).

**Capítulo III:** Identificación de opciones basadas en soluciones naturales para la adaptación al cambio climático. Contiene una base de datos ampliada de los proyectos reportados en el capítulo II. Se presenta y se aplica una metodología para la identificación de medidas AbE. Incluye una propuesta de medidas AbE cuyas lecciones aprendidas pueden guiar el proceso de adaptación en Tuxpan y Celestún. También se añade una base de datos con indicadores para el Monitoreo y Evaluación (M&E) de estas medidas.

**Capítulo IV:** Análisis de costo-beneficio para las opciones de SbN. Presenta y aplica una metodología para llevar a cabo un análisis costo-beneficio (ACB) de la conservación de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan, Veracruz, generada a partir de una revisión sistemática de literatura sobre métodos de valoración económica de servicios ecosistémicos directos que brindan los manglares. Se presentan los resultados de las distintas valoraciones económicas de beneficios y costos de la conservación.

**Capítulo V:** Guía con las recomendaciones y metodologías para escalar y replicar iniciativas exitosas de restauración en la región. Presenta una serie de factores habilitantes para llevar a cabo buena adaptación con medidas AbE en sitios costeros del Golfo de México que contienen ecosistemas de Manglar. Contiene un análisis de instrumentos internacionales, así como de la política y las acciones nacionales relacionadas al enfoque de AbE. También incluye revisión de medidas AbE y de restauración exitosas implementadas en ecosistemas del Golfo de México.

**Capítulo VI:** Sistema de monitoreo y evaluación en el sitio, considerando el sistema de monitoreo y evaluación existente y las herramientas desarrolladas por el INECC. Comprende la propuesta de una metodología para la implementación de un sistema de M&E para medidas AbE que impliquen manglares en el Golfo de México, así como una metodología para la identificación, diseño, priorización y selección de indicadores para su monitoreo y evaluación. Ambas metodologías incluyen los resultados obtenidos de un taller con expertos en procesos de monitoreo y evaluación (de la sociedad civil e instituciones locales, estatales y federales) de medidas AbE realizado durante este entregable.

**Capítulo VII:** Síntesis basada en el análisis y diagnóstico documental sobre carbono en manglares de los municipios costeros del Golfo de México. Provee información acerca de la importancia que tienen los manglares y sus almacenes de carbono para la mitigación y adaptación al cambio climático. Presenta una guía de las metodologías para estimar el carbono almacenado en estos ecosistemas, teniendo

como área de interés la región que incluye los estados de Tamaulipas a Yucatán. Contiene un análisis de vulnerabilidad ambiental de los manglares de Celestún.

**Capítulo VIII:** Diseño de la estrategia de socialización con la comunidad, actores gubernamentales relevantes y otros actores. Presenta una recopilación de los resultados y lecciones aprendidas de todos los capítulos anteriores. Incluye una propuesta de metodología de socialización de proyectos AbE, generada a partir de información reunida durante un taller que se llevó a cabo con expertos implementadores (de la sociedad civil e instituciones locales, estatales y federales) y de los resultados de cada entregable. Incorpora una sección de lecciones aprendidas y conclusiones globales del proyecto.

## 4.1 CONTEXTO GENERAL DEL PROYECTO

El enfoque del proyecto yace en los municipios de Tuxpan, Veracruz y de Celestún, Yucatán. Como se mencionó anteriormente, son regiones del territorio nacional particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático (Appendini *et al.*, 2019; González-Gaudiano *et al.*, 2018). Poniendo en riesgo poblaciones, infraestructura estratégica, así como los ecosistemas locales, en este caso, manglares y dunas, los cuales también serán afectados por el cambio climático, generando un círculo vicioso de pérdida de oportunidades de empleo, servicios ecosistémicos e infraestructura verde.

Desde 1999, se predecía que “el aumento del nivel del mar debido al calentamiento global impactaría casi la mitad del litoral del Golfo de México” (Ortiz y Méndez, 1999). Ortiz y Méndez (1999) estimaban que el 46.2% de la costa del Golfo de México, sobre todo del centro hacia el sureste, era susceptible al ascenso del nivel del mar, lo cual se corroboró con la información del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC; INECC, 2019).

Asimismo, en ambos municipios existen esfuerzos que el INECC ha llevado a cabo a través de proyectos estratégicos, como el Proyecto “Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto de Cambio Climático (C6)” y el Proyecto “Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático”. Ambos proyectos poseen un enfoque de AbE, incluyendo la conservación y restauración de manglares con componentes de tipo socioeconómico local.

Además, a través de los capítulos se señala que ambos municipios, Tuxpan y Celestún, así como los estados donde se encuentran, cuentan con extensiones de ecosistema de manglar, los cuales tienen el potencial de fortalecer la resiliencia de las comunidades y reducir los impactos del cambio climático en infraestructura costera (Blankespoor *et al.*, 2017). Por ejemplo, Yucatán es el segundo estado del país con mayor extensión de ecosistema de manglar (93,171 ha), siendo Celestún el segundo municipio con mayor extensión de manglar en el estado, con 28,304 ha (Kumagai *et al.*, 2020); por su parte, el estado de Veracruz ocupa el cuarto lugar en extensión de manglar (38,311 ha).

La Península de Yucatán tiene las tasas más altas de precipitación vinculada a huracanes de categoría alta, además de la tasa de crecimiento demográfico más

alta en las principales ciudades turísticas. Por otro lado, el Estado de Veracruz tiene un alto nivel de exposición a fenómenos hidrometeorológicos debido a su ubicación geográfica en el Golfo de México, con un litoral de 745 km, que se enfrenta a huracanes y ciclones cada temporada. El cambio climático intensificará dichos fenómenos, resultando en eventos más frecuentes y con mayor impacto. A la vez, la falta de planeación y control del desarrollo urbano costero, asociado tanto al turismo como a la agricultura, actividades petroleras, portuarias y pesquerías, aumenta la exposición de las comunidades e infraestructura a el impacto de fenómenos hidrometeorológicos (Appendini *et al.*, 2019; González-Gaudio *et al.*, 2018).

En breve, las investigaciones iniciales conducidas en el marco de este proyecto indican que hay una gran oportunidad para implementar soluciones de AbE en ambos sitios dependen altamente de su capital costero, en forma de pesquerías, infraestructura estratégica y actividad turística (Capitanach y Díaz, 2019; Cinco-Castro y Herrera-Silveira, 2020). Por otro lado, el desarrollo urbano, turístico y de infraestructura han afectado significativamente los ecosistemas costeros, incluidos los manglares (López-Portillo *et al.*, 2017; Spalding *et al.*, 2010), reduciendo la resiliencia y capacidad adaptativa de las costas y poblaciones aledañas.

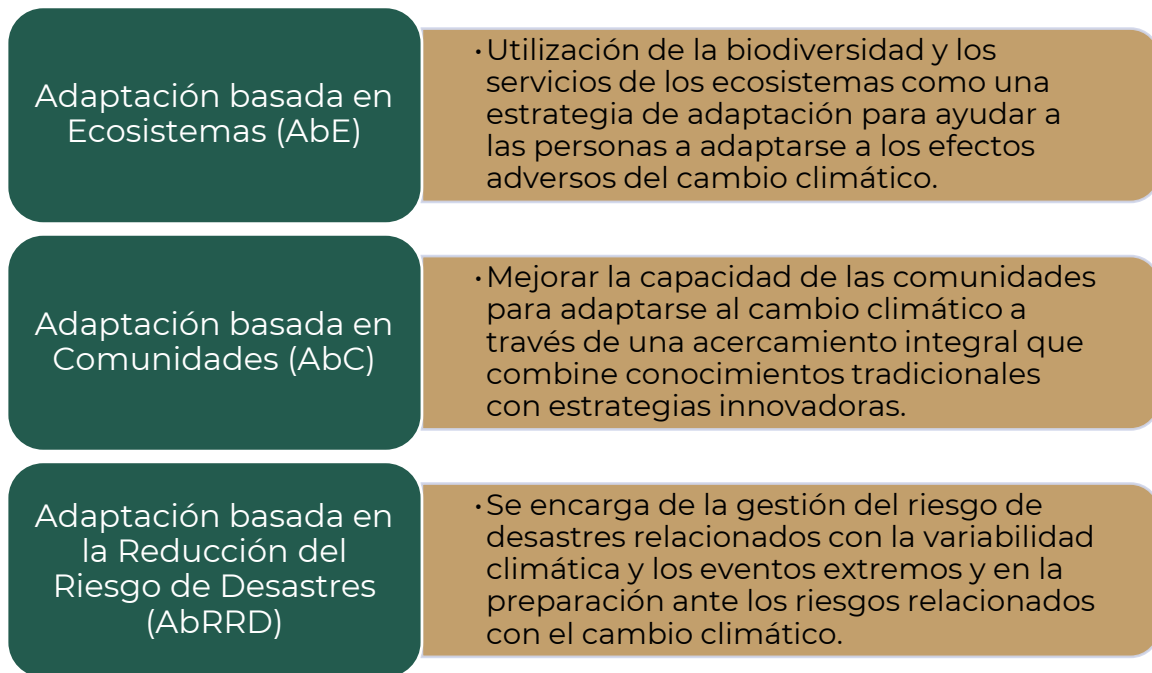
La premisa del proyecto se basa en que, a través del mantenimiento y restauración de ecosistemas de manglar, se aumenta la capacidad adaptativa de las comunidades y ecosistemas aledaños, siempre y cuando estas intervenciones cumplan con criterios mínimos de adaptación en su planeación y desarrollo. Los manglares abonan a la resiliencia costera, ya que protegen las costas ante oleaje alto, tormentas y huracanes, aumentan la resiliencia ante fenómenos como la erosión y aumento de salinidad del agua, mientras que mantienen y potencian beneficios adicionales como el aumento de las pesquerías, actividades de turismo y recreación, captura de carbono, y mantenimiento de la biodiversidad local (Chow, 2018).

## 4.2 SbN, adaptación y sus enfoques

La **adaptación** se define como “las medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos” (INECC, 2020).

Su principal objetivo es disminuir la vulnerabilidad, ya sea a través de la reducción de la sensibilidad o del aumento de la capacidad adaptativa. Para cumplir con esta meta, la adaptación puede implementarse a través de 3 enfoques (Figura 1):



**Figura 1.** Enfoques de adaptación al cambio climático en México

**Fuente:** modificado de INECC, 2020

### Proceso de adaptación

Para la ejecución exitosa de las medidas de adaptación, se deben llevar a cabo una serie de pasos denominados “proceso de adaptación al cambio climático”. El INECC (2020) elaboró un marco conceptual que considera cuatro fases generales, las cuales por sí mismas, presentan una serie de acciones que deben desarrollarse para la correcta ejecución de las medidas de adaptación bajo un enfoque de género y con la participación de la sociedad (Figura 2).

**Figura 2.** Fases del marco conceptual para llevar a cabo el proceso de adaptación al cambio climático



Fuente: INECC, 2020

**Evaluación de la vulnerabilidad actual y futura:** se identifican los peligros asociados a eventos climáticos actuales y futuros y se evalúan las características económicas, sociales y ambientales del sistema y el análisis de la capacidad adaptativa. La vulnerabilidad está en función de su exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

**Diseño de medidas de adaptación:** esta etapa se alimenta de los resultados obtenidos en el paso de evaluación para desarrollar los elementos técnicos en forma de acciones con el objetivo de disminuir la vulnerabilidad identificada, a través de la reducción de la sensibilidad o del aumento de la capacidad adaptativa. Un elemento crucial es considerar el contexto de las condiciones locales, tanto sociales, económicas y ecológicas (importantes para las medidas AbE), así mismo se deben tomar en cuenta condiciones financieras.

**Implementación de medidas de adaptación:** se centra en aplicarla y poner en marcha de manera integrada y organizada, las actividades propuestas en la fase de diseño; durante esta etapa es importante generar acuerdos entre los distintos actores, con el fin de promover la sostenibilidad de las acciones y fortalecer las capacidades de la población.

**Monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación:** esta fase consiste en evaluar el diseño de las medidas de adaptación, monitorear su implementación y evaluar el cumplimiento de sus objetivos. Para lograrlo, es necesario involucrar a los actores relevantes y definir una serie de indicadores para medir los procesos identificados como ejes dentro de la medida. Como resultado de esta fase se pretende la recopilación, documentación y sistematización de lecciones aprendidas que permitan hacer los ajustes necesarios en la medida evaluada y/u orientar en el proceso de adaptación en medidas similares para sitios con las mismas características. Otro de los objetivos de esta fase es, identificar el impacto sobre la reducción de la vulnerabilidad del sistema y la sostenibilidad de las medidas. En esta fase es importante la documentación y seguimiento de las variables que den información sobre los avances de la medida y sistematizar las lecciones aprendidas.

### 4.3 El enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) y Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) (Figura 3) consideran aquellas acciones que tiene su fundamento en los ecosistemas y los servicios que éstos proveen a la humanidad a fin de poder enfrentar diversos desafíos. Estas acciones son cada vez más aceptadas como una alternativa a las inversiones en infraestructura "gris", ya que a menudo implican menores costos y proveen mayores co-beneficios (Waring *et al.*, 2020).

Estas soluciones son definidas como acciones para proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible los ecosistemas naturales o modificados que hacen frente a los desafíos sociales y ambientales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad (UICN, 2016).

Figura 3. Soluciones basadas en la naturaleza



Fuente: UICN 2016.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha señalado principios que sustentan las soluciones basadas en la naturaleza (UICN, 2016).

1. Adoptan las normas y principios de conservación de la naturaleza.
2. Puede implementarse solo o de manera integrada con otros desafíos sociales.
3. Están determinadas por contextos naturales y culturales específicos del sitio que incluyen conocimientos tradicionales, locales y científicos.
4. Producen beneficios sociales de manera justa y equitativa, de manera que promueva la transparencia y una amplia participación.
5. Mantienen la diversidad biológica y cultural y la capacidad de los ecosistemas para evolucionar con el tiempo.
6. Se aplican a escala en un paisaje.
7. Reconocen y abordan el compromiso entre la obtención de unos pocos beneficios económicos inmediatos para el desarrollo y las opciones futuras para la producción de la gama completa de servicios de los ecosistemas.
8. Forman parte integral del diseño general de políticas y medidas o acciones para abordar un desafío específico.

Las SbN pueden abordar, de manera simultánea, diversos de los principales retos asociados a la sostenibilidad de la sociedad, incluyendo la reducción de riesgo de desastres, la mitigación y adaptación al cambio climático, la seguridad alimentaria, la seguridad hídrica, biodiversidad y la salud humana. Estas soluciones se enfocan en aprovechar la estructura y función natural altamente sofisticada encerrada en ecosistemas naturales bien conservados para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones humanas que habitan bajo la influencia de estos entornos complejos

(Cousins, 2021). Además, pueden contribuir al desarrollo económico y la creación de empleos (WWF-ILO, 2020).

### **Beneficios socioeconómicos y a la naturaleza**

Este tipo de acciones SbN pueden apoyar la creación de empleos, así como producir y mantener capital natural y activos productivos. En muchos casos, es una opción de bajo costo para incrementar el número de empleos, la productividad y la actividad económica (WWF-ILO, 2020). Por otro lado, contribuyen con la protección de los recursos naturales y la preservación de los servicios ecosistémicos, mejorando la calidad de los ecosistemas.

### **Reducción de riesgo de desastres**

La ONU considera la reducción del riesgo de desastres como una parte integral del desarrollo social y económico (ONU, 2020). Algunas SbN planeadas para la reducción del riesgo de desastres, tales como la reforestación y la restauración de humedales, pueden crear oportunidades de empleo a una mayor escala y a mayores periodos de tiempo que otros enfoques de SbN (WWF-ILO, 2020). Estos enfoques pueden reducir el riesgo de erosión, deslizamiento de tierras e inundaciones, aumentando la resiliencia de los ecosistemas ante el cambio climático; además, pueden evitar o reducir las pérdidas humanas y materiales (Ross *et al.*, 2019).

Por otro lado, las SbN pueden también contribuir al manejo costero sostenible, lo cual provee múltiples beneficios económicos para el manejo adaptativo de los hábitats costeros, ya que más del 40% de la población mundial vive en o cerca de las áreas costeras. En México, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI, la población total de los estados costeros en México fue de 57,919,913 habitantes, un 45.96% del total nacional (INEGI, 2021). La restauración y protección de manglares tiene un gran potencial para la adaptación de las comunidades al cambio climático. La restauración de manglares puede brindar protección ante el aumento del nivel del mar y generar ingresos netos, al mismo tiempo que asegura el suministro de alimentos y los medios de vida de las comunidades, mejorando la calidad de agua, reduciendo los impactos de tormentas y generando ingresos para las comunidades locales (WWF-ILO, 2020).

Por ejemplo, un estudio reciente (Menéndez, 2020), encontró que los manglares pueden brindar beneficios ante la protección de inundaciones de más de USD \$65 mil millones por año, mientras que su pérdida a nivel global llevaría a que 15 millones de personas alrededor del mundo sufrieran de inundaciones cada año.

### **SbN y Salud humana**

La conservación y protección de los ecosistemas tienen un papel crucial para detener los brotes de enfermedades infecciosas, que representan un riesgo severo a la salud humana (WWF-ILO, 2020). Las SbN enfocadas a la salud humana pueden mejorar la calidad de vida de las personas, permitiendo el acceso a la naturaleza, promoviendo una mejor salud bienestar y cohesión social.

### **Seguridad alimentaria**

La SbN agroecología o la infraestructura verde, incluyendo innovaciones agrícolas, son SbN que pueden contribuir a garantizar la seguridad alimentaria al tiempo de generar beneficios económicos. Existe una gran variedad de prácticas agrícolas

que aprovechan la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para ayudar a aumentar la resiliencia de los cultivos o del ganado frente al cambio climático, por ejemplo, la agroforestería y los sistemas silvopastoriles (Nature-based Solutions Initiative, 2021).

Por otro lado, la conservación y fortalecimiento de los ecosistemas costeros y marinos a través de SbN pueden tener importantes contribuciones para la creación de empleos y la seguridad alimentaria, a través de la mejora de los recursos pesqueros, como sistemas integrales de manglares y pesquerías, el manejo comunitario de las pesquerías y el diseño de reservas para el aumento de la productividad a largo plazo y la dispersión de las especies hacia áreas adyacentes (WWF-ILO, 2020).

### Seguridad hídrica

De igual manera, las SbN pueden ayudar a aumentar la disponibilidad y calidad del agua. Los proyectos que protegen bosques, humedales y suelos pueden reducir la carga de sedimentos, capturar y retener contaminantes y mejorar el reciclado de nutrientes, mejorando la calidad del agua (WWF-ILO, 2020). La combinación entre infraestructura gris y verde disminuye los costos de gestión. La protección de las cuencas ofrece la fuente de suministro de agua potable, mientras que la recolección y tratamiento de aguas residuales complementan la gestión integrada de los recursos hídricos (Vörösmarty *et al.*, 2018).

### SbN Cambio climático

Estas soluciones pueden ser una manera sostenible y costo-efectiva de reducir la vulnerabilidad de las comunidades ante el cambio climático, al mismo tiempo que se mantienen o restauran los servicios ecosistémicos. Algunos estudios sugieren que las SbN podrían representar hasta un 30% del potencial de mitigación climática a nivel global (Seddon *et al.*, 2019). Este tipo de soluciones, pueden aportar resultados de mitigación y adaptación, con beneficios económicos, sociales y ecológicos para los actores y autoridades locales, regionales y nacionales (IPCC, 2018). Las SbN representan un componente clave para lidiar con la actual emergencia climática.

Por otra parte, las SbN se refieren a un concepto general bajo el cual se encuentra la AbE, esta última definida como la “utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas para avanzar objetivos de adaptación ante el cambio climático” (CDB, 2009), como parte de una estrategia más amplia de adaptación.

La AbE considera la conservación, restauración y manejo sustentable de los ecosistemas y de los servicios ambientales como estrategia para la adaptación al cambio climático de comunidades (INECC, 2016). Su propósito es mantener y aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las personas, como uno de los tres enfoques de la adaptación, junto con adaptación del sector social y adaptación de los sistemas productivos y de infraestructura estratégica, para el diseño e implementación de medidas de adaptación al cambio climático, por los servicios de regulación, provisión y soporte que brindan (INECC, 2018).



Ésta puede ser implementada a nivel local, nacional y regional, pudiendo generar beneficios a corto y largo plazo. Ejemplos de AbE incluyen: la restauración de manglares para reducir el impacto del oleaje, las inundaciones y la erosión costera; la gestión sostenible de cabeceras de cuenca para mantener o mejorar la calidad y el flujo del agua; o la reforestación para estabilizar taludes de tierra y evitar deslizamientos (CBD, 2009).

Las actividades y estrategias de AbE pueden generar beneficios sociales, económicos, ambientales y culturales, a la vez que contribuyen a la conservación de la biodiversidad. La AbE es una forma de adaptación accesible a las poblaciones rurales en condición de pobreza y pobreza extrema, dada su interacción y en muchos casos dependencia de los ecosistemas. Numerosos estudios de caso e investigación científica documentan el papel que desempeñan los ecosistemas forestales en el crecimiento económico nacional, el desarrollo rural y los medios de vida (Spalding *et al.*, 2014; Cheng *et al.*, 2019). También aumenta la evidencia sobre cómo la silvicultura contribuye al logro de todos los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS), especialmente los relacionados con la pobreza, el hambre, el medio ambiente y la acción por el clima (Timko *et al.*, 2018).

Asimismo, la AbE puede contribuir a preservar el conocimiento tradicional y local y los valores culturales, a través de la conservación de los ecosistemas locales. A la vez, puede vincularse con la mitigación del cambio climático, dado que ecosistemas como bosques y humedales saludables y manejados adecuadamente tienen el potencial de secuestrar y almacenar carbono (Lhumeau y Cordero, 2012). Las actividades de restauración, conservación y manejo rentables son consideradas como SbN enfocadas en carbono azul y, mediante estas, es posible almacenar alrededor del 0,5% de las emisiones globales (Von *et al.*, 2020).

En México, se estima que más de 11 millones de personas viven en comunidades asentadas en ecosistemas forestales (CONAFOR, 2014). Para millones de personas que viven en la pobreza, los recursos forestales no solo proporcionan alimentos, combustible para cocinar y calentarse, medicinas y áreas de recreación, sino que también funcionan como redes de seguridad en crisis o emergencias, por ejemplo, cuando las cosechas fallan o cuando los y las cabezas de familia no pueden participar en actividades productivas, los recursos forestales generan ingresos mediante el empleo y la venta de excedentes de bienes y servicios (FAO, 2015). Por ello, los enfoques de AbE y SbN cobran mayor relevancia en el contexto nacional.

Por el gran potencial de adaptación y mitigación del cambio climático que brindan los ecosistemas de manglar, su importancia biológica, económica y social, y su amplia distribución en el país, existe una gran oportunidad para que México implemente SbN, específicamente AbE, a través de la conservación, restauración y mantenimiento de ecosistemas de manglar, siguiendo criterios de implementación y desarrollo específicos, que busquen potenciar la adaptación; generándose a la vez oportunidades directas para el desarrollo sostenible de las comunidades costeras, el fortalecimiento de los medios de vida y de las actividades productivas y económicas asociadas a la salud de los manglares, tales como el ecoturismo y la pesca (Chow, 2018, Domínguez-Domínguez *et al.*, 2019).

## 4.4 Importancia de los manglares y su potencial como Solución Basada en la Naturaleza

Los manglares son hábitats costeros altamente productivos, compuestos por grupos de árboles y arbustos en la zona intermareal costera. Estos árboles crecen en latitudes tropicales y subtropicales, cerca del ecuador, ya que tienen una baja tolerancia a las bajas temperaturas (Zhang *et al.*, 2012). Son ecosistemas de formaciones vegetales de árboles y arbustos con adaptaciones morfológicas y fisiológicas especiales que les permiten hacer frente a condiciones anóxicas del sedimento y a altas salinidades (CONABIO, 2009).

Geográficamente, se distribuyen en la franja tropical y subtropical del planeta (Lara-Domínguez *et al.*, 2005), entre los 30° de latitud norte y sur (Tomlinson, 1986). Se ubican en la zona de transición entre ecosistemas terrestres y marinos, asociados principalmente a la zona intermareal de deltas de ríos y estuarios. En términos generales, estos ecosistemas cubren cerca del 75% de la línea de costa a nivel mundial (Kangas y Lugo, 1990) con 137,760 km<sup>2</sup>, equivalente al 0,7% de los bosques tropicales en el mundo, distribuidos en 124 países. El 48% de esta superficie se reduce a cinco países: Indonesia (19 %), Australia (10 %), Brasil (7 %), México (5.4 %) y Nigeria (4.7 %) (Giri *et al.*, 2011).

Los manglares se caracterizan por sus sistemas de raíces, que permiten a los árboles manejar el aumento y descenso diario de las mareas. Este sistema de raíces también reduce el movimiento de las mareas, favoreciendo que los sedimentos se depositen y se acumulen en el fondo fangoso, acumulando grandes cantidades de materia orgánica. Los bosques de manglares estabilizan las costas, reduciendo la erosión de las marejadas ciclónicas, corrientes, olas y mareas. El intrincado sistema de raíces de los manglares también hace que estos ecosistemas sean atractivos para los peces, moluscos y otros organismos que buscan alimento y refugio de los depredadores, fungiendo como zonas de crianza de estas especies (McIvor *et al.*, 2015).

Los manglares constituyen una infraestructura natural capaz de brindar protección del litoral, ya que actúan como barrera ante tormentas y tempestades, rompiendo fuertes vientos y oleaje, reducen significativamente los impactos de las tormentas en las costas, ofreciendo protección a las comunidades costeras (Paz-Pellat *et al.*, 2019). Pueden, además, proteger a las comunidades costeras de otras amenazas ambientales costeras como erosión, mareas y ciclones. Numerosos estudios y modelos han demostrado que los manglares pueden atenuar la energía e impacto de las olas (Mazda *et al.*, 2006; Zhang *et al.* 2012; McIvor *et al.* 2015). Asimismo, estos ecosistemas son de dos a seis veces menos costosos que alternativas de infraestructura gris, como los rompeolas sumergidos (Blankespoor *et al.*, 2017).

Por otro lado, estos ecosistemas son vitales para la preservación del bienestar de las comunidades que basan sus medios de vida en los recursos naturales locales disponibles y la biodiversidad. El componente arbóreo de los manglares alberga numerosas especies de insectos, atrayendo aves que también se refugian en la

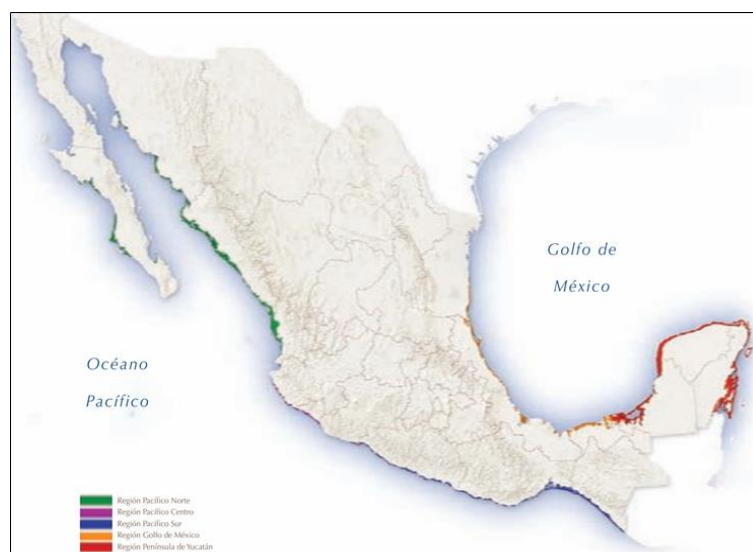
vegetación, haciendo de estos bosques costeros lugares de anidación y descanso de cientos de aves playeras y migratorias. A su vez proveen madera y productos no maderables, fungiendo como zonas de criadero de especies acuáticas, aumentando así la producción pesquera aledaña (Hutchison, Spalding y Ermgassen, 2014).

Estos ecosistemas tienen la capacidad de mitigar el cambio climático a través del secuestro y almacenamiento de carbono (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2019) y su preservación es vital para impedir que la temperatura promedio global aumente más allá del límite de 1.5 °C, cumpliendo un doble objetivo de adaptación y mitigación al cambio climático, aunado a todos los diversos beneficios y servicios ambientales antes mencionados.

En este sentido, México es uno de los cuatro países con la mayor área de manglar, después de Indonesia, Australia y Brasil (Paz-Pellat *et al.*, 2019). De acuerdo con diversos ejercicios de valoración económica en el país, se estima que el valor medio de algunos de los servicios ecosistémicos que proveen los manglares en el país es de alrededor de \$1,746,611 pesos anuales por hectárea (INECC, 2020), monto el cual puede variar de considerarse los servicios ecosistémicos provistos en su integridad, así como refinarse las metodologías. Asimismo, estimaciones internacionales señalan que, por cada dólar invertido en conservación y restauración de manglares, se genera un beneficio de tres dólares (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2019).

De acuerdo con la información más reciente del Sistema de Monitoreo de Manglares de México (SMMM) de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO, 2021), se reportaron 905,086 ha en 2020. Su distribución en el territorio nacional se ha clasificado en cinco regiones (Figura 4): Pacífico Norte, Pacífico Centro, Pacífico Sur, Golfo de México y Península de Yucatán, las cuales se describen con mayor detalle más adelante (Sección 3.3). La mayor distribución de manglares se presenta en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, en el octavo lugar se ubica Veracruz, con 42,696 ha (CONABIO, 2021).

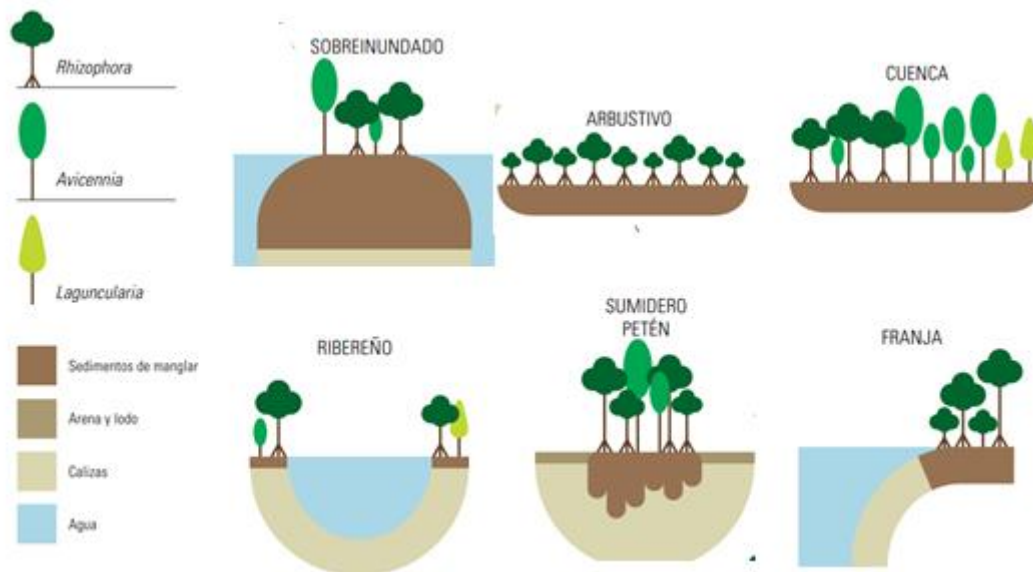
**Figura 4.** Regionalización de los manglares de acuerdo con CONABIO



Fuente: CONABIO (2009).

Lugo y Snedaker (1974) han clasificado los manglares de acuerdo con su hidrogeomorfología en seis tipos ecológicos (Figura 5): ribereños, sobre inundados, de franja, de cuenca, chaparro y petén. En el caso particular del Golfo de México, estos tipos ecológicos se encuentran compuestos por cuatro especies de manglar: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*; las cuales se encuentran sujetas a protección especial de acuerdo con la NOM059-SEMARNAT-2010, ya que estos ecosistemas presentan una gran riqueza natural y proveen diversidad de servicios ecosistémicos.

**Figura 5.** Tipos ecológicos de manglar de acuerdo con Lugo y Snedaker (1974)



**Fuente:** Modificada de Rodríguez-Zúñiga et al. (2018).

Los manglares en México tienen un promedio de almacenamiento de carbono en biomasa aérea de  $426 \pm 225 \text{ MgC ha}^{-1}$  y se estima que el total de carbono orgánico almacenado es de 1,299.77 Mt CO<sub>2</sub>e (Global Mangrove Watch, 2018).

A pesar de lo mencionado, a nivel mundial se ha registrado una pérdida de 3.6 millones de hectáreas de manglar entre 1980 y 2005, lo que corresponde al 20% del área total, con una disminución promedio del 1 al 3% anual (FAO, 2007). Entre las causas de la pérdida de los bosques de mangle se encuentran: el aumento en la densidad poblacional en las zonas costeras, la conversión de zonas de manglar para la acuicultura, ganadería y agricultura, el desarrollo de infraestructura turística, la fragmentación del hábitat, la contaminación y el cambio climático (Wilkie & Fortuna, 2003; Thomas et al., 2017).

No obstante, la pérdida de manglares ha disminuido en 45% hacia inicios del siglo XXI como resultado de la introducción de leyes para su gestión y conservación. Una medida para recuperar estos ecosistemas es la implementación de acciones de restauración y la concientización del valor de los manglares mediante la participación social (Friess et al., 2016; Feller et al., 2017). A nivel local, tanto en Tuxpan como Celestún, continúa la pérdida de importantes hectáreas del ecosistema debido a relleno del suelo para desarrollos turísticos, proyectos de infraestructura y agricultura, así como establecimiento de granjas acuícolas (López Portillo et al., 2017).

Las comunidades costeras se han visto cada vez más afectadas por fenómenos hidrometeorológicos, por ejemplo, el huracán Katrina devastó la costa del Golfo de México en 2005 y el huracán Sandy cobró la vida de cerca de 70 personas en el Caribe en 2012. En vista de que estos fenómenos aumentarán en fuerza y periodicidad debido al cambio climático (Kossin *et al.*, 2020), el establecimiento de protección costera eficaz y sostenible es una preocupación urgente.

Los daños económicos relacionados a fenómenos hidrometeorológicos han pasado de un promedio anual de 730 millones de pesos de 1980 a 1999 a 21,950 millones para el periodo 2000-2012 (ENCC, 2018).

Por lo anterior, México debe invertir en iniciativas de AbE, incluyendo la restauración de ecosistemas costeros, ya que además de proteger las costas, se contribuye a la seguridad de las personas e infraestructura urbana e industrial, se crean oportunidades directas para el desarrollo económico y la creación de empleos y se permite el mantenimiento de la salud ecosistémica y la preservación de industrias asociadas (como pesquerías, turismo y recreación) (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2019).

## 4.5 Servicios ecosistémicos asociados al manglar

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2003) define a los servicios ecosistémicos como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas y se dividen en cuatro categorías: suministro, regulación, apoyo y servicios culturales.

Con base en la clasificación de la CICES v5.1 (Common International Classification of Ecosystem Services), los manglares y humedales del país brindan servicios de provisión, bióticos y abióticos, así como servicios de regulación y culturales; algunos de ellos son:

- Creación y mantenimiento de hábitat
- Polinización y dispersión de semillas y otros propágulos
- Regulación la calidad del aire
- Regulación del clima
- Regulación de la acidificación de los océanos
- Regulación de la cantidad, duración y ubicación de agua dulce
- Regulación de aguas dulces y calidad de aguas costeras
- Formación, protección y descontaminación de suelos y sedimentos
- Regulación de eventos extremos
- Regulación de organismos detrimentales y procesos biológicos
- Provisión de alimentos
- Identidad cultural



**Figura 6.** Servicios ecosistémicos del manglar y sus amenazas

**Fuente:** Teutli-Hernández *et al.*, 2020.

De estos servicios destacan, además de su capacidad de captura y almacén de carbono, aquellos que contribuyen activamente a reducir la vulnerabilidad de los socioecosistemas (Figura 6) a través de características que favorecen la adaptación de las comunidades costeras a los efectos del cambio climático. La conservación y restauración de los manglares contribuye a proteger a las comunidades costeras y proporciona bienes y servicios para aumentar su capacidad adaptativa ante el cambio climático.

Muchos de los servicios que proveen los manglares se encuentran asociados a la capacidad de éstos para capturar, exportar y almacenar grandes cantidades de carbono (INECC-PNUD, 2017); relacionados entre sí mediante mecanismos sinérgicos y antagónicos (Mitra, 2019; Renner *et al.*, 2019). La alta productividad primaria de estos ecosistemas (Bouillon *et al.*, 2004), soporta las necesidades nutrimentales de muchas especies de importancia comercial, como las larvas de peces y crustáceos, los cuales aprovechan la hojarasca y el detritus generado para alimentarse hasta llegar a una etapa juvenil (Mitra, 2019). A la par, los flujos de materia orgánica a ecosistemas adyacentes como pastos marinos y arrecifes de coral son fundamentales en las dinámicas ecológicas para su conservación y para el crecimiento de especies de importancia para las pesquerías locales (Twilley *et al.*, 1992; Mitra, 2019).

Los manglares y los complejos que forman con pastos marinos y arrecifes son una barrera natural contra huracanes y tormentas tropicales, eventos hidrometeorológicos que han incrementado su intensidad y frecuencia a consecuencia del cambio climático (Gutiérrez y Espinosa, 2010). La degradación de los ecosistemas de carbono azul pone en peligro la seguridad física y de bienes de



al menos 15 millones de personas que habitan en las costas de todo el mundo (Krauss *et al.*, 2014; Herrera-Silveira *et al.*, 2016; Alongi, 2020).

## Sistemas Productivos Sostenibles como SbN

Son sistemas productivos sostenibles las actividades que se llevan a cabo en un entorno principalmente rural con el objetivo principal de comercializar bienes y servicios, y que, al manejar los recursos naturales, no se degrada su capacidad productiva (FAO, 1996).

Las características principales que deben tener los sistemas productivos para ser considerados como sostenibles son (FAO, 1996):

- Usar los sistemas de gestión local.
- No degradar gradualmente la capacidad de producción.
- El uso de suelo debe ser diverso, es decir favorecer los policultivos o formas de utilización.

Dentro de los sistemas productivos sostenibles, existe una gran variedad de actividades productivas. En México destacan los sistemas agroforestales para producción de café, miel, otras actividades como el ecoturismo y los sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles (Banco Mundial, 2012).

Los sistemas agroforestales mantienen la diversidad biocultural y proveen de beneficios para las comunidades tanto a nivel local, regional y global. Estos sistemas albergan y conservan un porcentaje importante de especies endémicas y de importancia cultural (Moreno-Calles, 2012).

Por ejemplo, México es uno de los principales productores de café orgánico certificado, la mayoría de los productores mexicanos son de comunidades indígenas. La ventaja de los sistemas de café de sombra es que tienen la capacidad de producir mayor biomasa, al ser compatibles con otros cultivos, se generan diversas interacciones bióticas que impiden el crecimiento de maleza o plagas y, al mismo tiempo, son micro ecosistemas diversos con microclimas específicos y un mejor balance de agua (Banco Mundial, 2012).

Otro ejemplo importante es el cacao que, igualmente, es producido principalmente por comunidades indígenas situadas principalmente en Tabasco y Chiapas. Estos sistemas productivos de sombra son excelente opción de SbN para zonas que han sido taladas, puesto que ofrecen altos niveles de biodiversidad comparado con otros cultivos tropicales, además de brindar otros bienes ambientales como leña, plantas medicinales y material orgánico (Banco Mundial, 2012).

## Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (IWRM), SbN y AbE

La gestión integrada de los recursos hídricos (IWRM, por sus siglas en inglés) es un concepto que surge de las experiencias de los profesionales del agua y con el que se busca fomentar una administración y desarrollo coordinado entorno a los recursos hídricos. La finalidad de la IWRM es maximizar los beneficios económicos y sociales del agua, procurando que se haga de manera equitativa y sustentable (GWP, 2000).

La IWRM surge a partir de los principios de Dublín, acordados por 500 expertos de 100 gobiernos en la Conferencia Internacional sobre el Agua y Medio Ambiente en Dublín en 1992, esta conferencia se realizó en el marco previo a la Cumbre de Río. Se redactaron 4 principios (UNCED, 1992):

1. El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
2. El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles.
3. La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua.
4. El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.

La IWRM es un concepto que hoy en día sigue vigente, pero que también fue un antecedente importante para el desarrollo de conceptos subsecuentes como la *seguridad hídrica*, planteada en la octava fase del Programa Hidrológico Internacional por los Estados miembros de la UNESCO, y definida como la capacidad de una población para salvaguardar a nivel de cuenca el acceso sostenible al agua en cantidad y calidad suficientes para mantener los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socio-económico, incluso frente a los efectos provocados por los fenómenos hidrometeorológicos (UNESCO, 2014).

La importancia de la IWRM y de la seguridad hídrica entorno a las soluciones basadas en la naturaleza y la adaptación basada en ecosistemas, radica en que son paradigmas mundiales que apoyan a los objetivos del desarrollo sostenible, reconociendo que el cambio climático es uno de los grandes retos a nivel mundial. Ambos buscan que las soluciones para el abastecimiento de agua tengan, por un lado, un enfoque global que incluya los fenómenos hidrometeorológicos agravados por el cambio climático y que al mismo tiempo protejan a los grupos más vulnerables, además de otros aspectos sociales como la gobernanza, financiamiento y la problemática de género respecto a la gestión y uso del agua.

En este sentido, los manglares son un ecosistema clave donde se interconectan la IWRM mediante SbN y AbE. Dada su importancia a nivel ecosistémico y sus funciones en el ciclo hídrico, las acciones de restauración y conservación de manglar con un enfoque social contribuyen a reducir la vulnerabilidad, fortalecer

el ecosistema, al tiempo que contribuyen a garantizar la seguridad hídrica de las comunidades aledañas (IUCN, 2018).

## Medidas de Reducción de Riesgos de Desastres basada en Ecosistemas (Eco-DRR)

Durante la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en su sesión 21 (COP 21) celebrada en París el 2015, se insistió a los gobiernos en adoptar SbN que tuvieran como eje central la adaptación al cambio climático y la reducción de los riesgos asociados, con la finalidad de brindar a las comunidades una red de seguridad en tiempos de desastres (SCBD, 2015).

Las actividades de conservación, restauración, y manejo sustentable de los ecosistemas, consideradas como una rama de las SbN, contribuyen a reducir el riesgo de desastres al mitigar las amenazas y aumentar la resiliencia de los medios de vida y forman parte de las medidas Eco-DRR (Dalimunthe, 2018). Estas medidas se concentran en atender los retos causados por los fenómenos naturales y su objetivo principal es alcanzar un desarrollo sustentable y resiliente (SCBD, 2019). Las medidas Eco-DRR son definidas como "gestión sostenible, conservación y restauración de los ecosistemas para reducir el riesgo de desastres, con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible y resiliente" (Estrella y Saalismaa, 2013).

Las Eco-DRR tienen un enfoque en que las funciones reguladoras de los ecosistemas, incluyendo bosques y humedales, se aprovechan de manera sistemática para mitigar, prevenir o amortiguar los desastres naturales. Este enfoque reconoce que los ecosistemas pueden ofrecer otros servicios, como la reducción de riesgo, que contribuyen a la resiliencia de las poblaciones locales ante los fenómenos hidrometeorológicos y el cambio climático. Además, por la naturaleza de este enfoque, las medidas implementadas bajo este esquema proporcionan beneficios triples: la reducción de riesgo ante desastres, la adaptación al cambio climático y ecosistemas más saludables (PEDRR-UNEP, 2020).

Las actividades que se realicen bajo el esquema Eco-DRR y AbE deben cubrir ciertos criterios para ser consideradas como tal (SCBD, 2019):

- Aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad social y ambiental, los impactos del cambio climático y el riesgo de desastres, contribuyendo a la adaptación.
- Generar beneficios sociales, contribuir al desarrollo sostenible y resiliente mediante planteamientos equitativos, participativos y transparentes.
- Utilizar activamente la biodiversidad y los servicios ecosistémicos mediante el manejo, la conservación y la restauración.
- Formar parte de las estrategias generales de adaptación y reducción del riesgo que se apoyan en políticas multiniveles, además de fomentar una gobernanza basada en la equidad y fortalecimiento de las capacidades.

## Importancia del conocimiento local y actores clave en SbN

El manejo de los recursos naturales es diverso y depende de muchos factores, uno de los más relevantes es el conocimiento local (Toledo, 2005). Debido a que existe una coincidencia geográfica de la diversidad biológica y la diversidad cultural y lingüística, se ha reconocido que la conservación exitosa de los ecosistemas debe involucrar este conocimiento tanto tradicional que ha pasado de generación en generación, como los saberes locales (Reyes-García, 2007).

Por otro lado, dentro de cada localidad existen actores clave que influirán en el éxito del proyecto que se contemple. Generalmente, éstos empujan la toma de decisiones, además de proveer información relevante sobre las necesidades, intereses y conocimiento de la comunidad, así como ser el vínculo con otros actores. Los actores clave pueden residir dentro de la zona del proyecto, o bien, ser funcionarios públicos o tomadores de decisión que también es importante involucrar, puesto que estos tienen la capacidad de buscar otros recursos para asegurar el éxito de las propuestas a implementar (Junsberg, *et al.*, 2020).

Aunado a esto, las SbN que busquen ser exitosas, deben contemplar estos mismos aspectos, puesto que las afectaciones del cambio climático también coinciden geográficamente con poblaciones socialmente vulnerables como las mujeres, los jóvenes, los ancianos y las personas en situación de pobreza (IPCC, 2019). Estos sectores en específico son considerados como vulnerables no únicamente por su exposición geográfica a los riesgos, sino también por los diversos factores socioeconómicos, de estrato social, etnia, género, políticos y ambientales, que se entrecruzan para mantenerlos en una posición vulnerable, por lo que poner especial atención en involucrar estos grupos en la toma de decisiones asegura que las SbN perduren en el tiempo, impulsen el desarrollo de estos grupos y, además, contribuye a que sean más robustas y específicas al contexto.

## 5. CAPÍTULO I

# DIAGNÓSTICO SOCIAL Y AMBIENTAL DE TUXPAN, VERACRUZ Y CELESTÚN, YUCATÁN

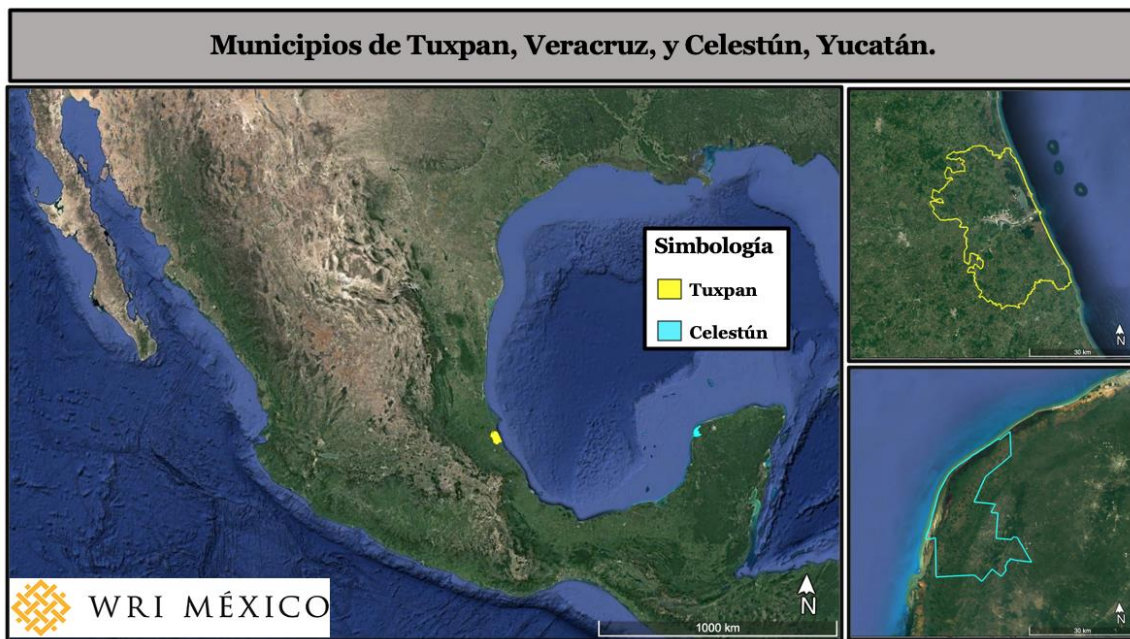
## 5.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo busca contextualizar el proyecto mediante una caracterización ambiental y socioeconómica de los sitios, con la siguiente estructura: se introducen los sitios donde la caracterización socioeconómica y ambiental se llevó a cabo: Tuxpan y Celestún. Finalmente, se presentan los resultados de la investigación para los sitios de estudio.

### Sitios de estudio: Tuxpan y Celestún

El presente estudio se centra en los sitios de Tuxpan, Veracruz y Celestún, Yucatán (Figura 7). Como se detalló anteriormente, estos sitios ubicados en el Golfo de México y el Caribe son particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático y han sido incluidos en proyectos nacionales estratégicos, por ejemplo, cuentan con sitios RAMSAR, derivados de la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas”, C6 y Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático, en el caso de Tuxpan, y otras iniciativas de entidades como la Comisión para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional de Áreas Naturales protegidas (CONANP) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Asimismo, el desarrollo urbano ha afectado significativamente los ecosistemas costeros, incluidos los manglares en estas zonas (Spalding *et al.*, 2010; López-Portillo *et al.*, 2017). Las investigaciones iniciales conducidas en el marco de este proyecto parecen indicar que hay una gran oportunidad para implementar soluciones de AbE en ambos sitios, a través del mantenimiento y restauración de ecosistemas de manglar, los cuales, además de proteger las costas ante oleaje alto, tormentas y huracanes y aumentar la resiliencia costera ante erosión, también proveen beneficios adicionales de aumento de las pesquerías, actividades de turismo y recreación, captura de carbono y mantenimiento de la biodiversidad local.

**Figura 7.** Localización geográfica de los municipios de Tuxpan y Celestún

Fuente: Elaboración propia

## Aspectos generales de vulnerabilidad al cambio climático para el municipio de Tuxpan, Veracruz

El municipio de Tuxpan tiene una vulnerabilidad media ante inundaciones en asentamientos humanos y ante estrés hídrico en la producción forrajera, así como una vulnerabilidad baja por deslaves en asentamientos humanos y por el incremento en la distribución del dengue, de acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2019). Por otro lado, con base en el análisis llevado a cabo por el panel de expertos de la Universidad Veracruzana e instituciones gubernamentales, siguiendo la metodología de CENAPRED (2006), el municipio de Tuxpan tiene un grado de Vulnerabilidad Social de 0.17, es decir, Muy Bajo (Gobierno del Estado de Veracruz, 2011).

El municipio de Tuxpan es afectado principalmente por inundaciones y deslaves vinculados a frentes fríos y ciclones, que generan pérdidas humanas y monetarias importantes. En la última década, las inundaciones han provocado el mayor número de daños materiales, mientras que los deslaves han generado más muertes. En el periodo 2000-2020, se presentaron 18 declaratorias de desastre por fenómenos naturales (12 por lluvias, 4 por ciclones tropicales y 2 por sequías), así como 23 declaratorias de emergencia (10 por ciclones tropicales, 10 por lluvias, 2 por temperatura extrema y 1 por fuertes vientos) y 2 contingencias climatológicas (CENAPRED 2020).

De acuerdo con el Programa de Acción Climática del Municipio (PACMUN, 2016) de Tuxpan, la zona puede sufrir grandes afectaciones por los efectos del cambio climático, principalmente derivados del impacto de fenómenos



hidrometeorológicos, como huracanes y lluvias torrenciales. Los impactos más frecuentes son inundaciones, daños a infraestructura, desabasto de agua y alimentos, que se traducen en pérdidas económicas, provocando estrés social, económico y afectaciones a la salud humana. Estas afectaciones, a su vez, presentan diferentes niveles de riesgo sobre las actividades económicas y sociales en el municipio, por ejemplo, en la agricultura, ganadería, actividad pesquera, industria, salud, educación, empleo y vivienda.

Asimismo, Tuxpan se encuentra en un área estratégica para el desarrollo energético del país, en el municipio se localizan seis centrales de generación de energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que producen aproximadamente el 20% de toda la electricidad a nivel nacional, así como la terminal marítima de Petróleos Mexicanos (PEMEX). El puerto de Tuxpan recibe el mayor porcentaje de gasolina importada (65%) que se consume en el Valle de México (Ayuntamiento de Tuxpan, 2016).

El Ayuntamiento de Tuxpan ha emprendido acciones para hacer frente al cambio climático. En 2016, con apoyo del Gobierno del Estado, ICLEI-Gobiernos locales por la sustentabilidad y la Embajada Británica, se emitió el Programa de Acción Climática del Municipio (PACMUN) de Tuxpan, reportando que las cinco principales afectaciones por efectos del cambio climático son: 1) daños a la infraestructura, 2) desabasto de agua y alimentos, 3) pérdidas económicas, 4) inundaciones y 5) vientos intensos (H. Ayuntamiento de Tuxpan, 2016).

## Aspectos generales de vulnerabilidad al cambio climático para el municipio de Celestún, Yucatán

La Península de Yucatán se ubica en una zona susceptible a los fenómenos hidrometeorológicos de alta intensidad, como depresiones tropicales, tormentas tropicales, huracanes y “Nortes”<sup>2</sup> debido al ingreso de sistemas frontales al país, los cuales en su mayoría ingresan a la Península por la región del Caribe Oriental. El municipio de Celestún es considerado como una zona de alto riesgo para este tipo de fenómenos meteorológicos por situarse en la trayectoria de los huracanes que se originan en el Caribe y en el Atlántico Oriental, mientras que los “Nortes” constituyen otro fenómeno meteorológico que se presenta con fuertes lluvias y marejadas que pueden provocar inundaciones (SEMARNAT, 2000).

En el último lustro, Celestún ha experimentado una explosión demográfica, relacionada con el crecimiento del sector turístico y pesquero en la zona y la disminución de la actividad henequenera. Este aumento poblacional conlleva diversos impactos para los ecosistemas de la zona, afectando también a la población humana, pues incrementa su vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos y disminuye las posibilidades económicas vinculadas a los servicios que los ecosistemas proveen, como obtención de materia prima y actividades asociadas (turismo y recreación). Este aumento poblacional no tuvo una planeación adecuada, construyéndose viviendas en zonas poco aptas, como manglares o ciénagas, generando destrucción de la biodiversidad e incremento de la vulnerabilidad social (Soares *et al.*, 2014).

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2019) el municipio de Celestún tiene una vulnerabilidad media ante inundaciones en asentamientos humanos y ante la distribución del dengue, así como una vulnerabilidad baja por deslaves en asentamientos humanos.

En el periodo 2000-2020, se presentaron 4 declaratorias de desastre por fenómenos hidrometeorológicos (3 por ciclones tropicales y 1 por lluvia), así como 5 declaratorias de emergencia (2 por ciclones naturales, 2 por temperaturas extremas y 1 por lluvias) y 2 contingencias climatológicas por sequías (CENAPRED 2020).

---

<sup>2</sup> Un Norte (también conocido como “evento de Norte”), es un viento local que se presenta en el occidente del golfo de México durante la temporada de frentes fríos, el cual afecta a los estados costeros mexicanos del Atlántico, desde el norte de Tamaulipas hasta la península de Yucatán.

## 5.2 TUXPAN

### Caracterización ambiental de Tuxpan, Veracruz

#### Antecedentes

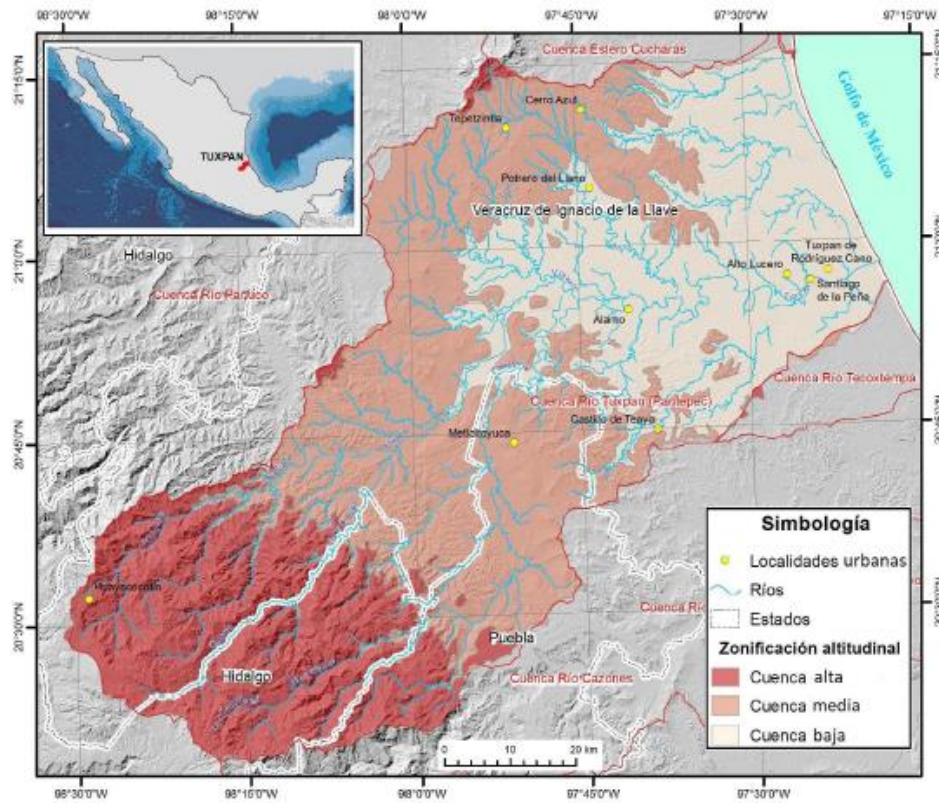
La presente caracterización recopila literatura, incluyendo artículos, publicaciones académicas y de gobierno y estrategias relacionadas con la caracterización biofísica, social y económica en el municipio de Tuxpan, así como la ciudad y puerto de Tuxpan, en Veracruz. Adicionalmente, se identifican actores clave relacionados con instituciones gubernamentales y Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC), autoridades ejidales, comunales y municipales que se han relacionado en el marco del fomento de capacidades adaptativas (cursos, talleres, educación ambiental, proyectos, etc.) en el municipio y a nivel estatal. Este documento también detalla investigaciones que presentan la percepción social de la vulnerabilidad ante el cambio climático y el grado de participación e involucramiento de las comunidades con el objetivo de brindar, en documentos subsecuentes, recomendaciones que permitan potenciar la adaptación al cambio climático de poblaciones costeras.

#### Localización del área de estudio

El municipio de Tuxpan se localiza en el estado de Veracruz, dentro de las coordenadas 20 44'21" de latitud norte y 97 36'36" de longitud oeste, con altitudes de 10 a 200 metros sobre el nivel del mar (msnm). Colinda al norte con los municipios de Álamo-Temapache y Tamiahua, al sur con los municipios de Cazonas de Herrera y Tihuatlán, al oeste con el municipio de Tihuatlán y al este con el Golfo de México (Figura 8).

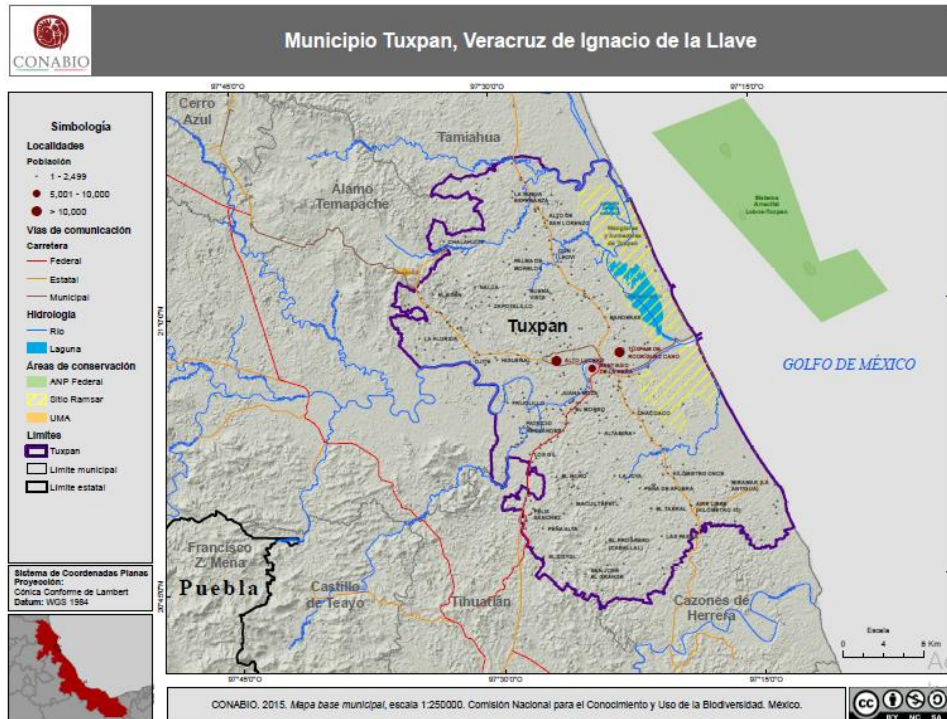
La cuenca del río Tuxpan se ubica al norte de los estados de Veracruz y Puebla y al este del estado de Hidalgo, los ríos que la conforman vierten sus aguas al Golfo de México. En un contexto fisiográfico, la cuenca se puede dividir en dos regiones: la suroeste, que corresponde a la Sierra Madre Oriental, y la noreste, que pertenece a la Llanura Costera del Golfo Norte. Esta cuenca ocupa una superficie de 6,755.7 km<sup>2</sup> y está conformada por los estados de Veracruz (75.6%), Puebla (13.2) e Hidalgo (11.2%). La mayor elevación registrada es de 2,788 msnm y la menor es a nivel del mar, presentando diferentes usos de suelo y ecosistemas a lo largo de su topografía variada. El cauce principal del río Tuxpan se extiende hasta 236 km. La cuenca se divide en cuenca alta, media y baja (INECC-FGM, 2018) (Figura 8, Figura 9).

Figura 8. Localización de la cuenca del río Tuxpan y zonificación altitudinal



Fuente: INECC-FGM, 2018.

Figura 9. Localización del municipio de Tuxpan, Veracruz

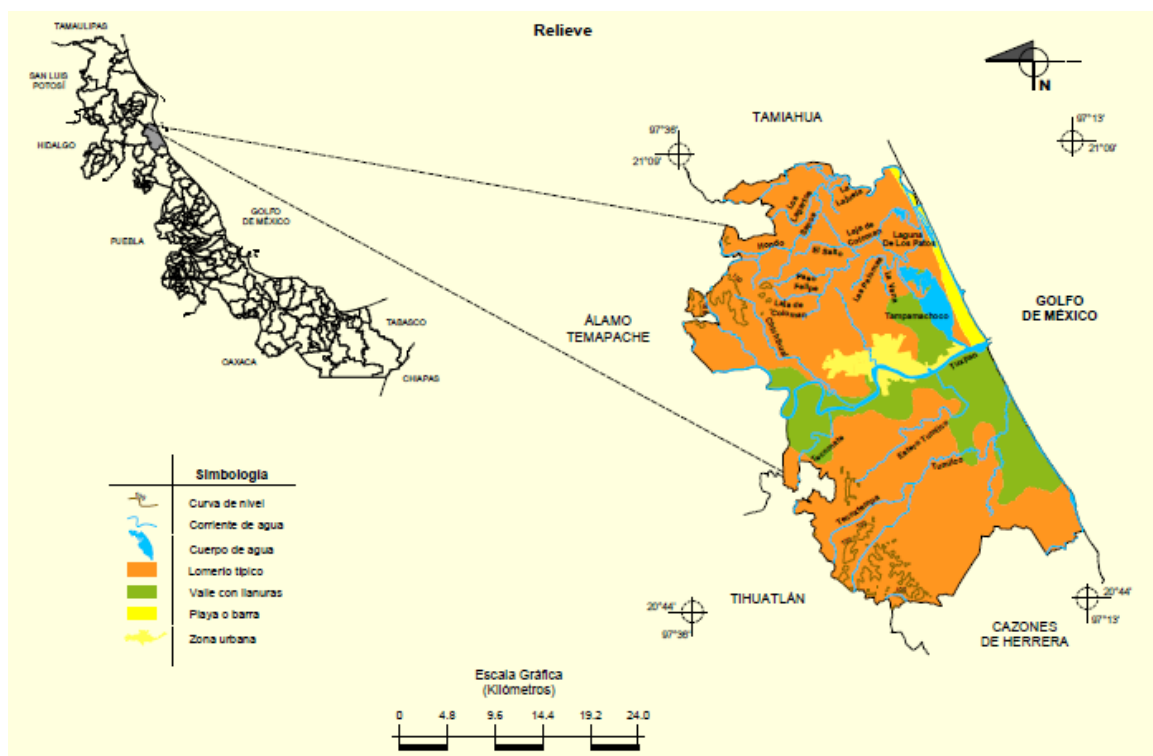


Fuente: CONABIO, 2019.

## Relieve y rasgos morfológicos

El municipio de Tuxpan se localiza en la zona de cuenca baja del río Tuxpan, esta zona tiene la función principal de descargar al Golfo de México la captación de agua de la cuenca alta y los sedimentos que provienen tanto de la cuenca alta como la cuenca media. Su desnivel comienza desde los 226 msnm al nivel del mar, con una pendiente de 3.6 grados, que corresponden a la llanura costera del Golfo de México. La superficie de la cuenca baja es de 2,121 km<sup>2</sup>, que representa el 31.4% del total de la cuenca. Las geformas presentes en la cuenca baja incluyen: costa (87 km<sup>2</sup>; 1.3%), sistema estuarino (49 km<sup>2</sup>; 0.7%), valles y lomeríos que no sobrepasan los 200 m en el municipio de Tuxpan (Figura 10) (INECC-FGM, 2018).

**Figura 10.**Relieve presente en el municipio de Tuxpan



**Fuente:** INEGI, 2009.

Los suelos de la cuenca baja son del tipo cambisol en las llanuras de inundación al norte del río Tuxpan, para la parte sur del río, desde los 226 msnm hasta la desembocadura se encuentra el suelo tipo vertisol. Cercano a costa se tiene el tipo regosol y solonchak (INECC-FGM, 2018).

La degradación del suelo en la cuenca baja de Tuxpan es mínima (INECC-FGM, 2018). Mientras que, en el municipio de Tuxpan, CONABIO (2019) reporta grados de degradación de moderado a ligero por actividades agrícolas y sobrepastoreo, en 11.28% del territorio municipal.



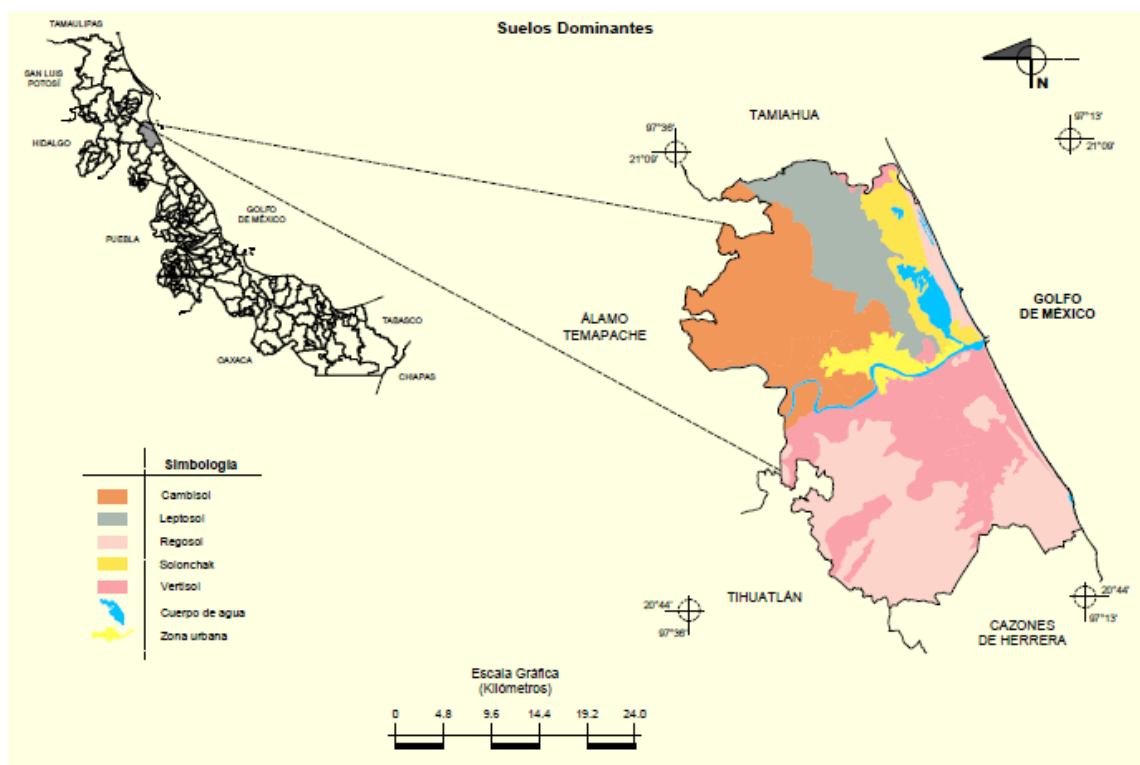
## Geología y edafología

El municipio de Tuxpan está incluido en la cuenca sedimentaria de Tampico-Misantla, ubicada en la porción oriental del país. Esta cuenca actualmente constituye la llanura costera del Golfo de México y se encuentra limitada al norte por el río Guayalejo y la población de Xicotencatl, Tamaulipas, así como por el extremo sur las poblaciones de Nautla, Misantla, Veracruz y el macizo de Teziutlán; al este por el Golfo de México y al oeste por la Sierra Madre Oriental. El área de la cuenca tiene una superficie aproximada de 25,000 km<sup>2</sup> (López-Ramos 1980, Ayuntamiento de Tuxpan, 2016).

La mayor parte del municipio presenta suelos del terciario, del tipo de sedimento y en unidad litológica de arenisca, ésta ocupa el 59.20% de la superficie, y se localizada al norte y al sur. El sistema Lagunar de Tampamachoco presenta unidades litológicas de tipo lacustre, en cambio, el estero de Tumilco y su respectiva zona de inundación presentan unidades de tipo aluvial y lacustre (INEGI 2001; INEGI, 2009).

Los suelos en el municipio de Tuxpan son de tipo regosol (41.64%), vertisol (22.59%), clacisol (19.67%), cambisol (5.94%), solonchak (4.99%) y phaeozem (0.13%) (Figura 11).

**Figura 11.** Tipos de suelo presentes en el municipio de Tuxpan, Veracruz



Fuente: INEGI, 2009.



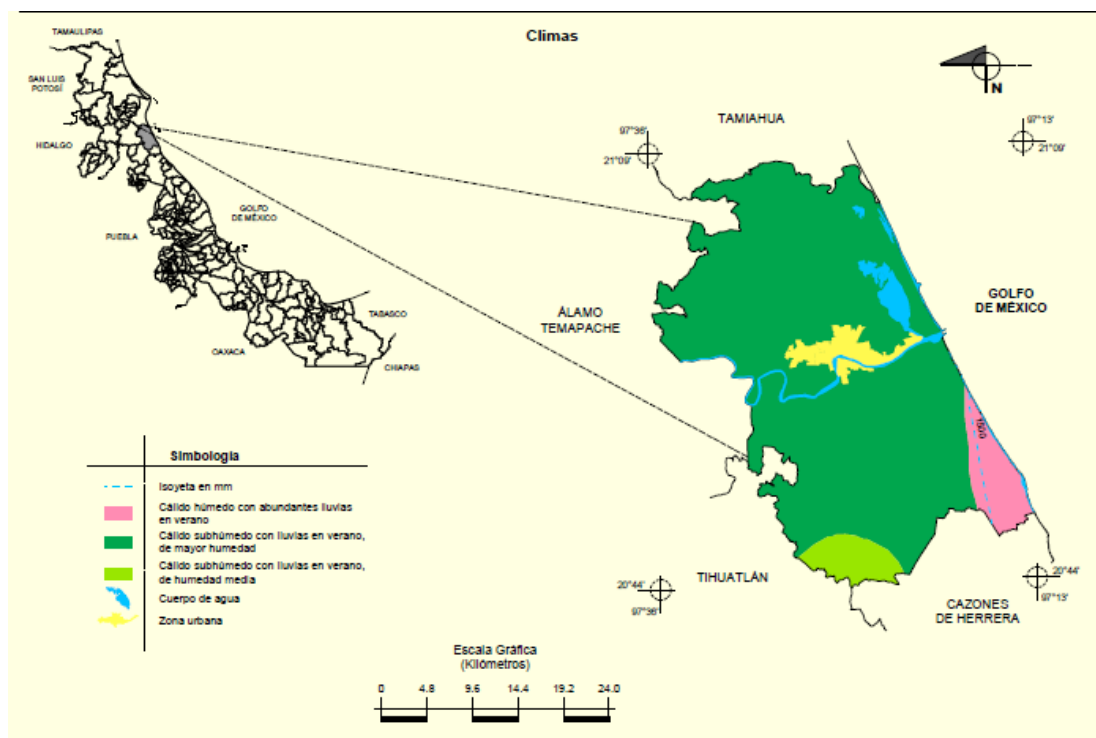
## Hidrología

En el Estado de Hidalgo nace el río Pantepec, que posteriormente cambia su nombre a río Tuxpan. En su curso se le agregan: el río Vinazco y Buena Vista, así como los arroyos Mequetla y Tecomate, antes de llegar al municipio de Tuxpan Veracruz, para finalmente desembocar en el Golfo de México. El río Tuxpan tiene una profundidad de 11.9 metros sobre la barra; cerca de su desembocadura al mar, se encuentra la Laguna de Tampamachoco. Sobre el margen derecho del río Tuxpan, aproximadamente a 6 km río arriba, se localiza el estero de Tumilco, con una longitud aproximada de 5 km, desembocando sobre una zona pantanosa con manglar, conocida como la Ciénega de Tumilco. Al norte de la Laguna se localizan dos canales que comunican esta Laguna con la bocabarra de Galindo, cuya conexión actualmente se encuentra cerrada al mar (INEGI, 2009; Ayuntamiento de Tuxpan, 2016).

## Clima, precipitación y vientos

En el municipio de Tuxpan se presentan tres tipos de clima, aunque prevalece el tipo A(w2), que abarca el 89.70% de la superficie municipal; Am con el 5.39%, y A(w1) que representa el 4.51% (Figura 12) (INEGI, 2000). El tipo de clima, A(w2) corresponde al cálido subhúmedo con lluvias en verano y es el más húmedo de los cálidos subhúmedos. La temperatura media anual en el municipio de Tuxpan es de 24.6 °C, aunque se dan temperaturas extremas por cortos períodos, se pueden presentar temperaturas de hasta 43.4°C durante mayo, y bajas, cercano a los 11.0°C durante diciembre.

**Figura 12.** Tipos de clima presentes en el municipio de Tuxpan, Veracruz



Fuente: INEGI, 2009.

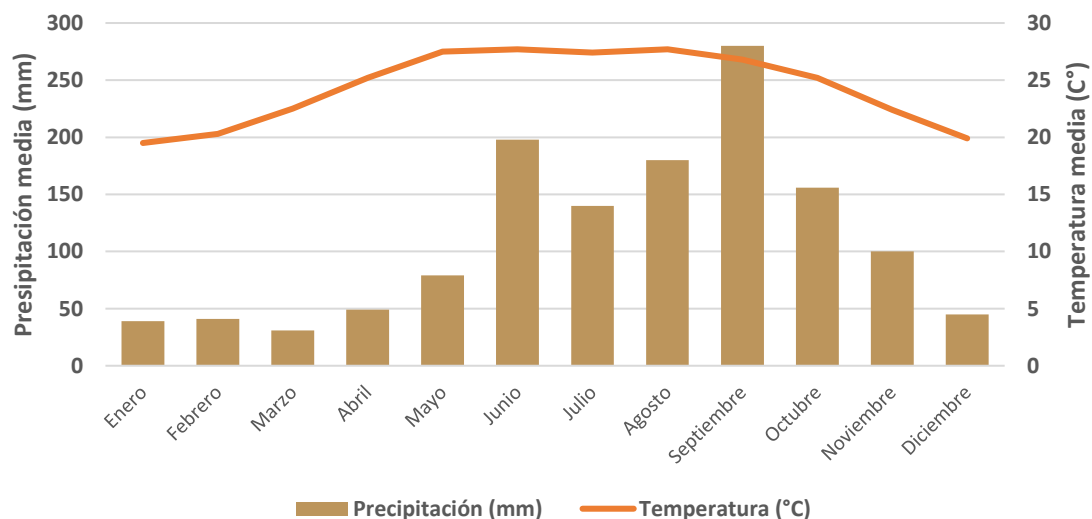
## Precipitación

De acuerdo con registros de precipitación (1910-2009) de SEMARNAT/CONABIO (2019), la precipitación anual acumulada es de 1000 a 1500 milímetros (mm) y la precipitación promedio anual corresponde a 129.08 mm (INECC-FGM, 2018). Las lluvias más abundantes son en el verano y a principios del otoño, con menor intensidad de noviembre a mayo; el mes más seco es enero, con 33 mm y el más lluvioso julio, con 175.7 mm en promedio (Secretaría de Protección Civil, 2014). Los valores referentes a la precipitación reflejan un comportamiento estacional, observándose el punto crítico en los meses de agosto a noviembre, que corresponde a la temporada de tormentas tropicales y huracanes y una disminución en las lluvias en el período de sequía intraestival o también llamado de canícula (Toyako Consultores, 2015).

El comportamiento histórico de la precipitación, de 1982 a 2012, tiene su valor máximo en el mes de septiembre y junio, los valores por encima de los 200 mm, coinciden con las máximas temperaturas observada en esos meses (climate-data.org, 2020; es.weatherspark.com, 2020) (Figura 13).

Durante dos años consecutivos (2018 y 2019) el mes con mayor cantidad de precipitación fue octubre (503.83 y 229.11 mm, respectivamente), siguiéndole el mes de septiembre (148.81 y 135.7 mm, respectivamente). En tanto que los meses con escasez de lluvia fueron diciembre y febrero. Destaca el mes de abril de 2019 con una precipitación de 4.53 mm en 2019, contra 83.2 mm que se presentó en 2018 (CONAGUA, 2020).

**Figura 13.** Temperatura y precipitación promedio durante el periodo de 1982 a 2012 en Tuxpan



**Fuente:** climate-data.org y es.weatherspark.com, 2020

## Vientos

Los vientos dominantes y sus velocidades medias son de 1.7 m/s (6.2 km/h), que provienen del norte (N) y noreste (NE). El comportamiento eólico máximo se manifiesta en la dirección suroeste (SW) con velocidades de 15.0 m/s (54 km/h) y

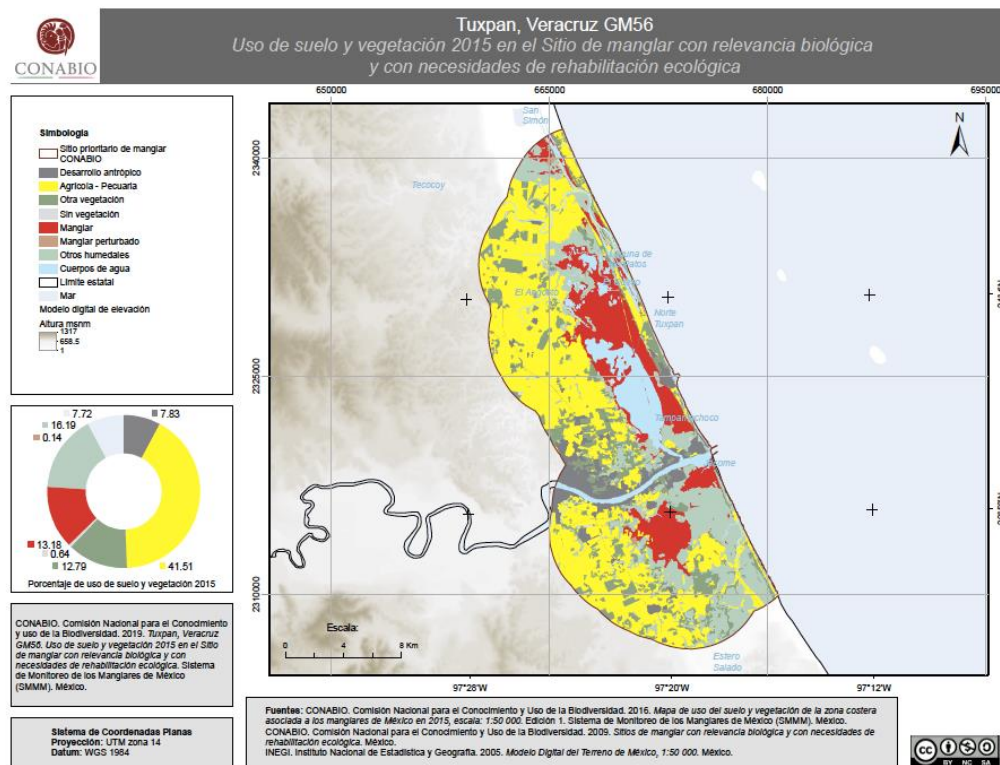
oeste sureste (WSW) con 13.9 m/s (50.4 km/h). Los vientos del norte son conocidos como “Nortes” y se presentan de octubre a febrero, estos vientos pueden alcanzar los 80 km/h, de junio a septiembre se pueden presentar tormentas tropicales y huracanes, con rachas de viento de más de 120 km/h. A su vez, de marzo a junio, se presentan las denominadas “suradas”, vientos secos y calientes que disminuyen la humedad atmosférica (Toyako Consultores, 2015).

Los vientos en el Golfo de México tienen una importante variación estacional, entre octubre y marzo vienen del este-sureste, mientras que entre abril y septiembre vienen del este-noreste; sin embargo, a nivel local se encuentran fuertemente influenciados por la temporada de frentes fríos (entre octubre y marzo) que generan vientos de importante magnitud conocidos como “Nortes” con velocidades y rachas de entre 25 y 80 km/h y cuya eventualidad varía entre 25 y 40 frentes fríos por año (INECC-FGM, 2018).

## Vegetación y uso del suelo del municipio de Tuxpan

Usando el Marco Geoestadístico Nacional 2016 del INEGI, la CONABIO (2019) determinó la siguiente composición de los principales usos del suelo y vegetación del municipio de Tuxpan: Pastizal cultivado (49.98%), Agricultura de temporal (24.41%), Vegetación hidrófila (5.20%; dentro de esta el manglar ocupa un 5.20%). La CONABIO, en sus Estadísticas de biodiversidad, ambientales y sociodemográficas de 2019, reporta los siguientes porcentajes de vegetación (Figura 14).

**Figura 14.** Uso de suelo y vegetación 2015 en el sitio de manglar con relevancia ecológica y con necesidades de rehabilitación ecológica de Tuxpan, Veracruz



Fuente: CONABIO, 2019.

## Vegetación y fauna de Tuxpan, Veracruz

Aguilar (2014) reporta los tipos de vegetación selva alta y mediana subperennifolia y selva alta y mediana perennifolia con aproximadamente 1,354.32 ha. Las especies representativas son: *Bursera simaruba*, *Protium copal*, *Manilkara zapota*, *Piscidia piscipula*, *Nectandra ambigens*, *Brosimum alicastrum*, *Pimienta dioica*, *Guazuma ulmifolia* y *Cedrela odorata* entre otras. La vegetación presente en el litoral del municipio fue reportada por Reyes-Ortiz y colaboradores (2018), siendo las principales especies: *Ipomoea stolonifera*, *I. pescaprae*, *Sporolobus virginicus*, *Randia laetevirens*, *Canavalia maritima*, *Eupatorium odoratum*, *Croton punctatus* y *Lippia nodiflora*.

CONABIO (2019) reporta 1,164 especies en el municipio de Tuxpan, Veracruz. De estas, 811 pertenecen al reino animal, distribuidas de la siguiente manera: 287 Invertebrados, 14 Anfibios, 37 Reptiles, 125 Peces, 296 Aves, 39 Mamíferos y 287 Invertebrados. De las cuales 87 se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En la laguna de Tampamachoco, se presentan seis grupos zooplantónicos con 23 géneros y 25 especies, el ictioplancton es el grupo más abundante, con un 36.85%, le siguen los copépodos con 26.91% y crustáceos 14.07%, medusas 11.77%. También aparecen ctenóforos, con 5.50% y quetognatos, con 4.89% (CS Ingeniería Integral, 2003).

Las familias representativas de bivalvos son: Arcidae, Mytilidae, Lucinidae y Tellinidae, Semelidae. Los gasterópodos están constituidos por las familias Littorinidae, Neritidae y Muricidae. Los políquetos están representados por la familia Nereididae (Correa-Sandoval y Rodríguez-Castro, 2013).

Dentro del grupo de crustáceos, los más representativos en la laguna de Tampamachoco son: *Callinectes sapidus* (jaiba), *Goniopsis cruentata* (cangrejo), *Cardiosoma Guanhumí* (cangrejo azul), *Ucides cordatus* (cangrejo moro) y *Litopenaeus setiferus* (camarón) (GS Ingeniería Integral, 2003).

La pesca es una actividad económica importante para la población local. Se han reportado 372 especies de peces en ambientes estuarinos y marinos, relacionados con la laguna de Tampamachoco, el río Tuxpan y los arrecifes de coral, incluyendo a las familias Sciaenidae (22 especies), Serranidae (22 especies), Carangidae (18 especies) y Gobiidae (18 especies) como las de mayor riqueza (González *et al.*, 2012), de éstas, sólo la especie *Carcharodon carcharis* reportada se encuentra en la categoría de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tuxpan alberga sitios Ramsar, señalando su importancia como hábitat de aves acuáticas y el compromiso federal que existe por proteger estos sitios. En este sentido, la CONABIO (2019) reporta 296 especies de aves que corresponde al 37.8% a nivel estatal. Destacan los reportes de avistamiento de *Cairina moschata* y *Setophaga chrysoparia* (Argüelles-Jiménez *et al.*, 2017) y *Geothlypis flavovelata*, *Amazona viridigenalis* y *A. oratrix* (Morales-Martínez *et al.*, 2018) consideradas en peligro de extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies de reptiles presentes reportadas por CONABIO (2019) son 37, entre las que destacan, *Crocodylus moreletii*, *Iguana iguana*, *Nerodia rhombifer*, *Leptodeira septentrionalis*, *Masticophis schotti* y las tortugas marinas que anidan en la playa de Tuxpan, *Lepidochelys kempii* y *Chelonia mydas* (Contreras, 2016), esta última reportada como especie prioritaria para la conservación por ser una especie catalogada como “en peligro de extinción” por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otro lado, existen 39 especies de mamíferos, como *Dasypus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis*, *D. virginiana* y *Scirus aurogaster*, destacan *Tamandua mexicana* y *Herpailurus yagouaroundi* (Ruiz, 2020), que se encuentran en las categorías de Peligro de extinción y Amenazada en los manglares del estero de Tumulco por la NOM-059-SEMARNAT-2010, respectivamente. Se reportan avistamientos de *Lontra longicaudis annectens*, (nombre común nutria) en los manglares del estero de Tumulco. Esta especie es catalogada como amenazada por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

## Descripción del ecosistema de manglar en Tuxpan, Veracruz

La vegetación de manglar se desarrolla en zonas bajas y fangosas de la costa de Tuxpan, en esteros, lagunas costeras y estuarios de ríos, siempre bajo la influencia de agua salobre. Las especies de manglar presentes en el municipio de Tuxpan son: *Rhizophora mangle* (Mangle rojo), *Avicennia germinans* (Mangle negro), *Laguncularia racemosa* (Mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (Botoncillo). Estas especies son explotadas por su madera y algunas partes han sido transformadas en áreas agrícolas, pero su principal actividad es la pesca. Cuenta con selvas altas y de otras Selvas medianas, las especies representativas son *Manilkara zapota* (Chicozapote), *Brosimum alicastrum* (Ramón), y *Lysiloma* spp. (Guaje, Tepeguaje), *Bursera simaruba* (Chacá) entre otros. Así como tulares y vegetación halófila con géneros *Typha*, *Scirpus* y *Cyperus*, incluye los llamados “Saibadales” de *Cladium jamaicense* y los “Carrizales” de *Phragmites communis* y *Spartina spartinae*, respectivamente (CONANP-Humedales de México, 2011).

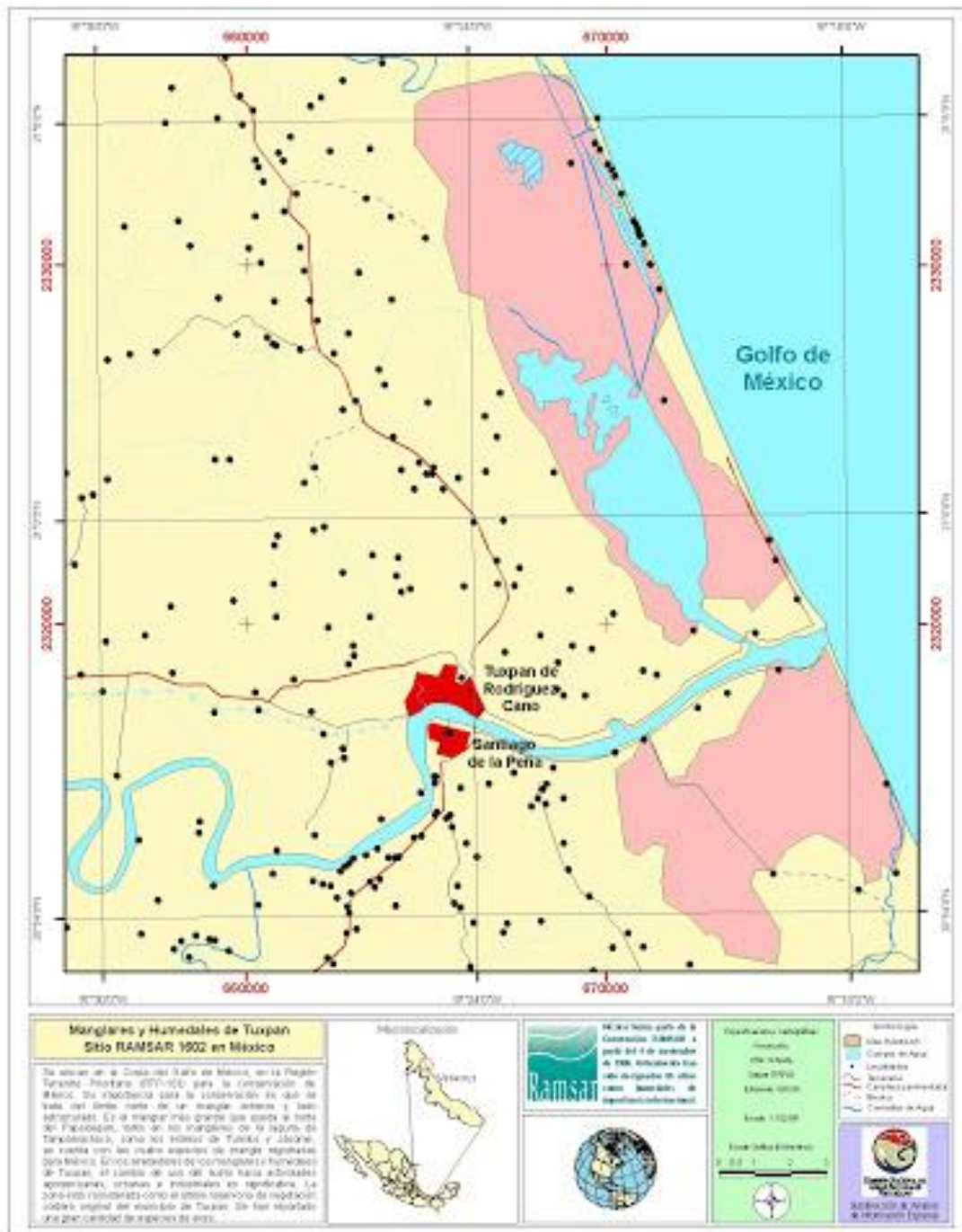
El ecosistema de manglar del municipio de Tuxpan se encuentra dentro de la Región Terrestre Prioritaria RTP-103 “Laguna de Tamiahua”, misma que abarca los manglares de la Isla del Ídolo y de las orillas de la laguna, en el municipio de Tamiahua y los manglares relacionados con la laguna de Tampamachoco, en el municipio de Tuxpan (Arriaga *et al.*, 2000). Los manglares del sistema lagunar y estuarino de Tuxpan son considerados como Sitio de Manglar con Relevancia Biológica y con Necesidades de Rehabilitación Ecológica (GM56 “Tuxpan”) (López-Portillo *et al.*, 2009) (Figura 15).

A su vez, la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convenio de Ramsar) tiene catalogado a los manglares de Tuxpan dentro del Sitio Ramsar No. 1602 “Manglares y Humedales de Tuxpan” desde 2006 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Este sitio incluye a los manglares del norte del río Tuxpan (laguna de Tampamachoco), así como los del sur del mismo río (esteros de Tumilco y Jácome). En el sitio se presentan las cuatro especies de mangle comunes en todo el país (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*), las cuales se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Especie Amenazada (CONANP-Humedales de México, 2011).

Debido a su vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos, las actividades económicas que se realizan, la infraestructura estratégica que contiene y la extensión de manglares y reservorios de carbono azul, la cuenca baja de Tuxpan se considera un área importante para la implementación de sistemas de monitoreo y evaluación de programas de Soluciones Basadas en la Naturaleza.



Figura 15. Sitio Ramsar No. 1602 “Manglares y Humedales de Tuxpan”



Fuente: CONANP-Humedales de México, 2011.

El Sitio Ramsar No. 1602 “manglares y Humedales de Tuxpan” reporta 6,870 ha de humedales, aunque la extensión reportada varía dependiendo de la fuente: la ficha de caracterización de los Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica (GM56) de CONABIO (2019) reporta 4,238 ha de manglar en 1976 y 4,250 ha en 2010. El último reporte de la CONABIO (2019) presenta valores distintos, de 4,040.01 ha para el período 1970-1981 y 4,441.73 en 2015.

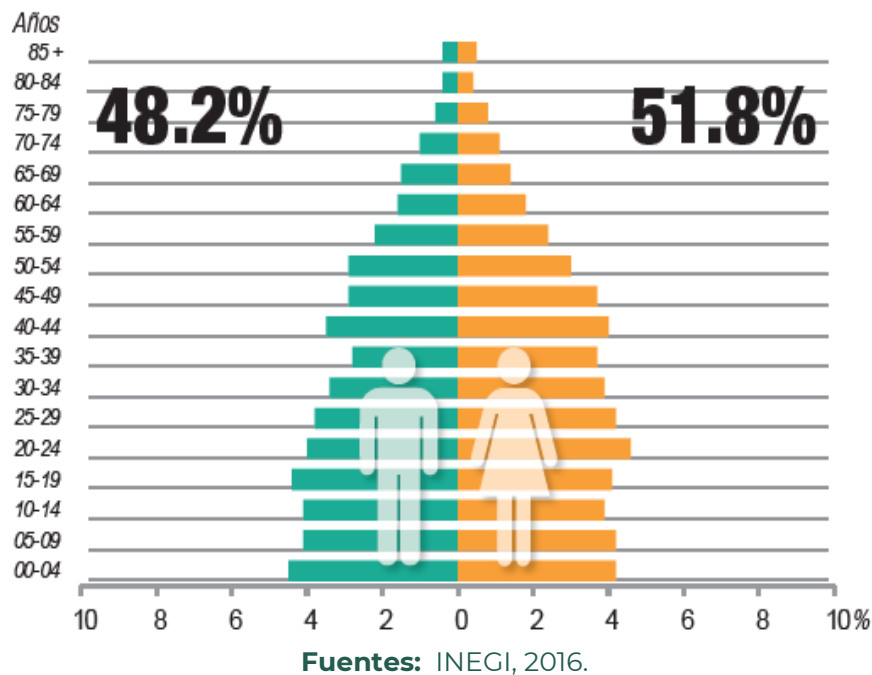
Los manglares presentes en el Sitio Ramsar presentan dos tipos fisonómicos: a) manglar de borde y b) manglar de cuenca o interno (ambos relacionados con la laguna de Tampamachoco y el estero de Tumulco). En ambos sitios, el manglar de borde que presenta el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) es *Rhizophora mangle* con, 56.2% y en el manglar interno, *Avicennia. germinans*, con 88%. Los manglares de la laguna de Tampamachoco exhiben las siguientes alturas: 8 m para *A. germinans* y 7 m en *R. mangle*, mientras que en el manglar interior son más pequeños, con 6 m en *A. germinans*, 4 m para *R. mangle* y 4 m para la especie *Laguncularia racemosa*, a su vez la densidad es de 1,433 arb/ha en manglar de borde y 2,300 arb/ha en manglar interno (López-Portillo *et al.*, 2009).

## Caracterización socioeconómica de Tuxpan, Veracruz

En la dimensión social, se describen los aspectos que determinan y caracterizan la calidad de vida de los habitantes, en la económica, aquellos procesos y dinámicas vinculados con sectores productivos y de servicios. La primera dimensión hace énfasis en la seguridad social y el nivel de marginación y la segunda en la participación de los sectores productivos.

## Caracterización de la población

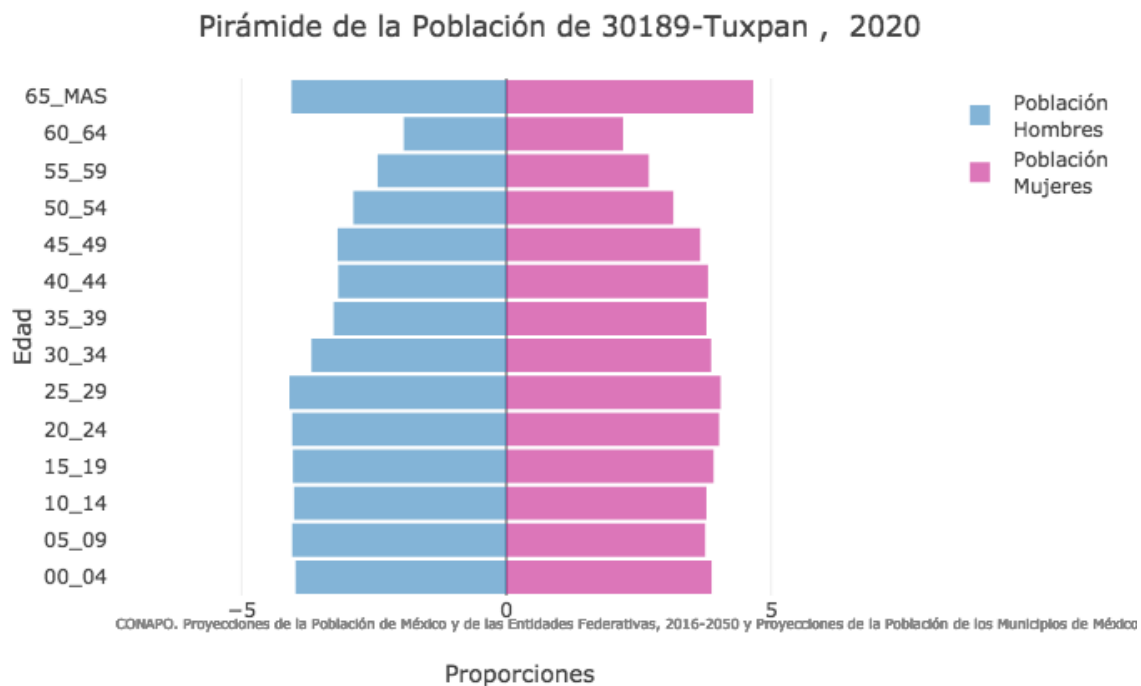
En la Encuesta Interseccional de 2015, la población del municipio de Tuxpan, Veracruz contabilizada en fue de 161,829 habitantes, de los cuales 51.8% (83,880) son mujeres y 48.2% (77,949) son hombres, con una relación de 92 hombres por cada 100 mujeres. La mayor cantidad de individuos se concentran en el rango de 20 a 24 años en mujeres y de 15 a 19 años en hombres, los rangos de 15 a 44 años concentran más del 50% de la población (Figura 16) (INEGI, 2016). En este censo, la representación de la población por grupos de edad es: Infantil (0-14 años) con 40,285 habitantes (24.90%), joven y adulta (15-64 años) con un total de 108,413 individuos (67.03%) y pobladores de la tercera edad (65 años y más) con 13,044 (8.07%) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) (INEGI, 2016).

**Figura 16.** Composición por edad y sexo. Grupo quinquenal de edad del municipio de Tuxpan, Veracruz. año 2015**Tabla 1.** Datos de composición por edad y sexo. Grupo quinquenal de edad del municipio de Tuxpan, Veracruz.

Municipio	2010		Total	2015		Total
	Masculina	Femenina		Masculina	Femenina	
Tuxpan	69,764	73,598	143,362	77,949	83,880	161,829
Relación hombre / mujer	95 hombres por cada 100 mujeres			92 hombres por cada 100 mujeres		
0-14 años	36,517 (25.87%)			40,285 (24.90%)		
15-64 años	92,883 (65.81%)			108,413 (67.03%)		
65 y más años	10,744 (7.62%)			13,044 (8.07%)		

Fuente: INEGI 2011; INEGI, 2016

La proyección del tamaño poblacional para 2020 es de 155,159 habitantes, integrados por 75,307 hombres y 79,852 mujeres (Gobierno del Estado de Veracruz, 2020). La pirámide poblacional, proyectada por CONAPO (2016), contempla un incremento de la población con 65 años y más, tanto en hombres, como en mujeres (Figura 16).

**Figura 17.** Proyecciones de la población de Tuxpan, Veracruz 2020

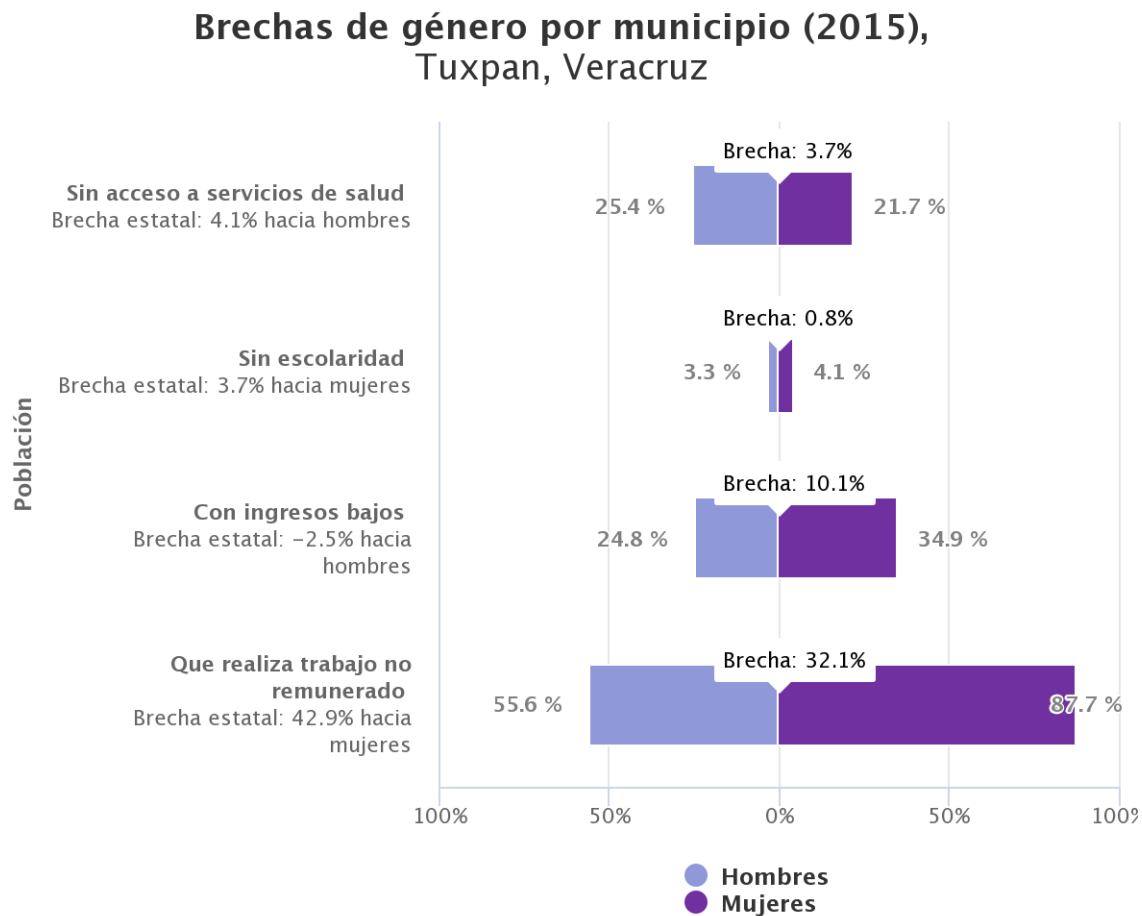
**Fuente:** CONANPO 2016.

## Brecha de género del municipio de Tuxpan

La brecha de género se define como la “medida estadística que muestra la distancia entre mujeres y hombres respecto a un mismo indicador, permite documentar la magnitud de la desigualdad entre mujeres y hombres” (INMUJERES, 2007).

El Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2019) incluye el análisis de brecha de género municipal como parte los insumos que orientan la toma de decisiones en torno al cambio climático. El índice se construyó a partir de la integración de los cuatro componentes: 1) acceso a servicios de salud, 2) escolaridad, 3) ingresos bajos y 4) trabajo no remunerado, a través de un método de ponderación simple.

El análisis arrojó que la brecha de género municipal de Tuxpan es baja, mientras que la brecha de género estatal es media. La brecha de género más importante es de 42.9% hacia mujeres quienes realizan trabajo no remunerado (INECC, 2019) (Figura 18).

**Figura 18.** Brechas de género para el municipio de Tuxpan en 2015

INECC

Fuente: INECC, 2019.

## Localidades

De acuerdo con la Encuesta Intercensal de 2015, el municipio de Tuxpan, Veracruz contaba con 546 localidades, de las cuales tres se consideran urbanas y 543 rurales. La información recabada en el Censo de Población y Vivienda de 2010 contemplaba 360 localidades y las divide en ámbito urbano con poblaciones de 2,500 a 14,999 habitantes (en la que se ubican 8,657 habitantes) y de 15,000 a más (que presenta 99,761 habitantes). En el ámbito rural, existen poblaciones de menos de 500 habitantes (concentrado 18,044 habitantes del total de población en 336 comunidades) y de 500 a 2,499 (que integran a 16,900 habitantes en 21 asentamientos). Las localidades con mayor población son Tuxpan de Rodríguez Cano (cabecera municipal) con 84,750 habitantes, seguida de Alto Lucero con 15,011 pobladores, Santiago de la Peña tiene 8,657 individuos, La Victoria (La Peñita) contiene a 1,677 y Banderas con 1,312 habitantes. Las poblaciones en localidades urbanas constituyen el 66.99% (108,418) del total de habitantes, y 33.01% (31,945 habitantes) en ámbito rural (Gobierno del Estado de Veracruz, 2019) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Habitantes en principales localidades del municipio de Tuxpan, Veracruz.

Población	2010			2015		
	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
Localidades	3	357	360	3	543	546
Tuxpan de Rodríguez Cano	84,750					
Alto Lucero	15,011					
Santiago de la Peña	8,657					
La Victoria		1,677				
Banderas		1,312				
Otras Localidades		31,995				
Total	108,418 (66.99%)	34,944 (33.01%)	143,362			

**Fuente:** Gobierno del Estado de Veracruz, 2019.

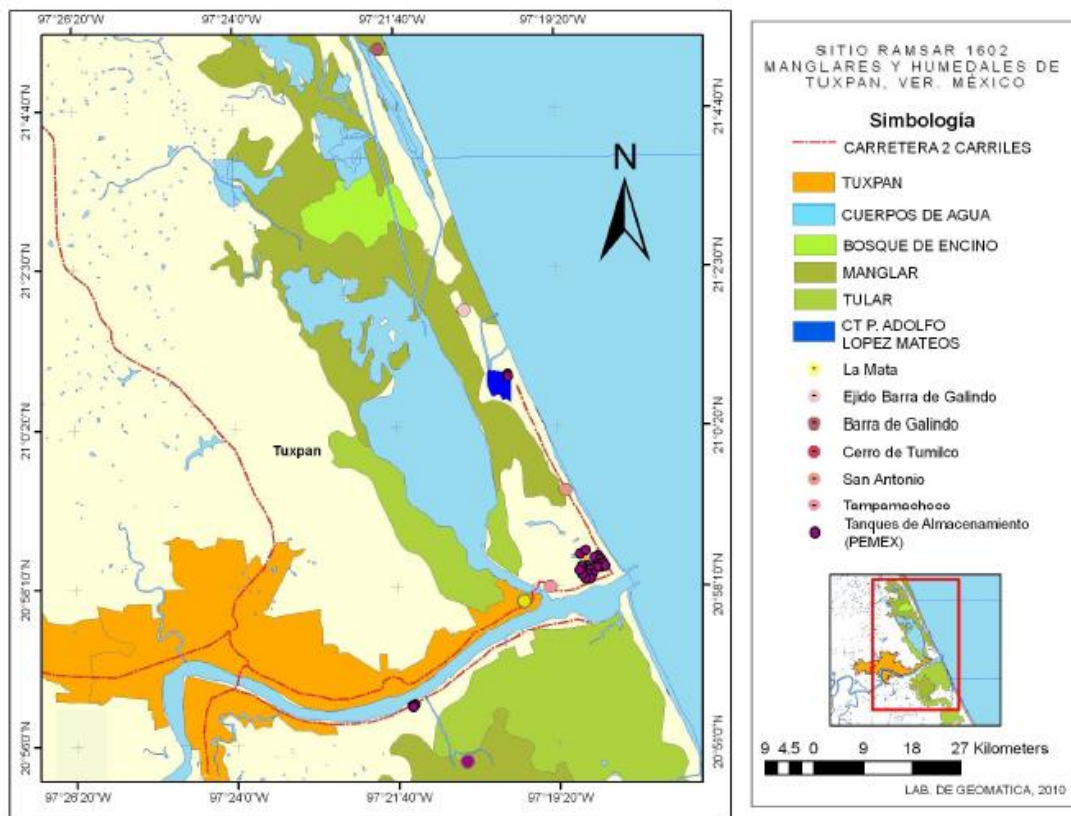
Existen cinco comunidades contiguas a los manglares, Barra Galindo, Ejido Barra Galindo, San Antonio, Tampamachoco y Ejido Cerro de Tumulco (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). La localización geográfica de las localidades se muestra en la (Figura 19):

**Tabla 3.** Localización geográfica de las comunidades contiguas a los manglares.

Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Barra Galindo	21 05'44"	97 22'03"	1
Ejido Barra de Galindo	21 05'55"	97 20'37"	1
San Antonio	20 59'30"	97 19'12"	0
Tampamachoco-La Mata	21 58'11"	97 19'35"	4
Ejido Cerro de Tumulco	20 54'36"	97 19'16"	18

**Fuente:** Ricaño, 2013.



**Figura 19.** Localización de las comunidades contiguas a los manglares

Fuente: Cuervo, 2013.

## Densidad de población

El Censo de Población 2010 reporta 148.4 hab/km<sup>2</sup> (143,362 habitantes en 966.2 km<sup>2</sup>), contabilizando solo la cabecera municipal, la densidad urbana es de 3,783.5 hab/km<sup>2</sup>. La densidad de población para el municipio en 2015 fue de 167.5 hab/km<sup>2</sup> (161,829 habitantes) contemplando todo el territorio municipal de 966.2 km<sup>2</sup>. Si se ajusta a solo los 33.64 km<sup>2</sup> de superficie de área urbana (SEMARNAT/CONABIO, 2019) y con una tasa de crecimiento de 2.7 (±96,191 habitantes) se tiene una densidad de 2,859 hab/km<sup>2</sup> (INEGI, 2016) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Densidad de Población (hab/km<sup>2</sup>) del municipio de Tuxpan, Veracruz.

Densidad de Población	2010 (hab/km <sup>2</sup> )			2015 (hab/km <sup>2</sup> )		
	Territorio	Urbano	Total	Territorio	Urbano	Total
Municipio	148.4		966.2 km <sup>2</sup>	167.5		966.2 km <sup>2</sup>
Tuxpan de Rodríguez Cano		3,783.5	22.4 km <sup>2</sup>		2,859	33.64 km <sup>2</sup>

Fuente: SEMARNAT/CONABIO, 2019.

## Seguridad social

En 2010, el municipio de Tuxpan contaba con una cobertura del 62.58% de derechohabientes a los servicios de salud, este porcentaje subió a 76.3% para 2015. Las instituciones que prestan seguridad social en el municipio son: Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), Secretaría de Marina (SEMAR), Seguro Popular, ahora Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI), así como Instituciones privadas y públicas (INEGI, 2011; INEGI, 2016).

Los porcentajes que operan estas instituciones públicas y privadas, reportados en el Censo de Población 2010 y el Intercensal de 2015, se muestran en la tabla 5. En ambos años, se observa la aportación en términos de mayores porcentajes de las instituciones públicas, IMSS, Seguro Popular, PEMEX-SEDENA- SEMAR y por último ISSSTE (INEGI, 2011; INEGI, 2016) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

**Tabla 5.** Afiliación a los servicios de salud en el municipio de Tuxpan.

Población Derechohabiente	2010		2015	
	Total	%	Total	%
IMSS	38,379	26.77	49,731	40.25
ISSSTE	11,616	8.10	13,195	10.68
ISSSTE Estatal	149	0.10		
PEMEX / SEDENA / MARINA	13,479	9.40	14,368	11.63
Seguro Popular	25,340	17.68	45,217	36.60
Institución Privada	1,182	0.82	1,582	1.28
Otra Institución	1,079	0.75	1,817	1.47
No derechohabiente	50,304	35.09	38,007	23.49
No especificado	3,337	2.33	275	0.17
Población derechohabiente	89,721	62.58	123,547	76.34
Población total	143,362	100	161,829	100

Fuente: SEMARNAT/CONABIO, 2019.

## Nivel de pobreza y marginación

El estado de Veracruz ha visto incrementada la población en situación de pobreza de 51.2% (3'870,000 de personas) en 2008 a 61.8% (5'088,563 de habitantes) en 2018. Del total de la población en situación de pobreza, el 17.7%, es decir 1'457,900 individuos, se encuentran en pobreza extrema (CONEVAL, 2018).

A nivel estatal, en 2010, el Grado de marginación fue Alto con un Índice de Marginación de 1.08. En ese mismo año, para el municipio de Tuxpan, el Grado de marginación era Bajo con un Índice de Marginación de -0.90071. En 2015, en

Veracruz, el Grado de Marginación continuaba siendo Alto con un Índice de Marginación de 1.14. A nivel municipal, Tuxpan presentaba un Grado de marginación Bajo y un Índice de Marginación de -0.991 (CONAPO, 2016) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

En 2020, las principales localidades del municipio presentan los siguientes grados de marginación: Bajo (Cabecera municipal), Medio (Alto Lucero, Santiago de la Peña, La Victoria) y Alto (Banderas). Con relación a las comunidades asentadas cerca de los manglares, se tienen desde Muy Alto (Tampamachoco) a Alto (Ejido Barra Galindo y Tumilco) (CONAPO, 2016). Esto es debido a los indicadores empleados para medir el rezago social; las primeras localidades son consideradas urbanas y cuentan con sistema de agua entubada, drenaje, las casas presentan todos los enseres domésticos y la población menor de 15 años asiste a la escuela. Por lo que respecta a las comunidades próximas a los manglares, al estar en zonas alejadas de áreas urbanas, tienen carencias en los servicios básicos previamente mencionados. Como se mencionó anteriormente, la vivienda digna incluye una serie de servicios básicos, por lo que su calidad de vida puede ser menoscabada. Y el riesgo de padecer algún percance derivado de fenómenos hidrometeorológicos aumenta en función de las condiciones socio económicas, los hogares en situación de pobreza y los asentamientos irregulares tienen menor capacidad adaptativa y, a su vez, suelen ser impactados más fuertemente por dichos fenómenos, permaneciendo en trampas de pobreza en cualquiera de sus dimensiones y mayor exposición al riesgo climático.

**Tabla 6.** Grado e Índice de Marginación del municipio y localidades de Tuxpan, Veracruz.

Marginación	2010		2015	
	Grado	Índice	Grado	Índice
Veracruz	Alto	1.08	Alto	1.14
Tuxpan	Bajo	-0.901	Bajo	-0.991

Localidades	Grado de marginación
Tuxpan de Rodríguez Cano	Bajo
Alto Lucero	Medio
Santiago de la Peña	Medio
La Victoria	Medio
Banderas	Alto

Fuente: CONAPO, 2016.

## Participación de los sectores productivos en la región

La participación de los sectores de la actividad económica en el municipio de Tuxpan es encabezada por servicios, con 60.33% (32,462) y 67.30% (41,863) en 2010 y 2015, respectivamente. De este sector, el comercio ocupaba en 2010 a 9,411 habitantes y en 2015 pasó a 11,183. Por otro lado, el sector primario ocupa el 13.62%

(7,330) de la población económicamente activa, en 2010, bajó a 9.59% (5,962) en 2015. El sector secundario ha variado en términos de población ocupada, sumando 12,960 en 2010 y 13,082 en 2015 (SEMARNAT/CONABIO, 2019) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). El sector secundario es el de mayor importancia después de servicios: la termoeléctrica y los puertos de la zona emplean a un número importante de pobladores.

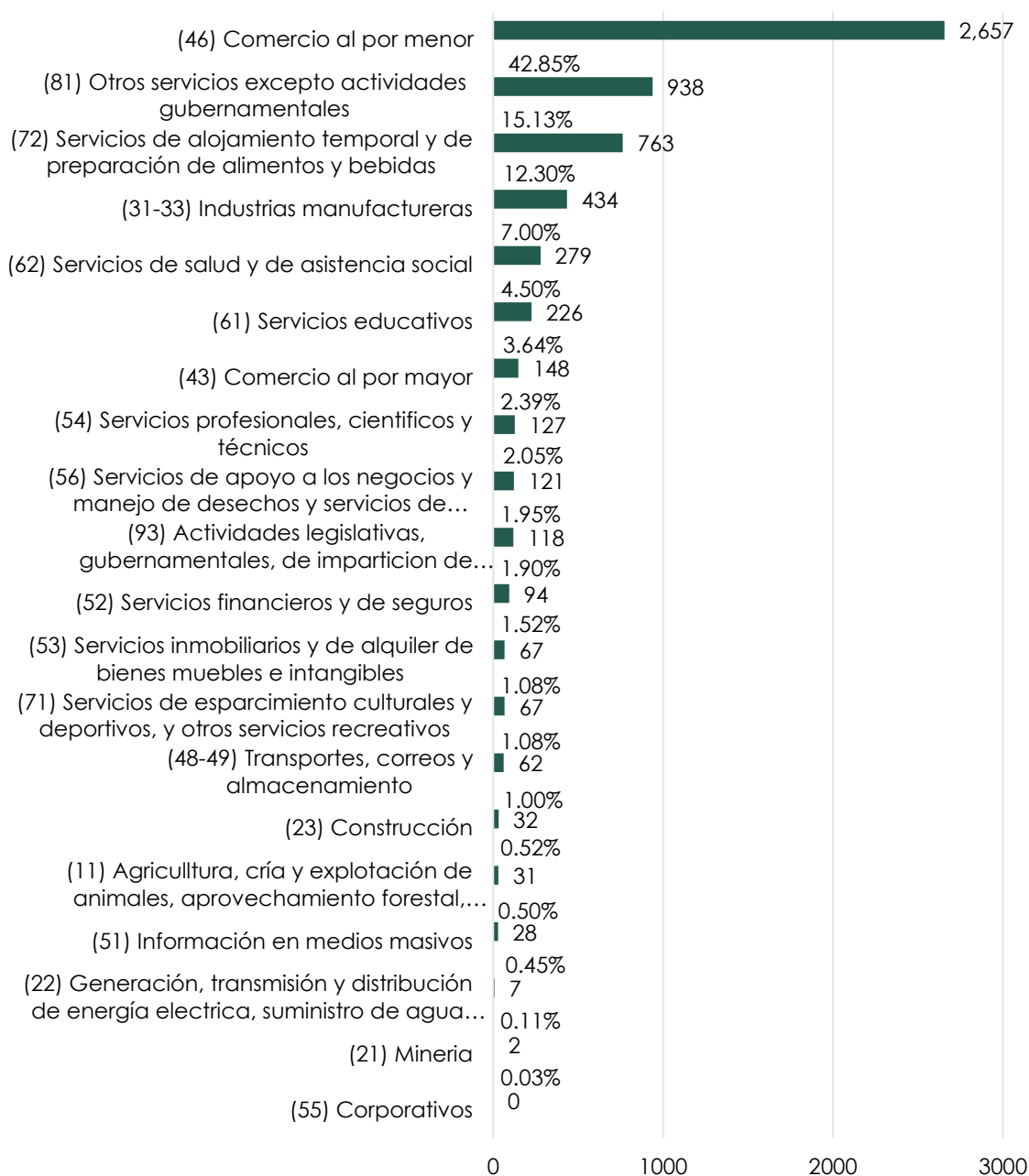
**Tabla 7.** Población ocupada y su distribución según sector de actividad económica.

Años	Población ocupada	Total	Sector en la actividad económica				
			Primario	Secundario	Comercio	Servicios	No especificado
2010	Total	53,805	7,330	12,920	9,411	23,051	1,093
	Porcentaje	100	13.62	24.01	17.49	42.84	2.03
2015	Total	62,196	5,962	13,082	11,183	30,680	1,289
	Porcentaje	100	9.59	21.03	17.98	49.33	2.07

Fuente: SEMARNAT y CONABIO, 2019.

## Unidades Económicas (UE)

Con relación al porcentaje de participación de las unidades económicas (UE) (6,201) por sector; al 2017, el valor más alto correspondía al Comercio al por menor, con 42.85% del total, seguida de Otros servicios (excepto actividades gubernamentales), con una participación del 15.13%, otro sector importante es servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas, con un 12.3%. La industria manufacturera ocupa la cuarta posición, con 7%. La participación del sector primario es muy pequeña, pues solo corresponde al 0.53%, incluyendo Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza (Figura 20) (Gaceta Oficial del Estado de Veracruz, 2018).

**Figura 20.** Porcentaje de participación de los sectores productivos en el municipio de Tuxpan, Veracruz

Fuente: Gaceta Oficial del Estado de Veracruz, 2018.

El número de unidades económicas (UE) en el municipio de Tuxpan representa la intensidad de la actividad económica local. En 2009, se reportaron 4,692 UE, el número subió a 4,778 UE en 2014, es decir aumentó el 1.7%. Sin embargo, para 2017, se contabilizaron 6,201, lo que representa un 23% más con respecto al 2014. El personal ocupado en unidades económicas en 2009 correspondió al 32.5% (19,016 personas), mientras que para el año 2014, el 29% de la población (18,841 personas)

(SEFIPLAN, 2016; Gaceta Oficial del Estado de Veracruz, 2018; Gobierno de Veracruz, 2019).

En la tabla 8, se representan las unidades económicas obtenidas del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2017) y reportadas en el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, el sector de comercio al por menor cuenta con más del 40% de la participación de unidades económicas. El sector primario representa solo el 0.53%, el secundario el 7% y el terciario el 92.47% de las unidades económicas.

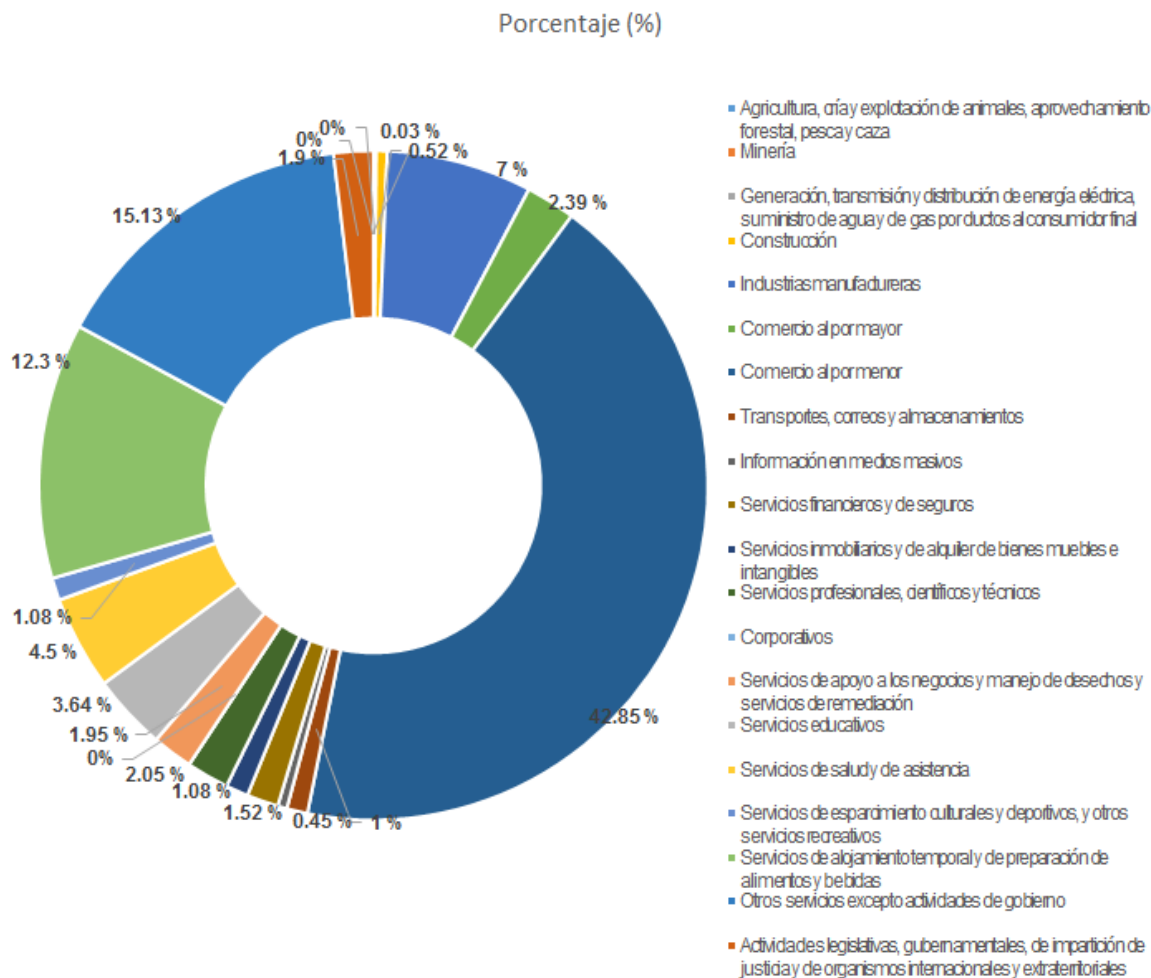
**Tabla 8.** Participación de los sectores productivos por número de Unidades Económicas en el municipio de Tuxpan.

Código de Sector	Sectores Económicos	Unidades Económicas	Porcentaje (%)
46	Comercio al por menor	2,657	42.85
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	938	15.13
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	763	12.30
31-33	Industrias manufactureras	434	7.00
62	Servicios de salud y asistencia social	279	4.50
61	Servicios educativos	226	3.64
43	Comercio al por mayor	148	2.39
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	127	2.05
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	121	1.95
93	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	118	1.90
52	Servicios financieros y seguros	94	1.52
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes inmuebles e intangibles	67	1.08
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	67	1.08
48-49	Transportes, correos y almacenamiento	62	1.00
23	Construcción	32	0.52
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	31	0.50
51	Información en medios masivos	28	0.45
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	7	0.11
21	Minería	2	0.03
55	Corporativos	0	0.00
<b>Total</b>		6,201	100

**Fuente:** Gaceta Oficial del Estado de Veracruz, 2018.



**Figura 21.** Participación de los sectores productivos (por número de Unidades Económicas) en el municipio de Tuxpan en 2010



**Fuente:** Elaboración propia a partir Gaceta Oficial del Estado de Veracruz, 2018.

## Dimensión político-institucional

La Ley General de Cambio Climático establece la concurrencia entre los tres órdenes de gobierno (DOF, 2012); a nivel estatal, Veracruz fue el primer estado en expedir una ley especializada en la materia. La Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los efectos del cambio climático, publicada el 3 de noviembre de 2010, señala a las autoridades competentes para atender los temas de cambio climático: el gobernador del Estado, a la Secretaría de Medio Ambiente, y a la Secretaría de Protección Civil (DOF, 2013). Esta ley estatal también prevé la creación de un 'Consejo Estatal para la Mitigación y Adaptación ante los efectos del Cambio'. El Estado también cuenta con un Programa veracruzano ante el cambio climático, publicado en 2009, y el cual no ha sido actualizado.

A nivel municipal, Tuxpan cuenta con los siguientes instrumentos:

- Programa de ordenamiento ecológico regional que regula el uso del suelo y las actividades productivas que se pueden compatibles con el territorio 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 en la región denominada cuenca del Río Tuxpan, actualizado a través de publicación en la Gaceta Oficial el 20 de julio de 2012.

- Plan Municipal de Desarrollo (2018-2021) publicado en la Gaceta Oficial el 30 de abril de 2018.
- Programa de Acción Climática Municipal, 2016.
- Atlas Municipal de Riesgos Nivel Básico, 2011.

Dentro del municipio de Tuxpan, existen instituciones que apoyan al desarrollo en materia social y ambiental, en particular, el Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (INPI) con el Programa de Infraestructura Indígena, la Secretaría del Bienestar con el Programa de Desarrollo de Zonas Prioritarias, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que contempla los Centros Ciudadanos para la Sustentabilidad, así como las contribuciones de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), que también presentan instrumentos de gestión en apoyo a la capacitación y gestión de proyectos (CONEVAL, 2018).

## Problemática, causas asociadas y estado de los manglares en Tuxpan

### Perturbaciones y cambios en la cobertura de los manglares del municipio de Tuxpan, Veracruz

Los manglares del municipio de Tuxpan están considerados dentro de los Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica (GM56 Tuxpan y GM 39 Estero de Juan González), como Región Terrestre Prioritaria (RTP-103 Laguna de Tamiahua) (López Portillo *et al.*, 200a; López Portillo *et al.*, 200b) y Sitio Ramsar (Manglares y Humedales de Tuxpan No. 1602) (CONANP-Humedales de México, 2011). Denotando su importancia y la necesidad de protegerlos y restaurarlos.

La Ficha Informativa Ramsar (FIR) describe que los manglares y humedales de Tuxpan son de los mejor conservados de la Provincia Biogeográfica del Golfo de México y junto con los manglares de la Isla del Ídolo en Tamiahua, constituyen los manglares mejor estructurados del norte del Golfo de México, desde Nautla hasta Laguna Madre.

Los manglares del municipio de Tuxpan se encuentran relacionados con la laguna de Tampamachoco (GM 56, RTP-103 y Sitio Ramsar 1602), los esteros de Jácome y Tumilco (Sitio Ramsar 1602) y el estero Juan González (GM 39) en colindancia con el municipio de Cazes. Los manglares de Tampamachoco se encuentran en el “Programa Regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano”, que desde el 2008 realiza el Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) con apoyo de la CONABIO, lo que provee insumos en temas de ecología y manejo, permitiendo la planeación y desarrollo de

actividades de restauración, rehabilitación y mantenimiento informadas y sustentadas en datos recientes y robustos, enfocadas en aumentar la resiliencia ambiental y disminuir la vulnerabilidad de las poblaciones costeras ante los efectos negativos del cambio climático.

### Cambios en la cobertura de manglar

La CONABIO (2019) ha descrito la extensión y uso del suelo y vegetación de 1976 a 2010. En la ficha GM 56, se muestra la ganancia de manglar de 503 ha entre los años 1976 y 2005 y pérdida de 221 ha de manglar de 2005 a 2010, lo cual implica una ganancia neta de 282 ha en 34 años (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Con relación al manglar del estero Juan González, en 1975 se reportaron 116 ha, pasando a 94 en 2010, con una pérdida neta de 22 ha.

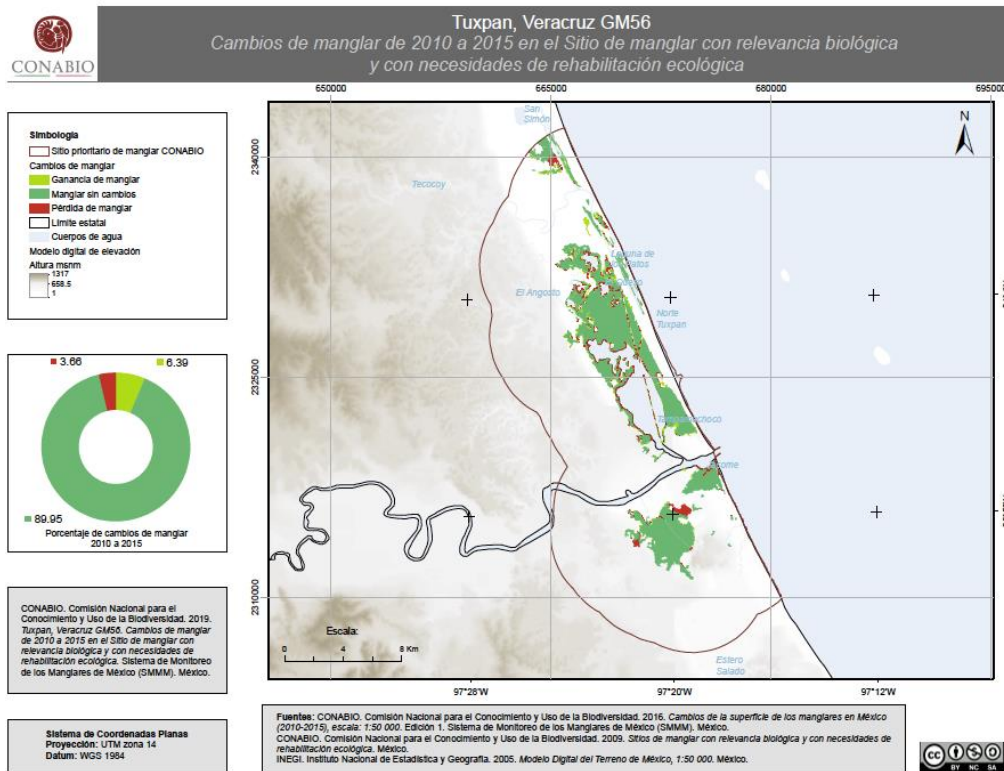
**Tabla 9.** Extensión del uso del suelo y vegetación en Tuxpan, Veracruz.

Clase	1976		2005		2010		Ganancia-Perdida (1976-2005)	Ganancia-Perdida (2005-2010)
	ha	%	ha	%	ha	%	Netas (+/-)	Netas (+/-)
Desarrollo antrópico	1,479	4	1,994	6	2,256	6	515	-262
Agrícola-Pecuaria	14,566	41	15,139	43	14,831	42	573	-307
Otra Vegetación	5,134	15	4,607	13	4,299	12	-526	-308
Sin Vegetación	183	1	187	1	188	1	4	1
Manglar	<b>4,238</b>	<b>12</b>	<b>4,742</b>	<b>13</b>	<b>4,520</b>	<b>13</b>	<b>503</b>	<b>-221</b>
Manglar perturbado	0	0	0	0	15	0	0	15
Otros humedales	6,821	19	5,681	16	6,367	18	-1,140	686
Cuerpos de agua	2,871	8	2,865	8	2,826	8	-6	-39
Otros (nubes y sombras)	10	0	87	0		0	n.a.	-87
Total	35,302	100	35,302	100	35,302	100		

**Fuente:** López-Portillo et al., 2009<sup>a</sup>; CONABIO 2019.

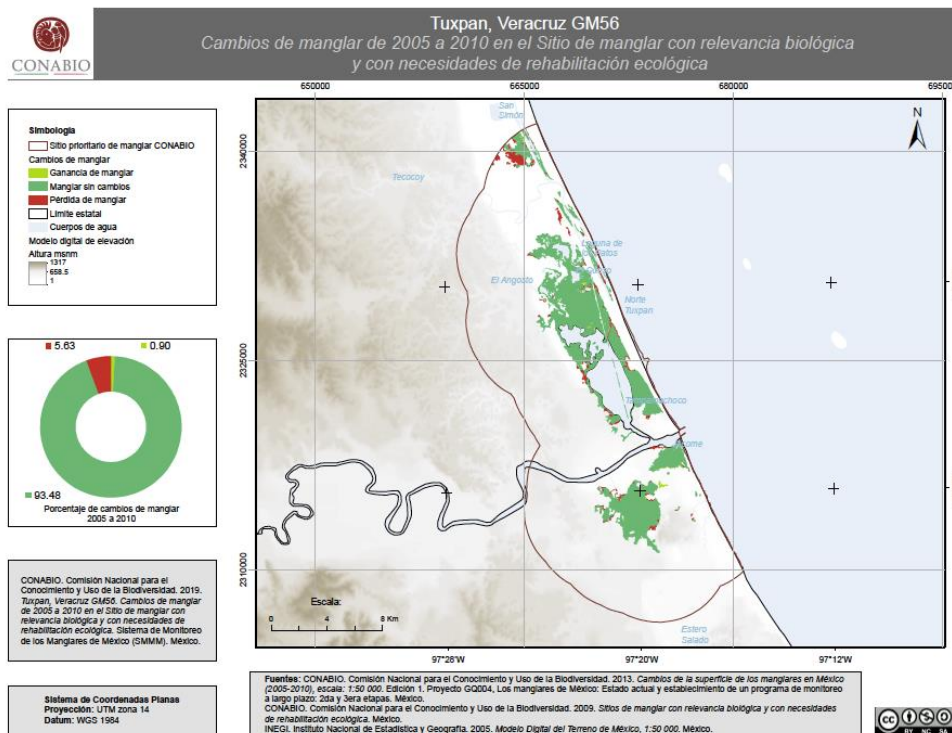
La ganancia de áreas de manglar se localiza en los manglares al norte de la laguna de Tampamachoco, dentro del municipio de Tuxpan (Figura 22). La pérdida reportada de 2005 a 2010 se relaciona con el mismo sitio de Majahual y unas áreas más pequeñas al norte y este de la laguna de Tampamachoco (Figura 23).

**Figura 22.** Cambios en la cobertura de manglar de 2010 a 2015 en el sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica



Fuente: CONABIO, 2016.

**Figura 23.** Cambios en la cobertura de manglar de 2005 a 2010 en el sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica



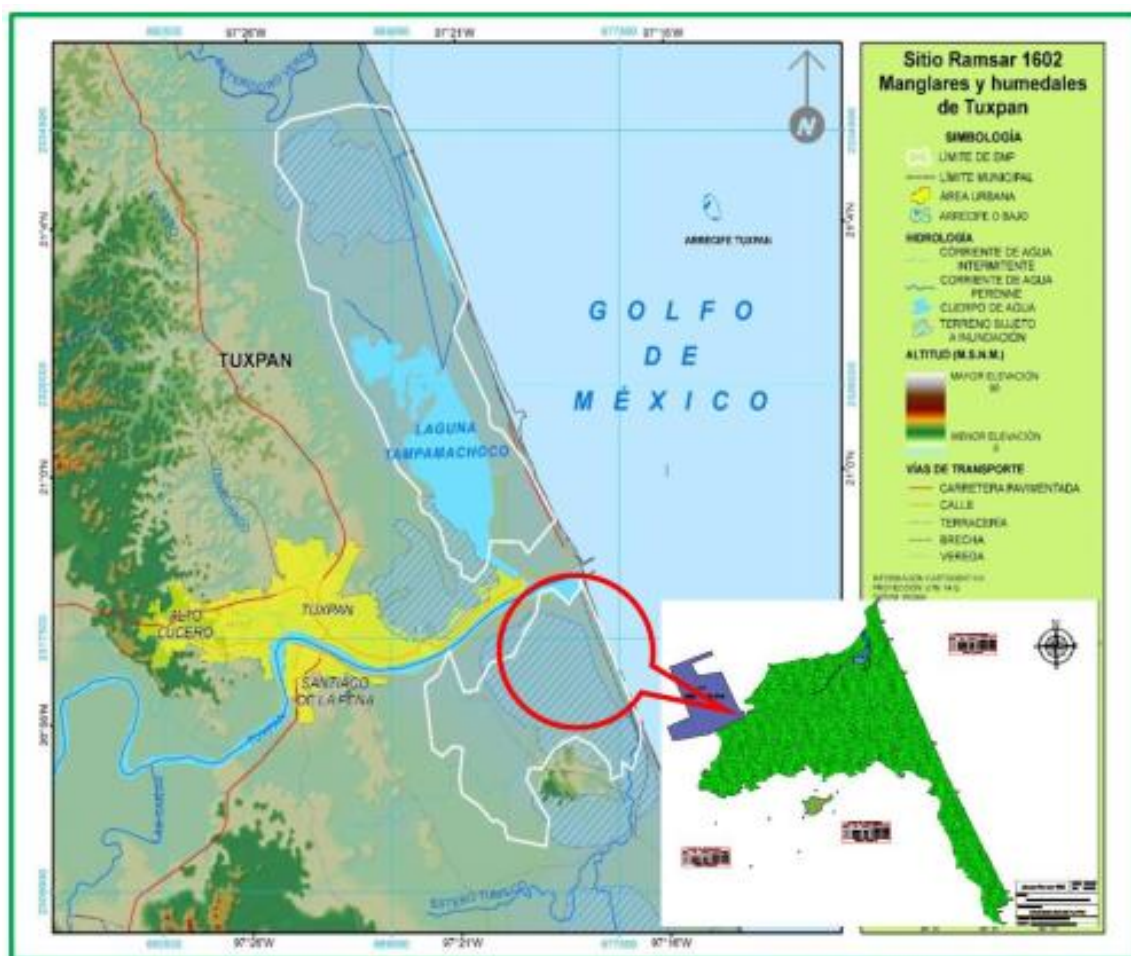
Fuente: CONABIO, 2016.



La CONABIO (2019) reportó, para el año 2015, una superficie de 4,441.73 ha de manglar (4.65% del municipio), los cuales presentaron una ganancia para el período de 2010 a 2015 equivalente a 276.95 ha, y una pérdida de 157.57 ha, a su vez, se reportan 26.57 ha de manglar perturbado, localizado frente a las instalaciones del Complejo Termoeléctrico “Presidente Adolfo López Mateos”.

Además de las estimaciones de la CONABIO, existe poca investigación sobre el cambio de cobertura de manglar en la zona. El único trabajo publicado identificado sobre el cambio de cobertura de manglar en el Sitio Ramsar No. 1602 “Manglares y Humedales de Tuxpan” fue desarrollado por Salas (2018) en el manglar del estero de Jácome (Figura 24).

**Figura 24.** Localización del manglar relacionado al estero de Jácome en el municipio de Tuxpan, Veracruz

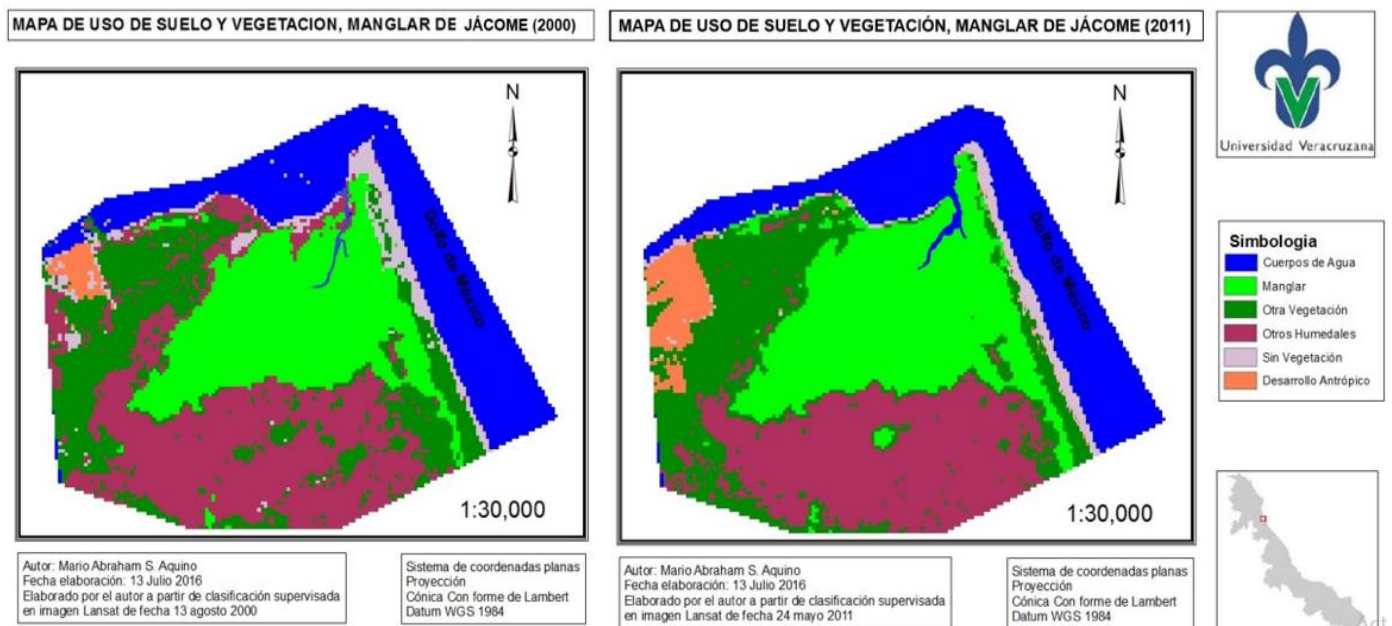


**Fuente:** Salas, 2018.

El estudio se realizó para el periodo 2000 a 2011, utilizando como datos de apoyo los polígonos generados por el INEGI en 2005 y el mapa digital de Uso del Suelo y Vegetación y las bases de datos de otras instituciones nacionales de CONABIO 2011. El resultado mostró un aumento de 42 hectáreas para el periodo de 11 años (Figura 25).

Hoy en día, existen herramientas de percepción remota y acceso a imágenes satelitales, que podría facilitar el estudio del cambio en la cobertura forestal, sin embargo, aún no hay iniciativas nacionales con suficiente precisión y definición para estudiar el cambio de cobertura anual de manglares. Plataformas como *Global Mangrove Watch*, una iniciativa apoyada por organizaciones como IUCN, Wetlands International y WWF, que ofrece estimaciones de ganancia y pérdida, así como mapas interactivos mundiales del ecosistema, ejemplifican el potencial de la tecnología para monitorear la vegetación, informando al público y facilitando la toma de decisiones.

**Figura 25.** Cambios en la cobertura de manglar de 2000 a 2011 en el manglar del estero de Jácome en el municipio de Tuxpan, Veracruz



Fuente: Salas, 2018.

Basáñez y colaboradores (2006) identificaron los usos maderables de los manglares en el estero de Tumilco, el 24% se destina a leña, 23% al cercado de propiedades, 23% en la fabricación de artes de pesca, 12% a la venta, 9% para la construcción, 5% como uso medicinal y 4% en la fabricación de muebles. El uso reportado no implica la tala de grandes extensiones, sino uso local que satisface necesidades muy concretas.

Las 4,441.73 ha de manglar del municipio de Tuxpan representan el 11.6% (38,311 ha) del estado de Veracruz. Si bien, el estado ocupa el cuarto lugar en superficie de manglar perturbado con 1,740 ha (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017), en el municipio de Tuxpan se tienen solo 26.57 ha contiguas de perturbación, en las cuales se han realizado esfuerzos de restauración por el INECOL, A.C., la CONANP y la Universidad Veracruzana.

Las 26.57 ha reportadas como perturbadas (SEMARNAT/CONABIO, 2019) se deben a la interrupción del flujo hidrológico al interior del manglar por la construcción de las torres de transmisión de la energía eléctrica, en 1998. Desde 2011, se han llevado esfuerzos de restauración mediante la rehabilitación hidrológica, con la apertura de canales en los terraplenes en 2012 (financiado por la CONABIO), esfuerzos de



reforestación (financiado por la CFE) y la apertura de canales desde la laguna al interior del manglar en 2019 (financiado por CONAFOR) (Figura 26).

**Figura 26.** Degradación del manglar por modificación hidrológica y proceso de restauración. Fuente: archivo propio. Secuencia de años: 2011 a 2019



Fuente: archivo propio

## Impactos y vulnerabilidad de los manglares y medios de vida asociados ante el cambio climático en Tuxpan, Veracruz

El municipio de Tuxpan en Veracruz es vulnerable a diferentes eventos meteorológicos, que van desde ondas cálidas, sequías severas, frentes fríos, tormentas tropicales, huracanes e inclusive, granizadas. Ejemplos de estos se pueden observar en la

0.

**Tabla 10.** Declaratorias de emergencia en Tuxpan de 2005 a la fecha.

Fecha de ocurrencia	Tipo de declaratoria	Evento	Fecha en el Diario Oficial de la Federación (DOF)
19 de junio de 2005	Lluvias fuertes	Huracán Emily	15/08/2005
21 de octubre de 2006	Lluvias fuertes	Frente frío No. 11	08/11/2006
04 al 06 de octubre de 2014	Lluvia severa		18/10/2014
08 y 09 octubre de 2016	Lluvia severa, inundación		13/10/2016
23 y 24 de mayo de 2017	Granizada severa	Frente frío	08/06/2017
08 al 11 de septiembre de 2017	Lluvia severa	Huracán Katia	17/09/2017
9, 10 y 11 de agosto de 2017	Lluvia fuerte	Tormenta tropical Franklin	17/08/2017
28 de mayo de 2018	Onda cálida	Surada	07/06/2018
18 al 21 de octubre de 2018	Lluvia severa, inundación	Frente frío	02/11/2018
01 de mayo de 2019	Sequia severa		20/05/2019

**Fuente:** Diario Oficial de la Federación, 2005, 2006, 2014, 2016, 2017, 2018 y 2019.

Con relación a la exposición, el nivel de marea máximo presente en el municipio de Tuxpan es de 50 cm, con rangos de 10 a 50 cm en períodos de luna nueva y llena, respectivamente (tablas de mareas.com). El incremento del nivel medio del mar se reporta de  $2.8 \pm 2.3$  mm/año, ya asociado al efecto de cambio climático Marín y Athié (2020). En cuanto al aporte de sedimentos, al ser la cuenca de río Tuxpan exorreica, con una pendiente promedio de 12 grados y con deforestación en la cuenca alta, se presenta arrastre considerable. Los sedimentos son depositados en la desembocadura del río Tuxpan, la laguna de Tampamachoco y los esteros de Jácome y Tumilco y como consecuencia al bosque de mangle.

## Escenarios de cambio climático

El cambio climático impactará las condiciones socioecológicas y económicas de la población veracruzana, ya que el estado es una de las regiones del país con mayor vulnerabilidad a dicho fenómeno, por lo que los tomadores de decisión del estado deben considerar disminuir la vulnerabilidad a través de políticas de mitigación y de adaptación (Tejeda *et al.*, 2020).

Los escenarios de cambio climático proyectados sobre las cuencas costeras del Golfo de México muestran una tendencia a la existencia de mayores periodos de sequía, a su vez, en la temporada de huracanes, estos se presentarán con mayor

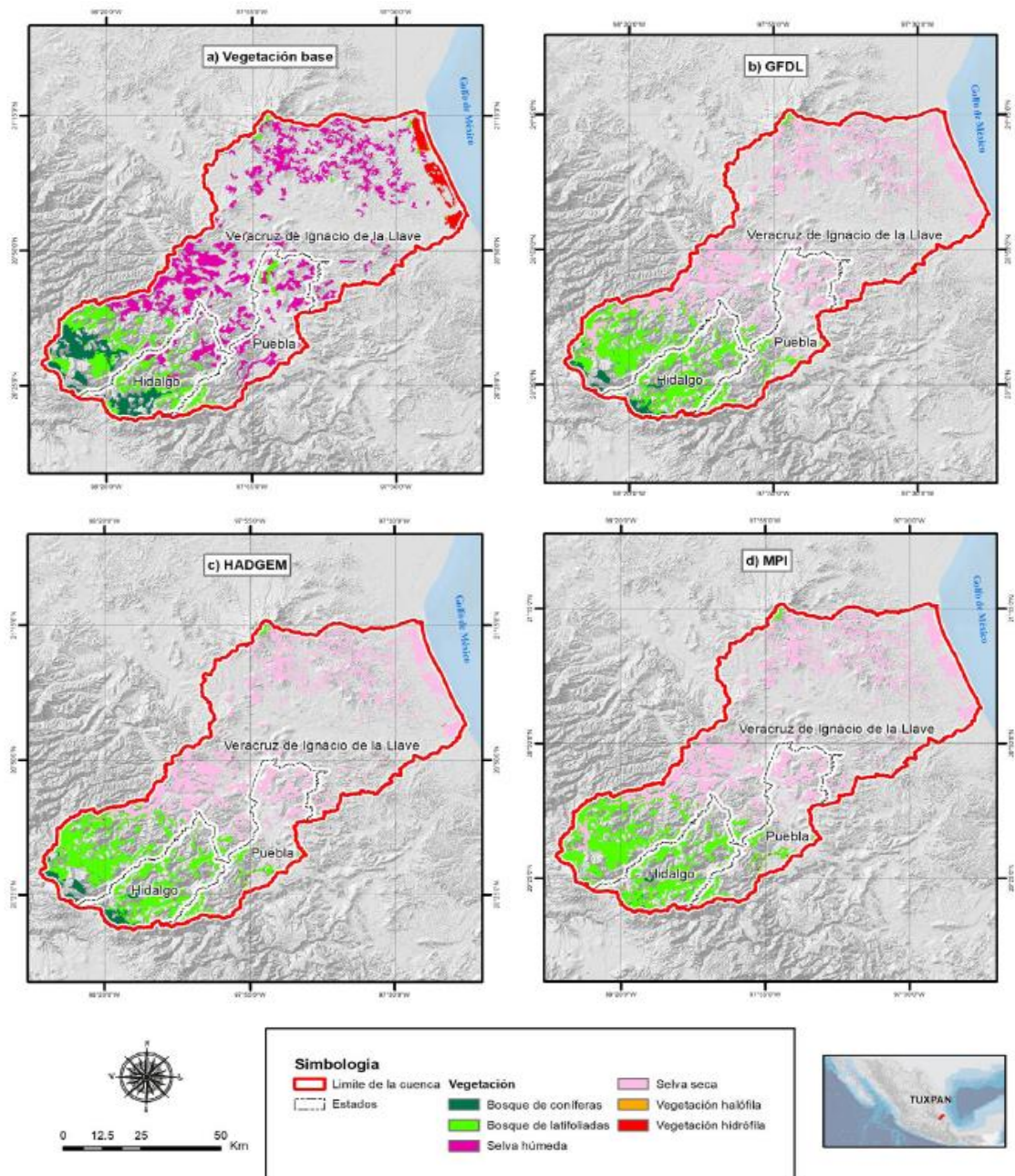
intensidad provocando serias inundaciones, tanto en zonas de cultivo, rurales y urbanas (INECC, 2015). Para la cuenca baja de río Tuxpan, el INECC y el Instituto de Geografía de la UNAM, evaluaron tres diferentes escenarios sobre las tendencias de la vegetación por efecto del cambio climático, siendo estos, MPI-ESMLP1, GFDL y HADGEM3, en los tres, la vegetación hidrófila y halófila de la cuenca baja desaparece o es seriamente afectada, estableciéndose la selva seca (Tejeda *et al.*, 2020) (Figura 27).

Tejeda y colaboradores (2020), consideran que la alteración en la biodiversidad, producto del cambio climático, traerá como consecuencia la afectación de los ecosistemas y la modificación de los bienes y servicios que prestan, con repercusiones en las poblaciones locales y sus economías. Otro efecto esperado del cambio climático en la zona son las alteraciones en los fenómenos hidrometeorológicos (sequías, lluvias extremas). En las cuencas bajas se esperan sequías más acentuadas y frecuentes.

En el litoral veracruzano se ha registrado un aumento del nivel del mar de aproximadamente nueve centímetros en 50 años, a su vez, los frentes fríos y las ondas de calor son más pronunciados y de mayor duración (Tejeda *et al.*, 2020). Además de los impactos en las comunidades, expresados en baja productividad agropecuaria, daños materiales derivados de los impactos de las tormentas y oleaje, y afectaciones al turismo y pesquerías, se verán más afectados los ecosistemas que se encuentran en sitios bajos, como las lagunas costeras, estuarios, manglares y dunas.



**Figura 27.** Cobertura de la vegetación natural actual y en el contexto del cambio climático en la cuenca del río Tuxpan, bajo diversos escenarios (MPI-ESMLP1, GFDL" y HADGEM3)

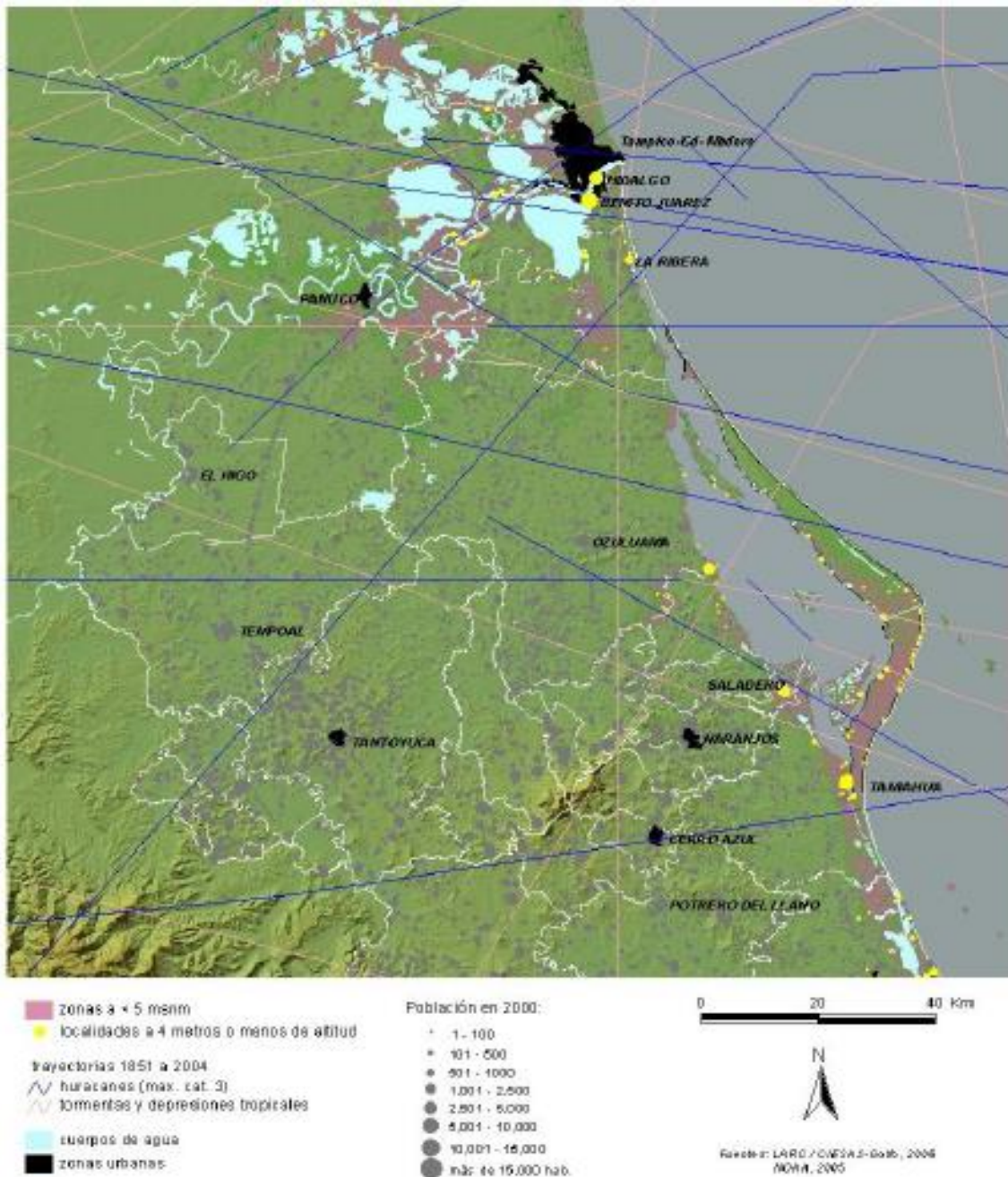


**Fuente:** Tejeda et al., 2020.

En la costa veracruzana se presentan 883 localidades con menos de 6 msnm, presentes en los 29 municipios con litoral (Marín y Athié, 2020), entre las que se encuentra las partes bajas del municipio de Tuxpan. Marín y Athié (2020) establecen que las áreas de mayor vulnerabilidad en la zona costera, con respecto a las tendencias del incremento del nivel del mar, son Coatzacoalcos ( $2.9 \pm 1.5$  mm/año) y Tuxpan ( $2.8 \pm 2.3$  mm/año). Entre los ecosistemas impactados, se encuentran los manglares de la zona y el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT), este último también derivado de la acidificación y calentamiento del océano.

En la Figura 28, se presenta un escenario de aumento de 1 a 2 msnm, comprende el sur del estado de Tamaulipas y norte de Veracruz. En el norte de Veracruz la isla del Ídolo y la isla de barrera de cabo Rojo en la laguna de Tamiahua, las tierras bajas y áreas pantanosas hasta la laguna de Tampamachoco son los sitios más afectados. Dentro de la infraestructura costera, el Complejo Termoeléctrico “Presidente Adolfo López Mateos” se vería afectado (Conde y Palma, 2006).

**Figura 28.** Áreas sujetas a inundación por ascenso del nivel del mar ante un escenario de cambio climático. Sur del Estado de Tamaulipas y norte del Estado de Veracruz



**Fuente:** Conde y Palma, 2006.



De acuerdo con la metodología del Programa de Acción Climática Municipal (PACMUN), en el análisis de percepción social las principales amenazas son las lluvias torrenciales, los frentes fríos, huracanes y ondas de calor. También fueron identificados los impactos que causan estas amenazas y se cuantificaron las afectaciones en el sector agrícola, principalmente en sus cultivos de naranja (5,432 ha), maíz (4,550 ha) y mandarina (2,969 ha), comunicaciones y transportes en 204.7 km de su red de carreteras y caminos rurales, salud con sus seis hospitales y 21 unidades de consulta externa, social, sistema hídrico principalmente a sus cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales y a la biodiversidad (Ayuntamiento de Tuxpan, 2016).

Los huracanes se identificaron como la amenaza más importante, seguido de las lluvias torrenciales, las ondas de calor y, por último, los frentes fríos. En relación con la percepción social, las encuestas establecidas en el PACMUN del municipio, para los encuestados el sector más afectado es el de salud, seguido de comunicaciones y transportes (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Y de igual forma, de acuerdo con el ejercicio de percepción social para la población encuestada, la biodiversidad no tendría ninguna afectación (Ayuntamiento de Tuxpan, 2016).

Una evaluación similar, llevada a cabo en las comunidades cercanas a las áreas de manglar, documentó que la percepción de los pobladores es diferente. Cuervo (2010) y Ricaño (2013) en trabajos efectuados en las comunidades de Barra Galindo, Ejido Barra Galindo, San Antonio, Tampamachoco-La Mata y Ejido Cerro de Tumilco, reportan que los pobladores enlistan al cambio como una problemática que afecta a la laguna de Tampamachoco y ecosistemas asociados, como los manglares.

Por ejemplo, se determina la lluvia ácida como causa de la muerte de árboles y contaminación de aire y agua, así como la falta de oxígeno, por el deterioro de bosques. La comunidad de La Mata utiliza más el término “cambio climático” al discutir situaciones problemáticas relacionadas al ambiente (Cuervo, 2010), mientras que la comunidad de San Antonio identifica el cambio climático en la formación de más tormentas y huracanes (Ricaño, 2013). En el marco de este proyecto, se realizarán encuestas a las comunidades de Tuxpan, buscando actualizar los datos de percepción, la información en materia de cambio climático, adaptación y servicios ecosistémicos que los pobladores poseen, estos resultados serán discutidos en apartados subsecuentes.

## Vulnerabilidad socioeconómica y ambiental de Tuxpan ante el Cambio Climático

De los documentos consultados (Cuervo, 2010; Ricaño, 2013) se desprenden las siguientes percepciones generales del área relacionada con los manglares:

**Tabla 11.** Percepciones generales en orden de importancia de pobladores locales con relación a las causas de deterioro de los manglares en el municipio de Tuxpan, Veracruz.

Orden de Importancia	Percepción general de las causas de deterioro de los manglares
1	Afectación por lluvia ácida
2	Construcción de la termoeléctrica
3	Destrucción del entorno
4	Tala inmoderada
5	Empresas contaminantes
6	Quema de basura
7	Sobre pesca
8	Construcción de charangas <sup>3</sup>
9	Deforestación
10	Ignorancia de la importancia
12	Contaminación del aire
13	Contaminación del agua
14	Aumento de población
15	Basura en la laguna
16	Crecimiento urbano
18	Construcción de casas

**Fuente:** Cuervo, 2010 y Ricaño, 2013.

De acuerdo con Castañeda (2020), los mayores peligros para las zonas costeras de México son la inundación y la erosión producidas por el oleaje, mareas de tormenta, vientos, corrientes de los ríos y precipitación. La vulnerabilidad de los asentamientos humanos por inundaciones se encuentra determinada por la frecuencia potencial de inundaciones (exposición), la estacionalidad de la precipitación (índice), la sensibilidad de las poblaciones asentadas en la parte baja de la cuenca de Tuxpan (respuesta hidrológica de la cuenca, poblaciones susceptibles a inundaciones y porcentaje del municipio con zonas de inundación) y, finalmente, la capacidad adaptativa de la población en el municipio, relacionado con los instrumentos disponibles para la gestión del riesgo y la protección y restauración de ecosistemas para prevenir inundaciones. Este último forma parte del enfoque AbE (INECC,2019).

<sup>3</sup> La madera de mangle se usa para la cimbra en la construcción y como varas para artes de pesca tradicionales (charangas).

Hay dos tipos de condicionantes al tratarse de vulnerabilidad, por un lado, la exposición ante estos eventos: físicas (características geomorfológicas, hidrodinámicas y ambientales) y por otro, la sensibilidad socioeconómica (niveles de marginación, infraestructura, densidad poblacional, entre otras).

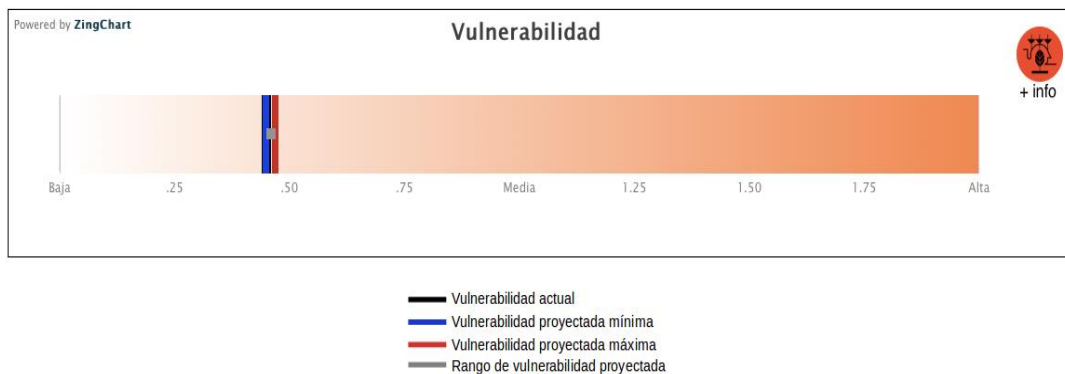
Los asentamientos urbanos, semiurbanos y rurales en Tuxpan están influyendo en la modificación del paisaje natural. De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC) del INECC (2019), a medida que se afectan los servicios de los ecosistemas, el número de desastres aumenta. Las áreas protegidas ayudan a evitar o disminuir los efectos de las inundaciones, con medidas puntuales como la protección de llanuras aluviales, áreas de humedales y en pequeñas cuencas (Pabón-Zamora *et al.*, 2008).

Los programas de AbE y de conservación de ecosistemas son importantes para el cuidado y la protección de las regiones cuyas características no han sido modificadas esencialmente, mismas que contribuyen al equilibrio y continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos. Desde la cuenca del río Tuxpan, en las zonas de altas montañas hasta la planicie costera, los efectos del cambio climático son y tendrán incrementos más notorios en el transcurso del tiempo. Acciones encaminadas a la AbE, a través de la conservación y restauración ecológica de estos ecosistemas, pueden incrementar la capacidad adaptativa de dichas poblaciones ante fenómenos meteorológicos, como tormentas, lluvias y oleaje alto que provocan inundaciones.

La capacidad adaptativa hace referencia a la forma en como las poblaciones humanas hacen frente a los impactos del cambio climático, a través de los ecosistemas para reducir su vulnerabilidad. Las comunidades asentadas en las cercanías de los manglares de Tuxpan han sido sujetos de apoyo en la conservación de los manglares y proyectos financiados por CONAFOR y CONANP. La contratación de mano de obra local en proyectos de restauración también ha tenido aceptación por las comunidades.

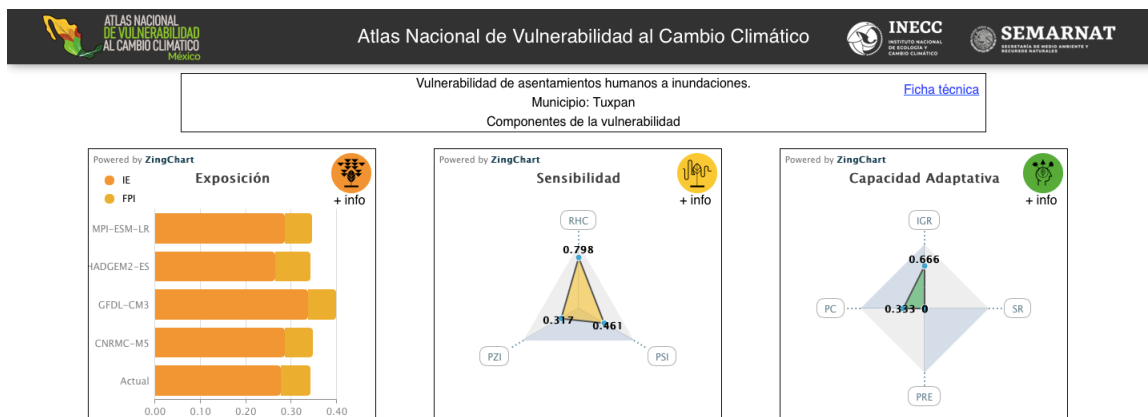
Particularmente, para los trabajos de reforestación, conservación y restauración de manglares, se ha incorporado instituciones gubernamentales como el Complejo Termoeléctrico "Presidente Adolfo López Mateos-CFE, CONANP, Administración Portuaria Integral de Tuxpan (API-TUX), Fondo Golfo México, Asociaciones Civiles, como el Fondo Para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C., Instituto Veracruzano de Ecología S.C., Área de Conservación San Basilio e instituciones educativas como la Universidad Veracruzana (UV), el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 20 (CETMAR) e institutos de investigación como el INECOL, A.C

De conformidad con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2019), la vulnerabilidad actual del municipio de Tuxpan, Veracruz a inundaciones es baja, menos de 0.5 en una escala donde la más alta vulnerabilidad corresponde a 2 (Figura 29).

**Figura 29.** Vulnerabilidad de asentamientos humanos de Tuxpan a inundaciones

**Fuente:** INECC, 2019.

A continuación, se presentan los componentes de vulnerabilidad actuales y futuros para el municipio de Tuxpan, Veracruz según el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático del INECC (2019).

**Figura 30.** Componentes de la vulnerabilidad de asentamientos humanos de Tuxpan a inundaciones

**Fuente:** INECC, 2019.

Con base en el ANVCC, los asentamientos humanos de Tuxpan presentan una exposición<sup>4</sup> baja con un índice de estacionalidad (IE) cercano a 0.30 y una frecuencia potencial de inundaciones (FPI) cercana a 0.40 (Figura 30).

La sensibilidad de los asentamientos humanos del municipio de Tuxpan a inundaciones está compuesta por índices biofísicos del funcionamiento territorial para entender el comportamiento hidrológico de las cuencas, zonas susceptibles a inundaciones y la población que se encuentra en estas.

La capacidad adaptativa describe la capacidad institucional que tiene el municipio de Tuxpan para prevenir y reaccionar ante las inundaciones que afectan a la población. El análisis del ANVCC presenta una muy baja capacidad adaptativa para

<sup>4</sup> Exposición: Es el carácter, magnitud y velocidad de cambio y variación del clima que afecta a un sistema.

Tuxpan, ya que no existen sistemas de regulación de avenidas ni protección y restauración de ecosistemas para prevenir inundaciones. Sin embargo, cuentan con instrumentos de gestión de riesgos (0.666) y un bajo índice de protección civil (0.333)

## 5.3 CELESTÚN

### Caracterización ambiental del área de Celestún, Yucatán

#### Antecedentes

Los datos presentados en esta caracterización socioambiental abarcan al municipio de Celestún, Yucatán y están basados en fuentes de información documental y en la experiencia de trabajo del CINVESTAV. Se hace énfasis en la Reserva de la Biósfera de Celestún, un Área Natural Protegida (ANP) que forma parte de los Humedales de Importancia Internacional (Sitios Ramsar) de México, ya que existen múltiples estudios referentes a su caracterización social, económica y ambiental. Entre ellas se destaca su Programa de Manejo, la ficha informativa Ramsar y la ficha de caracterización de la CONABIO, también ha sido fuente de información para la elaboración de tesis, informes, y artículos.

Para realizar este análisis, se llevó a cabo la búsqueda de información relacionada a manejo, gestión, aprovechamiento, degradación, amenazas, variabilidad climática, vulnerabilidad social, aspectos productivos y económicos de las localidades del sitio, así como la documentación de acciones, iniciativas y resultados de proyectos de AbE que incluyeran la restauración, rehabilitación y mantenimiento de ecosistemas de manglar y se identificaron experiencias exitosas y lecciones aprendidas de estos procesos, así como las capacidades y las sinergias multi-actor que tienen lugar en el territorio.

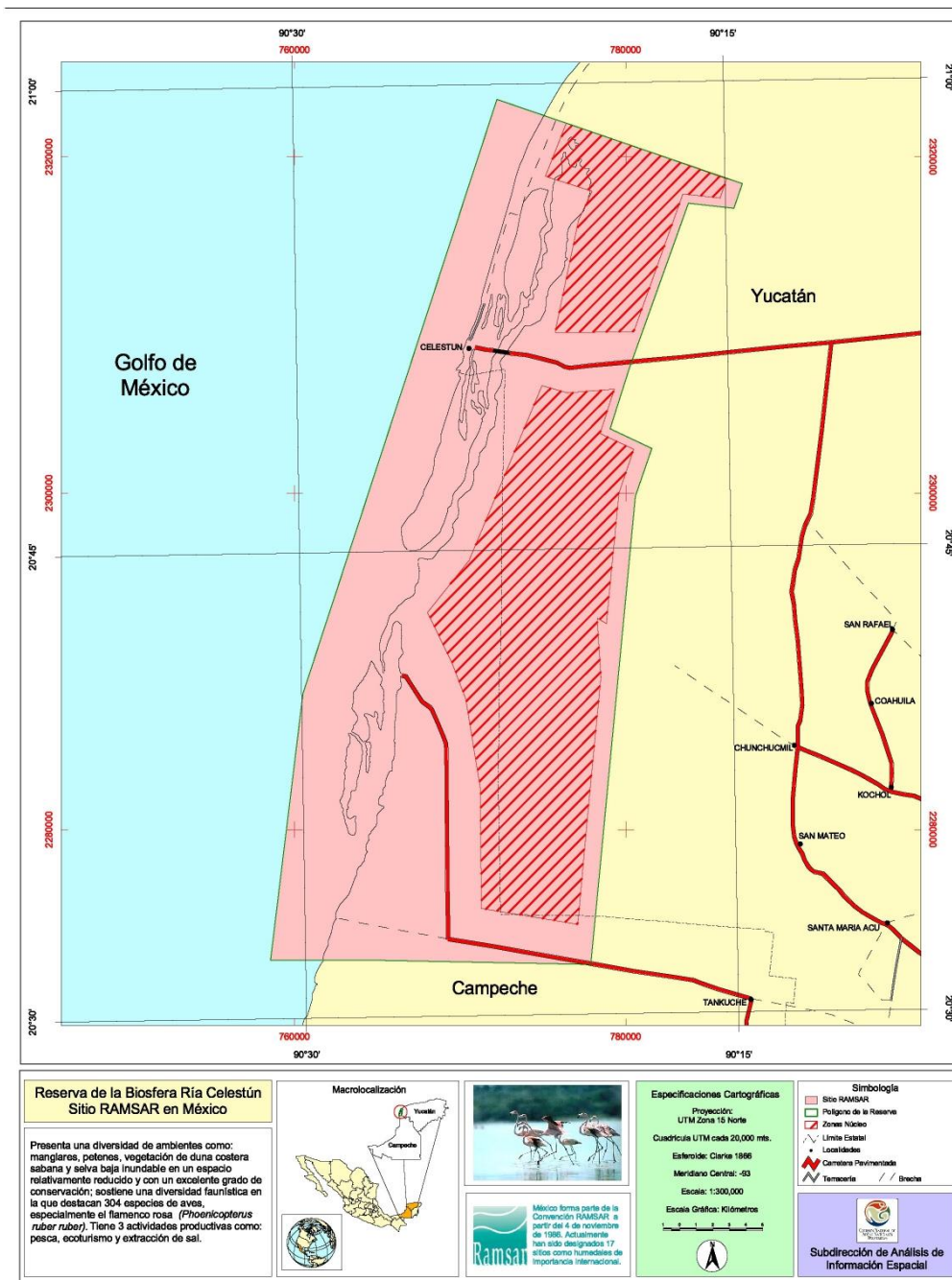
### Localización del área de estudio

La Reserva de la Biósfera “Ría Celestún” (RBRC) (Figura 30) se localiza en la porción noroeste de la Península de Yucatán y forma parte de los municipios de Celestún, Maxcanú (Yucatán) y Calkiní (Campeche), con coordenadas centrales en 20° 45'N y -90°22'W (SEMARNAT, 2000). Posee una superficie de 81,485.33 ha e incluye la zona de la laguna costera de 22.5 km de longitud, 1.25 km de ancho y una profundidad promedio de 1.2 m (Acosta-Lugo *et al.*, 2010). Limita al este con el Golfo de México, al oeste con el municipio de Maxcanú, al norte con la Reserva Estatal “El Palmar” y al sur con la Reserva de la Biosfera “Los Petenes” (SEMARNAT, 2000).

En general, la región de Celestún puede considerarse una zona casi totalmente inundada, cubierta parcialmente por manglares, donde existen suelos arenosos y limosos sueltos, con áreas pantanosas de reducido espesor que yacen sobre la plataforma caliza (CONAGUA, 2018).

La RBRC es parte de la planicie continental de la costa norte de la Península de Yucatán y tiene una altitud promedio de 3 msnm. La franja costera se caracteriza por su casi total ausencia de declives y contrastes topográficos, a excepción de ligeras ondulaciones que forman pequeñas dunas costeras sobre la barra arenosa. La pendiente del terreno se encuentra a una distancia promedio de 6 km tierra adentro, es suave y muy homogénea, casi plana; dentro de la Reserva la pendiente es de 0.013% y en su porción sur, los terrenos se hacen ligeramente ondulados. La Ría de Celestún posee un canal de marea que lo recorre a todo lo largo, con profundidades de hasta 3.5 m en la cercanía de boca y hasta 0.5 m en su parte más interna, con un promedio de 1.5 m (Duch, 1988).

**Figura 31.** Reserva de la Biosfera Ría Celestún



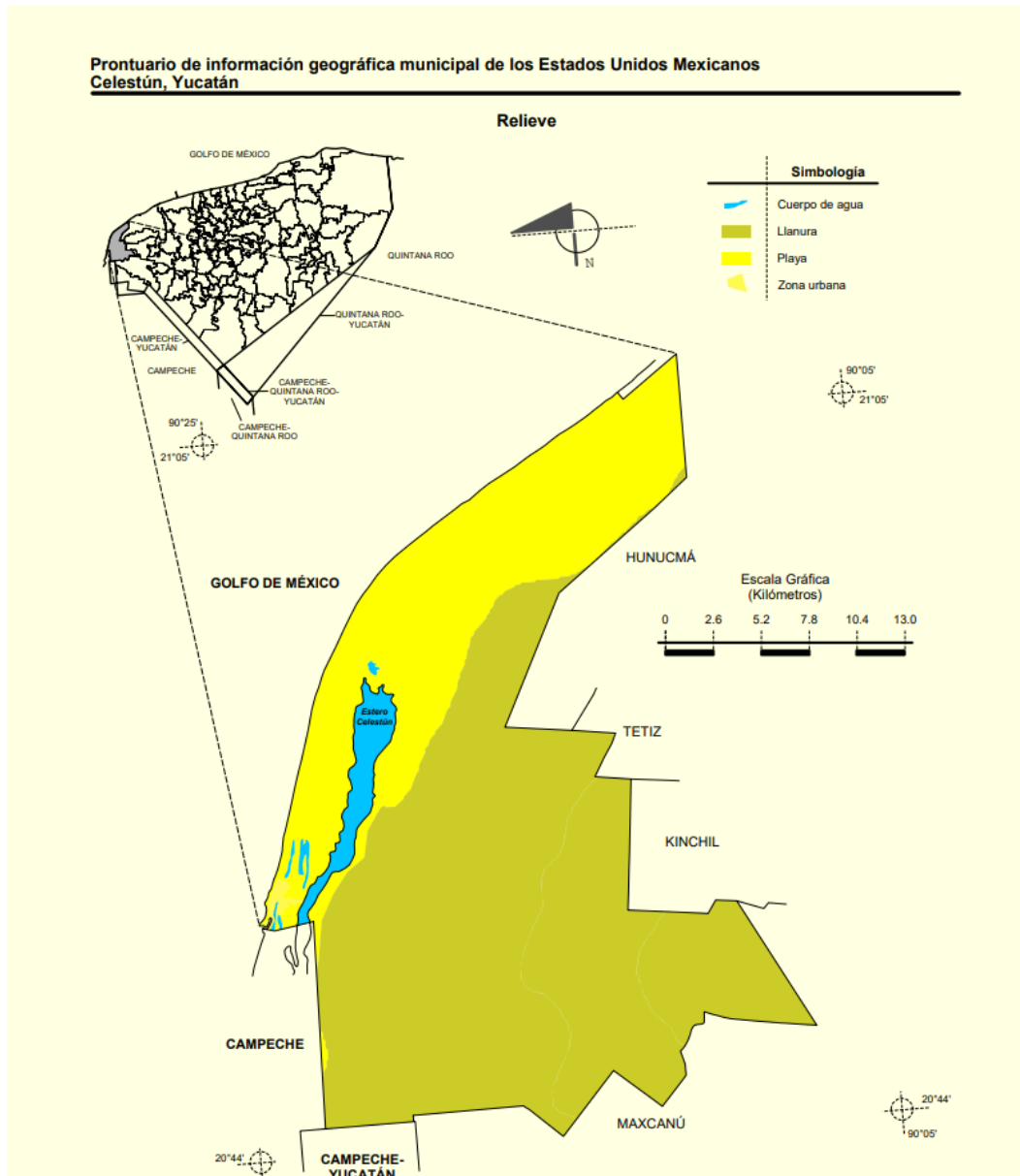
Fuente: Ramsar, 2004.



## Relieve y rasgos morfológicos

El municipio de Celestún está formado por una llanura aluvial costera inundable y salina (51.46%), una playa o barra inundable y salina (31.05%), y una llanura rocosa de piso rocoso o cementado (14.58%). Se encuentra a 0 msnm (Figura 32) (INEGI, 2009).

**Figura 32.** Relieves presentes en el municipio de Celestún



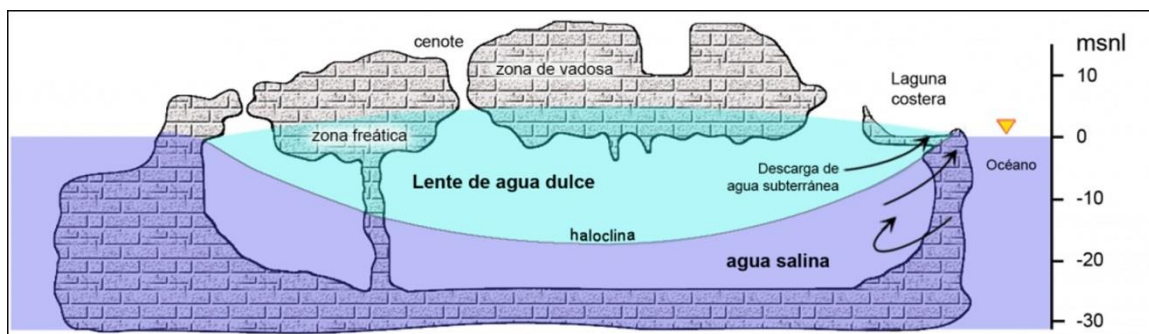
**Fuente:** Prontuario de información geográfica municipal de Celestún, 2009.

## Geología y edafología

La Península de Yucatán se compone principalmente de rocas calizas del periodo terciario, sin embargo, la falta de arcillas y magras del terciario superior sobre la roca caliza causa una rápida infiltración de la lluvia disolviendo la roca y formando un relieve denominado "karst" o cárstico. Al no existir cauces de agua superficiales las lluvias saturan el terreno, colman el bajo relieve y se infiltran en el subsuelo dando origen a aguas subterráneas que corren a través de cavidades complejas (Figura 33).

El agua de infiltración, que proviene de la precipitación y que, junto al escaso relieve y el alto índice de facturación de la roca superficial, actúa de manera constante sobre las rocas carbonatadas subsuperficiales, que son relativamente más blandas que las exteriores, de este modo forman una compleja trama de cavidades subterráneas como grutas, cavernas, sumideros, cenotes que pueden tener o no comunicación con el exterior (Batllori-Sampedro, 1995).

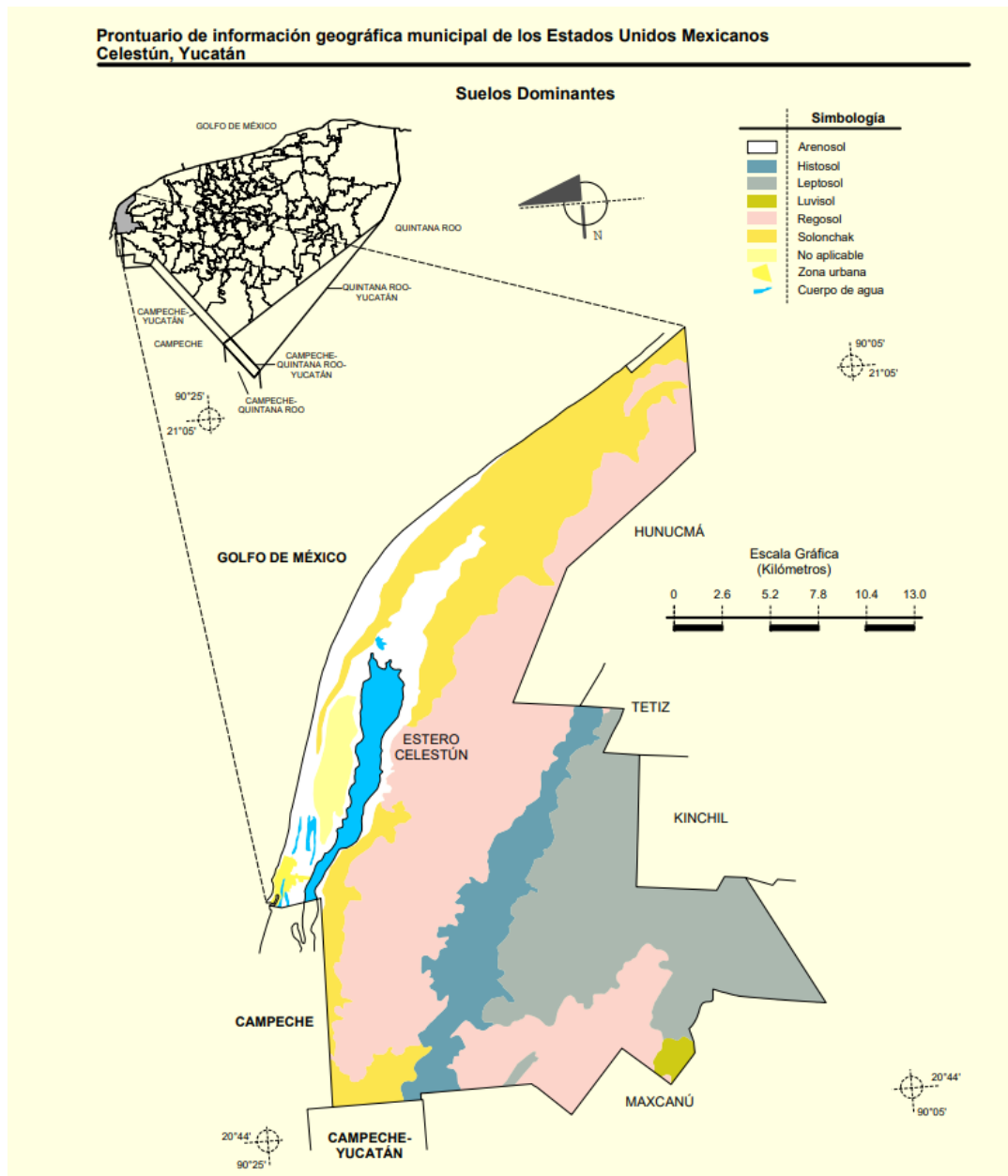
**Figura 33.** Erosión de suelo kárstico en la Península de Yucatán



**Fuente:** Monroy-Ríos, 2015.

Los suelos de la RBRC se caracterizan por ser azonales, pues no presentan el horizonte B entre la superficie del suelo (materia orgánica) y el estrato rocoso de calizas (INEGI, 2009). El suelo en la región es de características calizo-cársticas de gran permeabilidad y sujetas a constante erosión, con terrenos pobres para las actividades agrícolas debido a la poca profundidad de estos. Los principales tipos de suelo presentes en la RBRC son regosoles, solonchak órticos, gleysoles mólicos, histosoles éutricos, los cuales corresponden a la porción más alejada de la costa (SEMARNAT, 2000). Los tipos de suelo presentes en el interior de la ría presentan alto contenido de arcilla y materia orgánica (Figura 34).

Figura 34. Tipos de suelo presentes en el municipio de Celestún

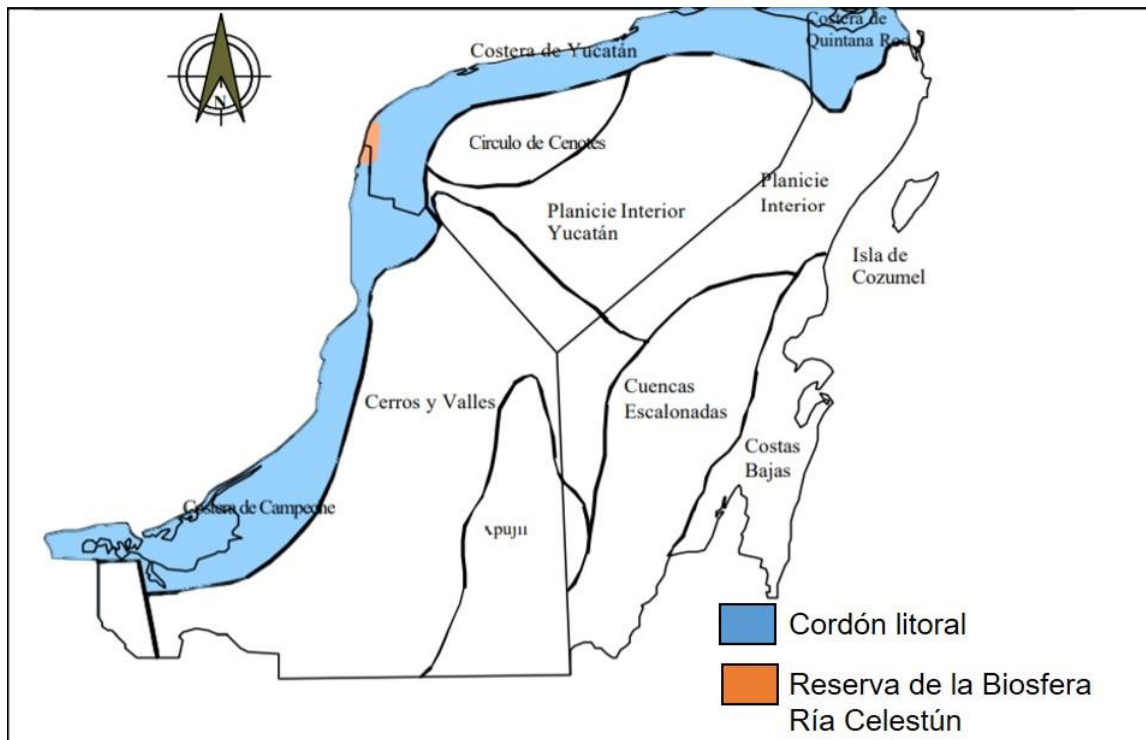


Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de Celestún, Yucatán, 2009.

## Hidrología

La RBRC se localiza en el acuífero Península de Yucatán, en el denominado “Cordón litoral” que es producto de los acarrees marinos que han formado una franja separada de tierra firme por ciénegas, marismas y lagunas pantanosas de agua salobre e hipersalina (Figura 35) (CONAGUA, 2018).

**Figura 35.** Unidades Hidrogeológicas del acuífero de la Península de Yucatán donde se observa la Reserva de la Biosfera Ría Celestún



**Fuente:** Modificado de CONAGUA, 2018.

Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m a una distancia de 20 km de la costa, entre 30 y 100 m en las llanuras y del orden de 100 m en el área de lomeríos (SEMARNAT, 2000). Durante la temporada de lluvias el agua subterránea alcanza a las aguas superficiales creando un flujo advectivo de agua procedente del acuífero, este flujo es el que se encarga de mantener las bocas de la laguna costera abiertas a través del arrastre de silicatos, nitratos, nitritos y carbonatos, de otro modo, los procesos litorales no tardarían mucho en azolvarlas (Herrera-Silveira, 1988).

De acuerdo con Herrera-Silveira (1988) la laguna costera presenta tres zonas típicas de acuerdo con el gradiente de salinidad:

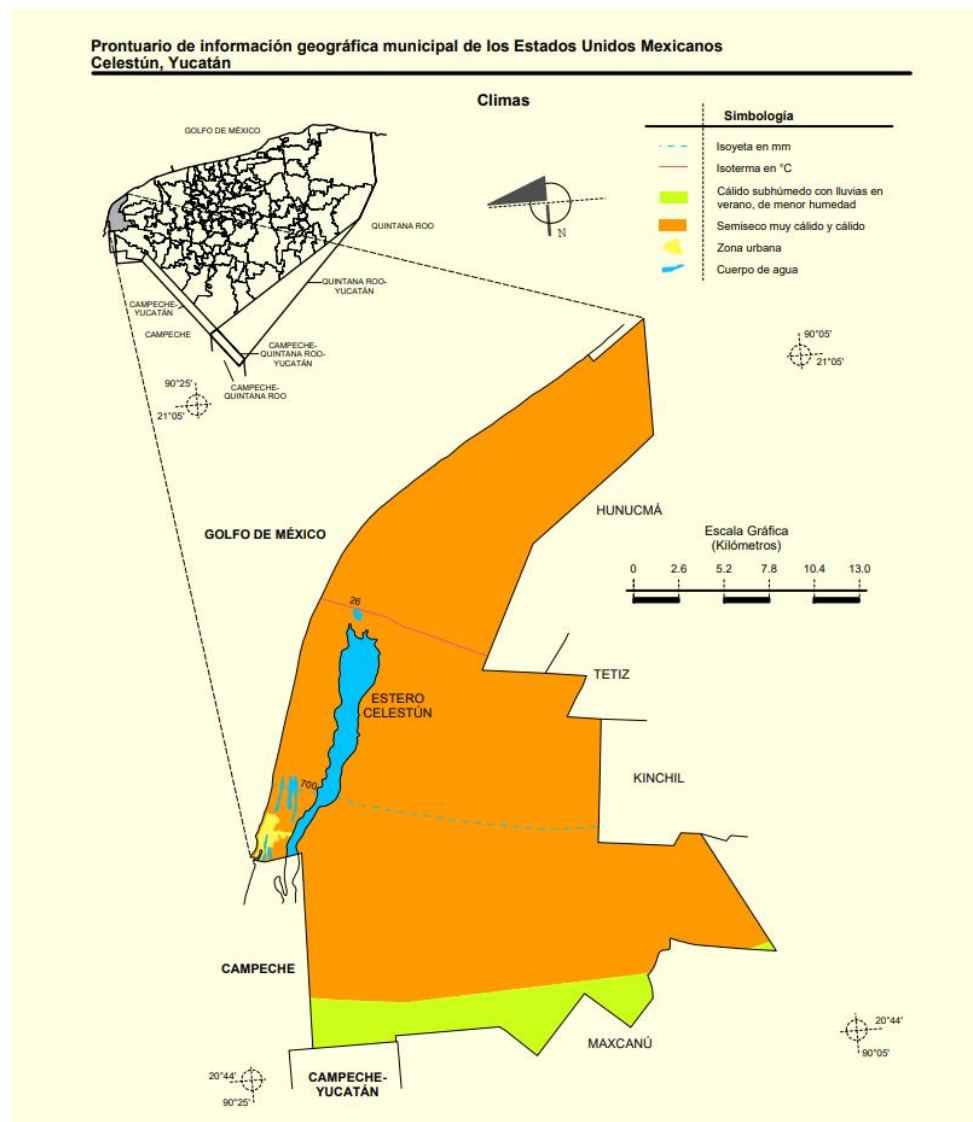
- Zona interna: Somera de características oligohalinas por efecto del aporte de agua dulce proveniente de manantiales y baja amplitud de la marea, tiene bajas concentraciones de oxígeno y fosfatos y altas concentraciones de silicatos. La salinidad llega a tener concentraciones menores a 10 unidades prácticas de salinidad (ups).
- Zona de mezcla: Altamente dinámica observándose la mezcla de agua dulce y marina, así como la remoción de sedimentos, lo que provoca aumento en la turbidez. Se registran altas concentraciones de oxígeno disuelto resultantes del predominio de procesos autotróficos. La salinidad varía entre 22 y 34 ups.

- Zona de influencia marina: Los procesos de mezcla favorecen la productividad primaria, con transparencia reducida principalmente durante la temporada de “Nortes”. Tiene un comportamiento hidrológico homogéneo y los nutrientes se encuentran en concentraciones bajas con el resto de las zonas. La salinidad varía entre 26 y 36 ups.

## Clima, precipitación y vientos

El clima presente en la región es cálido-semiseco con lluvias en verano y escasas el resto del año BSl (h') w(c) (Figura 36). La temperatura promedio anual durante 1981 a 2010 fue de 26.4 °C; mayo es el mes más cálido, con una temperatura promedio de 28.5 °C; y enero es el mes más frío, registrando 23.2 °C en promedio. La máxima temperatura anual registrada durante este periodo de tiempo es de 32.3 °C y la mínima de 20.5 °C (período 1982-2012) (Climate-Data, 20212). La tasa de evaporación promedio para la región es de 1,833 mm (SMN, 2010).

**Figura 36.** Tipos de climas presentes en el municipio de Celestún

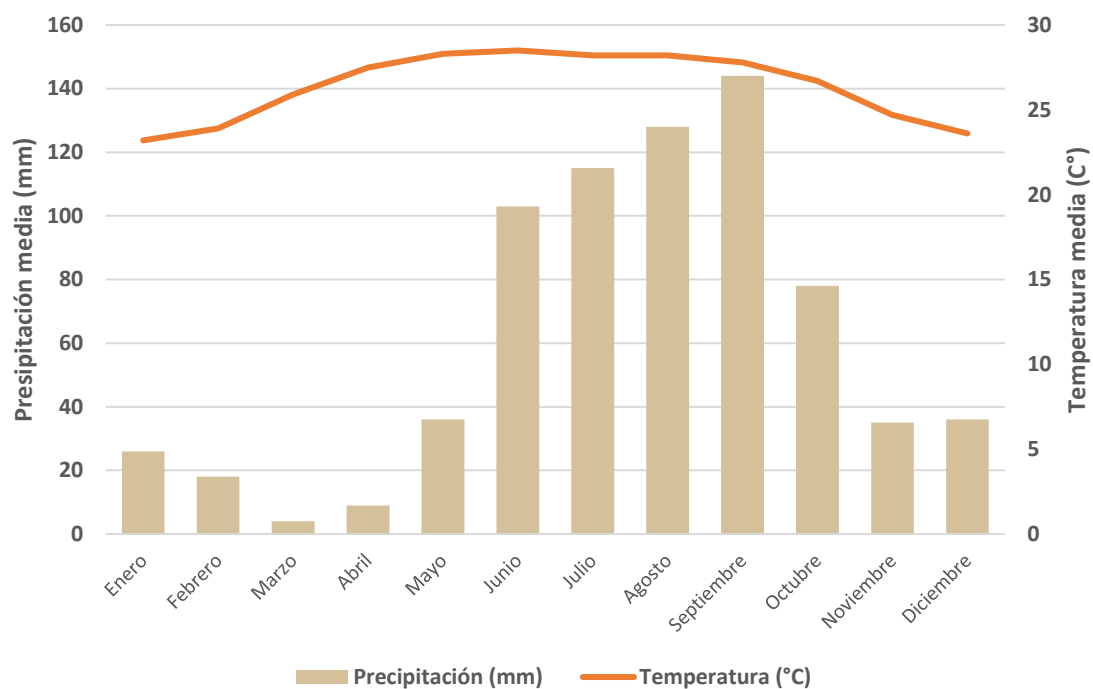


**Fuente:** Prontuario de información geográfica municipal de Celestún, Yucatán, 2009.

## Precipitación

De acuerdo con los registros del INEGI (periodo: 1952-2016), la precipitación promedio anual fue de 759.2 mm. Los meses de junio a septiembre son considerados los más lluviosos, con una precipitación de 503.1 mm; los meses restantes, con 256 mm. El mes con mayor precipitación fue septiembre con 144.4 mm y marzo el más seco con 8.6 mm (periodo 1952-2016) (Figura 37). Ocasionalmente, hay años más lluviosos debido al paso de huracanes, como fue el caso del huracán Gilberto en 1988, que provocó una precipitación anual de 1,170.4 mm o más recientemente las tormentas tropicales Amanda y Cristóbal que precipitaron 168.7 mm y 848.8 mm respectivamente, en el particular caso de Cristóbal este arrojó 581.66 mm en tan solo 40 h (CONAGUA, 2020).

**Figura 37.** Temperatura y precipitación promedio durante el periodo de 1982 a 2012 en Celestún



**Fuente:** Modificado de climate-data.org, 2020.

## Vientos

Los cambios en la dirección dominante de los vientos son muy importantes durante la temporada de lluvias. La orientación de la laguna promueve o facilita el desagüe de las masas de agua. Eventos como turbonadas, Nortes francos y los vientos del noroeste, producen una sobreelevación del mar debido a la fricción que produce el viento en contra de la circulación litoral. Esto conlleva a la entrada de agua marina por la boca de la laguna Celestún y por los bajos de El Palmar; estas aguas viajan en contrasentido sobre las ciénagas de Sisal y más allá de Progreso, por un periodo de tiempo igual a la persistencia del viento en esa dirección (SEMARNAT, 2000). Durante la temporada de Nortes, los vientos predominantes que afectan a la RBRC provienen del sur, sureste y este, sin embargo, los vientos de mayor intensidad provienen del noreste y norte de hasta 17.1 m/s.

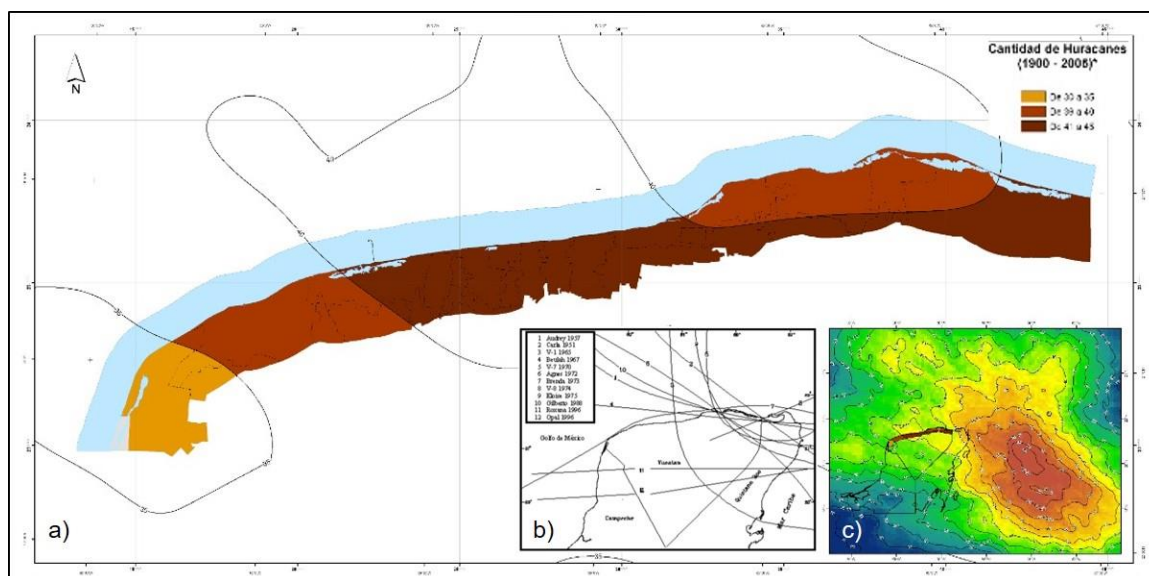


## Riesgo de huracanes

La ubicación de la Península de Yucatán la hace una zona susceptible a los fenómenos hidrometeorológicos de alta intensidad, como es el caso de las depresiones tropicales, tormentas tropicales, huracanes y Nortes, los cuales en su mayoría ingresan a la Península por la región del Caribe Oriental. La RBRC, es considerada como una zona de alto riesgo para este tipo de fenómenos meteorológicos por situarse en la trayectoria de los huracanes que se originan en el Caribe y en el Atlántico Oriental durante agosto, septiembre y octubre (POETCY, 2015).

De 1900 a 2008 se han registrado aproximadamente 35 huracanes que han afectado la región noroeste de la Península de Yucatán; las trayectorias de 12 huracanes afectaron directamente la RBRC de 1957 a 1998 (POETCY, 2015; SEMARNAT, 2000; Figura 38). Por otro lado, los Nortes constituyen otro fenómeno meteorológico que, en ocasiones se presentan con fuertes lluvias y marejadas que pueden provocar inundaciones y la apertura temporal de bocas a través de la duna costera (SEMARNAT, 2000).

**Figura 38.** a) Área de influencia de huracanes en la zona costera del estado de Yucatán de 1900 a 2008. b) Trayectoria de huracanes que afectaron directamente la Reserva de la Biosfera Ría Celestún de 1957 a 1998. c) Ocurrencia de huracanes en el Caribe y Golfo de México



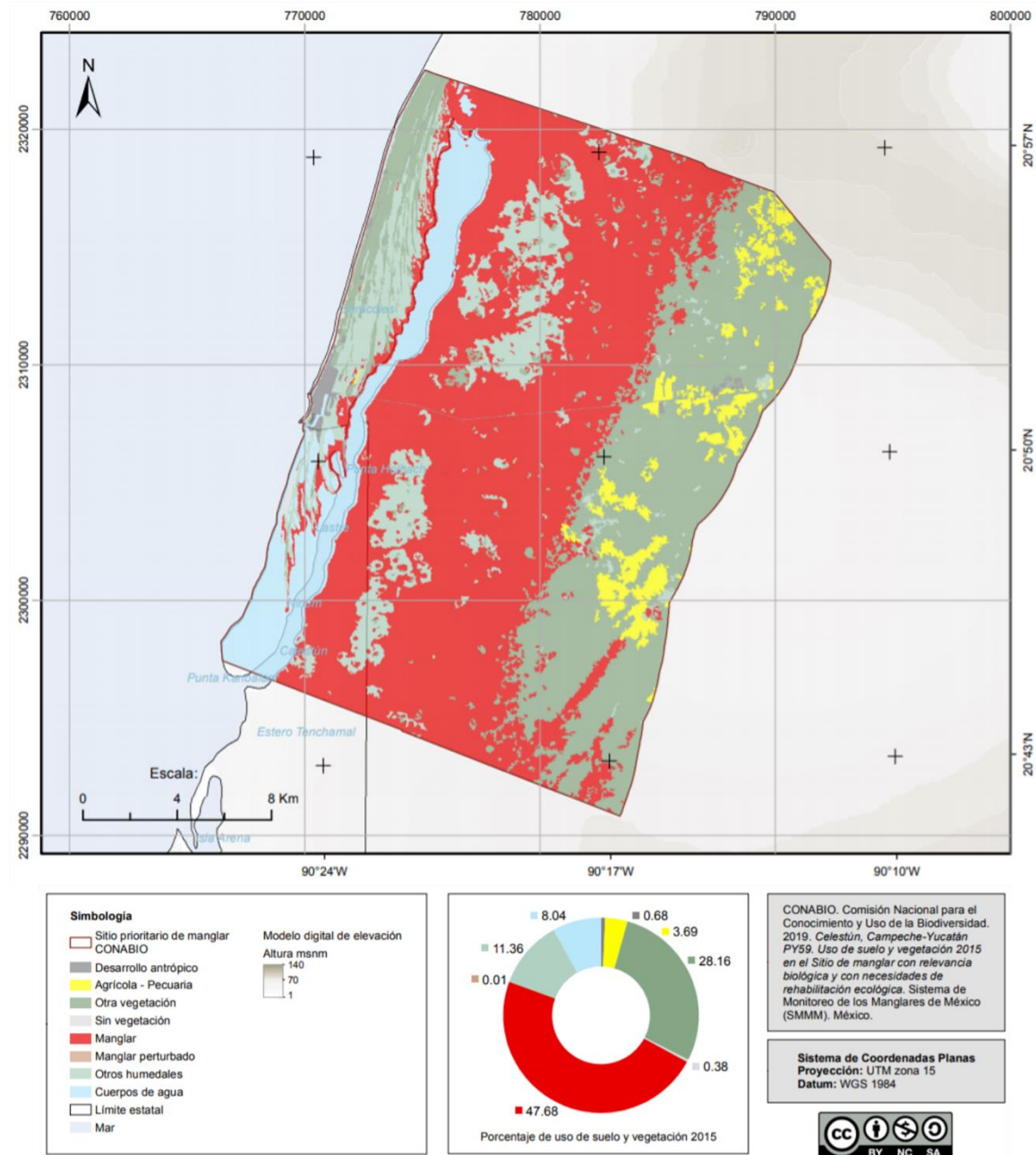
Fuente: Modificado de POETCY, 2015; SEMARNAT, 2000.

## Vegetación y uso del suelo del municipio de Celestún

En el municipio de Celestún se presentan varios tipos de uso del suelo y vegetación: pastizal (4.58%) y zona urbana (0.34%), selva (27.63%), manglar (26.31%), petén (20.70%), tular (10.47%), otro (3.89%), área sin vegetación (3.13%) y no aplicable (0.04%). En cuanto al uso potencial de la tierra, el 28.37% es para el

aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal; sin embargo, su uso no es apto para la agricultura (99.02%) ni para el uso pecuario (71.63%) (Figura 39).

**Figura 39.** Uso de suelo y vegetación 2015 en el sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica del municipio de Celestún

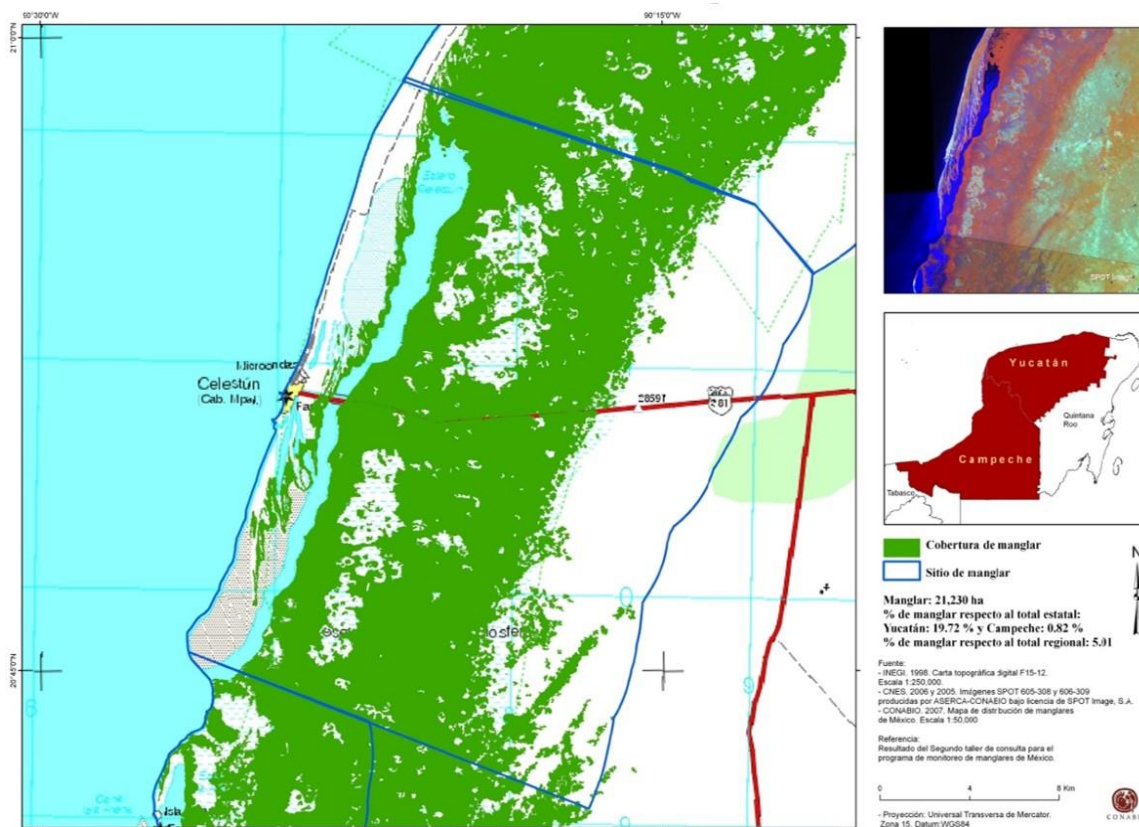


Fuente: CONABIO, 2019.

## Descripción del ecosistema de manglar en Celestún, Yucatán

Rodríguez-Zúñiga *et al.* (2013) reportan que, para el año 2010, la RBRC contaba con una superficie aproximadamente de 22,880 ha (Figura 40). Los bosques de manglar de la RBRC se encuentran formados por las cuatro especies de manglar más comunes de México: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (botoncillo) (Figura 41), las cuales se encuentran bajo la categoría de amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

**Figura 40.** Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica Celestún, Yucatán - Campeche (ID: PY59)



**Fuente:** Vázquez-Lule et al., 2009.

El ecosistema de manglar en Celestún tiene una heterogeneidad media, donde el manglar chaparro domina en más del 70% de la superficie total y junto con el manglar de petén representa el 83% de este ecosistema en el sitio (Batllori-Sampedro y Febles-Patrón, 2007).

En la última actualización llevada a cabo (Vázquez-Lule *et al.*, 2020), se definieron los sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica (CONABIO, 2019); sin embargo, no se determinaron los porcentajes según el tipo ecológico de manglares. Por este motivo, la referencia al 2020 continúa siendo la presentada por Batllori-Sampedro y Febles-Patrón en 2007.



**Figura 41.** Especies de manglar presentes en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún. a) *Rhizophora mangle*; b) *Laguncularia racemosa*; c) *Avicennia germinans*; d) *Conocarpus erectus*



**Fuente:** archivo propio

En Celestún existen cuatro tipos de manglar:

- Manglar chaparro (70%), en el área se presenta con densidades contrastantes, desde aquellos que son muy densos y de difícil acceso, hasta los de densidades bajas y con apariencia de sabana. Las alturas de estos individuos oscilan entre los 1.5 y 3 m. Las especies que se presentan son *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* y especies de zacatales (Vázquez-Lule et al., 2009).

- Petén (13%), presenta características muy propias del suelo, hidrología y topografía (Batllori-Sampedro y Febles-Patrón, 2007); son islas con vegetación arbórea con afloramientos de agua dulce, el dosel mide entre 15 a 18 m. En Celestún los petenes están formados por especies como *R. mangle* y *L. racemosa*, junto con *Manilkara zapota*, *Ficus tecolutensis*, *Sabal* sp., entre otras (SEMARNAT, 2000).
- Manglar de franja, que se distribuye desde el norte de la laguna hasta el límite de la reserva en el estado de Campeche. El manglar está formado por un estrato arbóreo de 12 a 14 m de altura, por especies como *R. mangle* y *L. racemosa*.

Manglar de cuenca o manglar de Ciénega baja, ocupa las partes bajas de la cuenca, situadas en la parte aledaña de la barra costera, puede tener o no comunicación con el mar (Batllori-Sampedro y Febles-Patrón, 2007).<sup>5</sup>

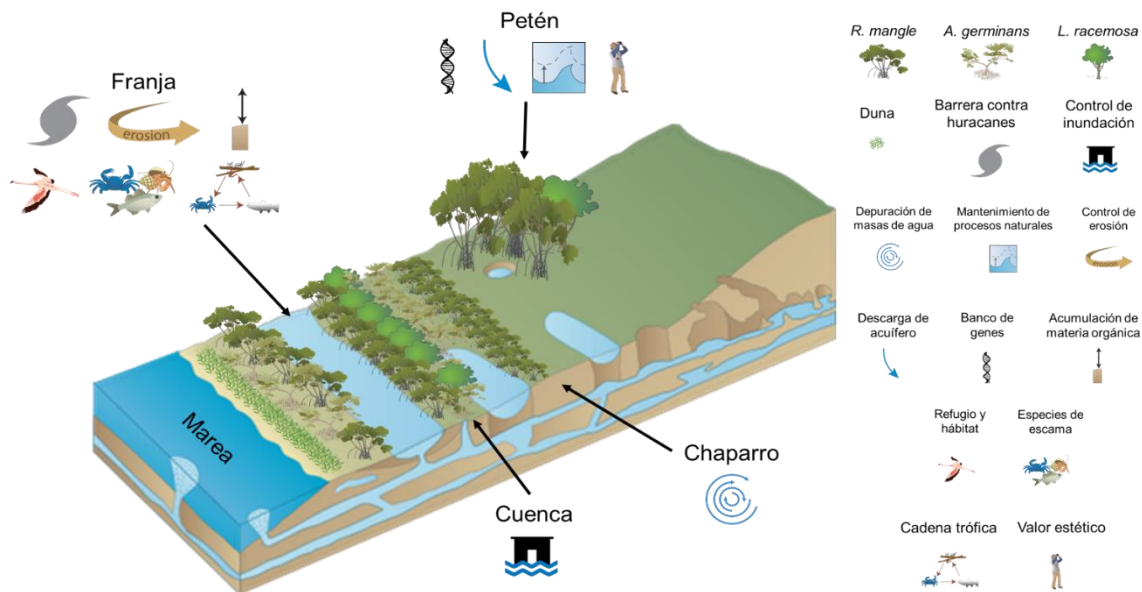
Los manglares se presentan después de la vegetación de duna costera. El primero en presentarse es el manglar de franja, seguido del manglar de cuenca, posteriormente encontramos el manglar chaparro y por último inmerso en otros tipos de vegetación y dentro de la ciénega observamos a los petenes de selva y de manglar respectivamente.

Los manglares en la RBRC proveen diversos servicios y bienes ecosistémicos específicos (Figura 42) (Batllori-Sampedro y Febles-Patrón, 2007) según el tipo ecológico que representan:

- Manglar de franja marino: Barrera contra huracanes.
- Manglar de franja lagunar: Control de la erosión costera, refugio de flora y fauna silvestres, hábitat para pesquerías y crecimiento de peces, crustáceos y moluscos; microclima; contribución importante de materia orgánica a la cadena de alimentos vía detritus.
- Manglar de cuenca baja: Control de inundaciones.
- Manglar chaparro: Depuración de masas de agua.
- Manglar de salitral: Trampa de carbono, acreción, sedimentación y formación de turbas en comunidades aledañas.
- Manglar de petenes: Barrera para intrusión salina, banco de genes, valor estético recreativo, descarga de acuíferos, mantenimiento de procesos naturales como respuesta al incremento del nivel del mar.

<sup>5</sup> El manglar chaparro domina en más del 70% de la superficie total y junto con el manglar de petén representa el 83% de este ecosistema en el sitio (Batllori-Sampedro y Febles-Patrón, 2007); el 17% restante se distribuyen entre el manglar de franja y de cuenca.

**Figura 42.** Servicios y bienes ecosistémicos específicos según el tipo ecológico de manglar en Celestún



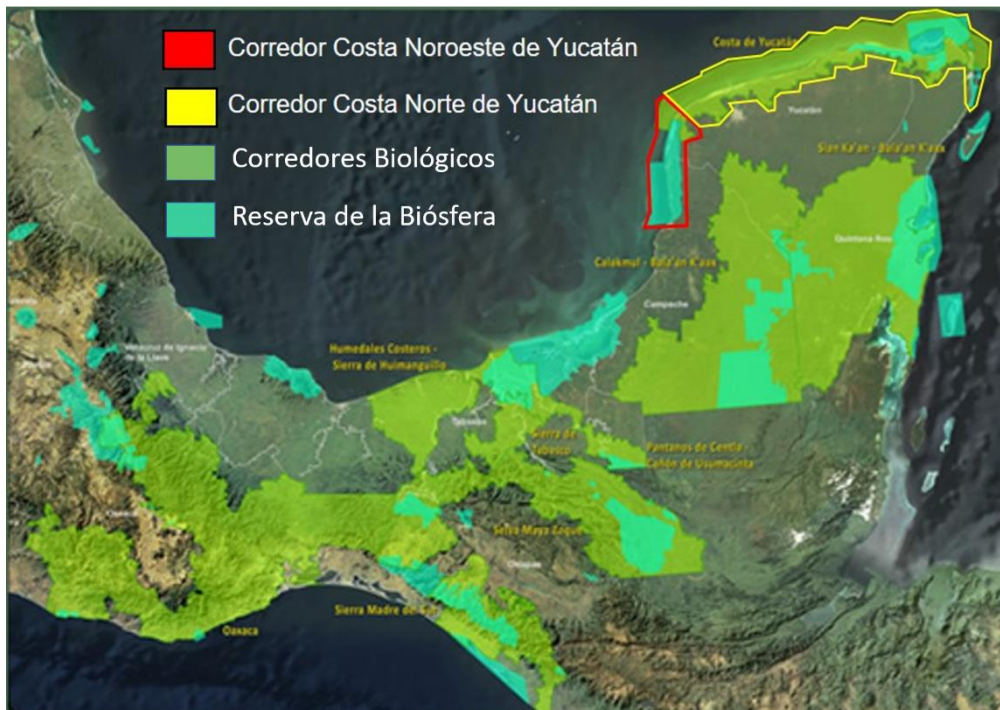
**Fuente:** Elaboración propia a partir de Batllori-Sampedro y Febles-Patrón, 2007.

Los manglares realizan la función de exportación de nutrientes a otros ecosistemas, a través de la conectividad, permitiendo el mantenimiento de la diversidad biológica en la región (Zaldívar-Jiménez *et al.*, 2004) e influyen en la estabilización de sedimentos en ambientes donde las olas provocan erosión, manteniendo la calidad del agua y brindando protección contra huracanes y tormentas tropicales, además de la belleza escénica que permite el desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto (CONABIO, 2007).

Los manglares de Celestún son parte del Corredor Biológico Mesoamericano, que junto con la Reserva de la Biosfera Los Petenes y la Reserva Estatal El Palmar constituyen la franja costera continua mejor conservada y con mayor extensión de manglares en México, abarcando más de 400,000 ha (Vázquez-Lule *et al.*, 2009; Figura 43).

La RBRC brinda múltiples bienes y servicios para la biodiversidad, entre ellos la anidación, alimentación y migración para tortugas marinas y aves endémicas y migratorias (Ramsar, 2004). Por lo anterior la RBRC es catalogada como Reserva de la Biosfera de la UNESCO, sitio Ramsar por la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). No obstante, el deterioro y la perturbación de los ecosistemas de manglar provocado por el cambio de uso de suelo, deforestación y degradación los ubica dentro de los sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica (CONABIO, 2019).



**Figura 43.** Corredor Biológico Mesoamericano, Región Costa de Yucatán

Fuente: CONABIO, 2020.

## Vegetación y fauna presentes en Celestún, Yucatán

La RBRC ocupa una extensa franja costera en la porción occidental del Estado de Yucatán, colindando con el Golfo de México. Por su posición geográfica, la extensión de su litoral, la presencia de su laguna costera y la extensa ciénaga que en ella existe, la reserva presenta un mosaico diverso de comunidades vegetales costeras que incluyen cerca de 549 especies entre vegetación de duna, manglar (borde, cuenca, chaparro), petenes (manglar y selva), selva baja inundable, pastizal, selva baja caducifolia y vegetación subacuática.

La vegetación de la RBRC está conformada por un conjunto de comunidades vegetales de tipo tropical, en la cual dominan por la extensión los manglares chaparros, los pastizales inundables, el matorral de duna costera y la selva baja inundable; con menor extensión otras comunidades importantes como son el manglar de franja que bordea la ría y los petenes, que se encuentran inmersos dentro de los pastizales inundables y los manglares chaparros.

También se presentan algunas áreas desprovistas de vegetación natural, las cuales están ocupadas por blanquizales y cuerpos de agua, como la laguna costera, los cenotes y las aguadas. Además, estas comunidades vegetales se destacan por haber permanecido durante mucho tiempo sin alteraciones antropogénicas evidentes, por lo que, en general, se encuentran en excelente grado de

conservación y el impacto que el hombre ha tenido en ella se reduce a las áreas colindantes con las vías de comunicación.

La fauna de la RBRC está representada por aproximadamente 600 especies de los cinco grupos de vertebrados e invertebrados. Según la CONANP, la fauna vertebrada presente en la Reserva se distribuye en 140 especies de peces, 13 de anfibios, 64 de reptiles, 304 de aves y 79 de mamíferos, destacando que, de éstas, 115 se encuentran enlistadas bajo alguna categoría de protección.

Los crustáceos más importantes por su abundancia en la Reserva son el camarón (*Penaeus aztecus*), el cangrejo (*Emerita* sp.) y de los Braquiuros la jaiba azul (*Callinectes sapidus*) y *Hammarus* sp., localizados preferentemente cerca de la boca de la laguna. La importancia en términos de adaptación de esta diversidad biológica permite que las comunidades locales puedan desarrollar actividades de pesca para la venta y autoconsumo familiar.

## Caracterización socioeconómica de Celestún, Yucatán

Las comunidades de Celestún, así como sus medios de vida están íntimamente ligadas con la salud de los ecosistemas de manglar. Los efectos negativos provocados por cambios en patrones climatológicos, en conjunto con la pérdida de los manglares, aumentan la vulnerabilidad socioambiental y productiva. Por lo que, la permanencia y restauración de los ecosistemas de manglar podrían considerarse como una SbN que permitirá brindar a las comunidades y a la RBRC, herramientas y capacidades para aumentar su resiliencia permitiendo su adaptación más efectiva ante el cambio climático.

A continuación, se presenta información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) referente a la dimensión social sobre los factores que determinan y caracterizan la calidad de vida de los habitantes; y la dimensión económica, a los procesos y dinámicas que registran sectores económicos del municipio de Celestún permitiendo identificar cómo se ven afectadas las condiciones de vida de las poblaciones derivado de la degradación y pérdida de los ecosistemas de carbono azul, entre ellos los manglares.

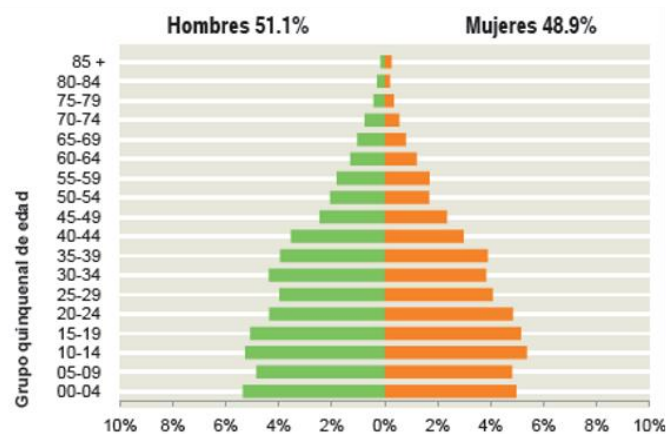
## Caracterización de la población

En 2010 Celestún registró 6,831 habitantes, integrado por 3,340 (48.9%) mujeres y 3,491 (51.1%) hombres, con una relación hombres/mujeres de 105. El grupo etario de 10 a 14 años concentra la mayor población, tanto de hombres como mujeres. En 2015 la población aumentó a 7,836 habitantes, 49.1% (3,847) mujeres y 50.9% (3,989) hombres, con una relación de 103 hombres por cada 100 mujeres. La mayor cantidad de individuos se concentran en el rango de 0 a 4 años y la mitad de la población tiene 25 años o menos (a y b; Figura 1.39). Según CONAPO, para 2020 se calcula un total de 8,260 habitantes, con 4,235 hombres y 4,025 mujeres, en una

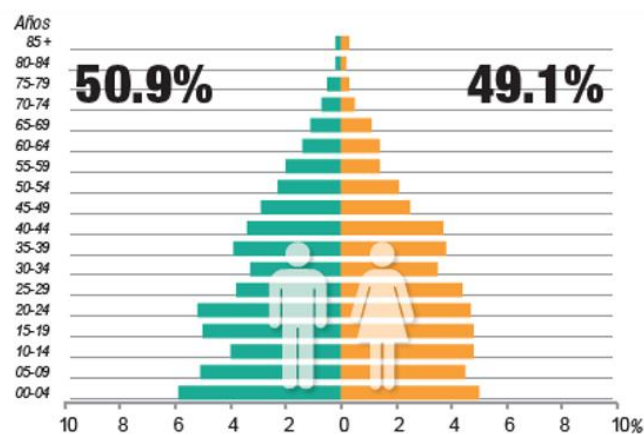
proporción de 105 hombres por cada 100 mujeres (c; Figura 44) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

**Figura 44.** Composición por edad y sexo. Grupo quinquenal de edad del municipio de Celestún, Yucatán

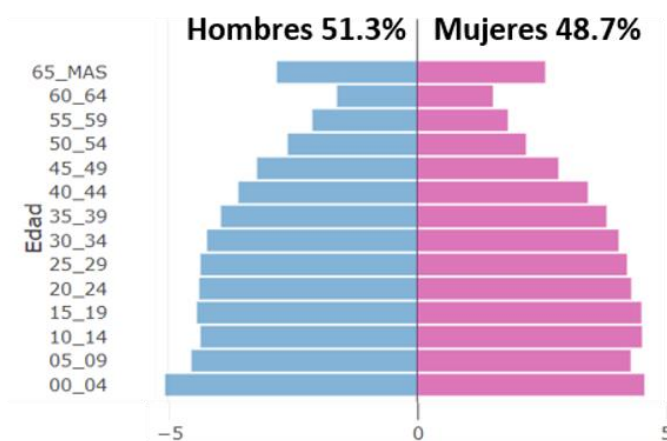
### a) Año 2010



### b) Año 2015



### c) Año 2020



**Fuentes:** Tomado de a) Censo de Población y Vivienda 2010, b) Encuesta Intercensal 2015 y c) CONAPO, 2020.

**Tabla 12.** Composición por sexos de 2010, 2015 y proyecciones 2020 de Celestún.

Municipio	2010			2015			2020		
	Masculina	Femenina	Total	Masculina	Femenina	Total	Masculina	Femenina	Total
Celestún	3,491	3,340	6,831	3,989	3,847	7,836	4,235	4,025	8,260
Relación	105 hombres por cada			103 hombres por cada			105 hombres por cada		
hombre/mujer	100 mujeres			100 mujeres			100 mujeres		

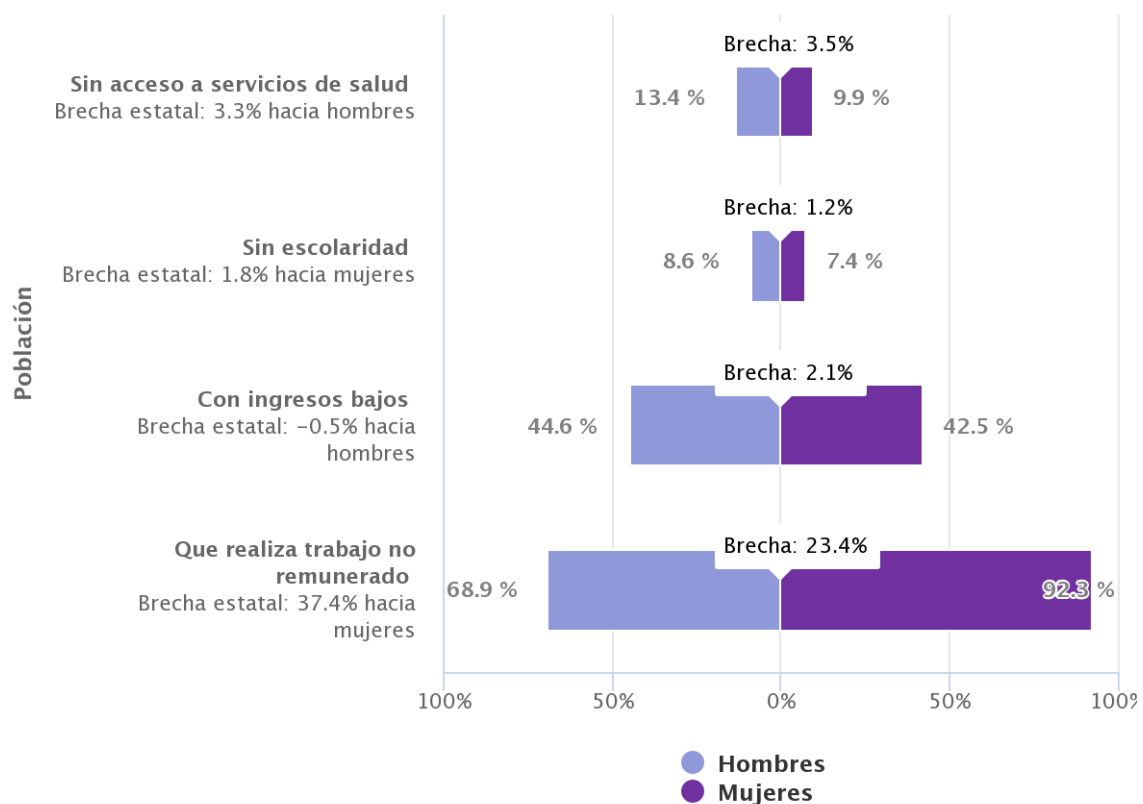
Fuente: CONAPO, 2016.

## Brecha de género del municipio de Celestún

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad, la brecha de género en el estado de Yucatán es baja, al igual que para la localidad de Celestún. La brecha con mayor importancia se sitúa en las mujeres que realizan trabajo no remunerado, donde se presenta una brecha del 37.4% (INECC, 2019; Figura 45)

**Figura 45.** Brechas de género por municipio para Celestún, Yucatán

### Brechas de género por municipio (2015), Celestún, Yucatan



Fuente: INECC, 2019.

INECC

## Localidades

El municipio de Celestún cuenta con 58 localidades rurales y una urbana, sin embargo, en la cabecera municipal se concentra el 99.7% de la población total (INEGI, 2015), por lo que solo se mencionará ésta.

## Densidad de población

Los datos del Censo de Población del INEGI 2010 reportan 11.4 hab/km<sup>2</sup> (6,831 habitantes en 868.63 km<sup>2</sup>). La zona urbanizada del municipio es de apenas 2.5 km<sup>2</sup> y contiene el 99.7% de la población si se contabiliza solo la cabecera municipal con 6,810 pobladores, la densidad urbana fue de 2,744 hab/km<sup>2</sup>. En 2015 la densidad de población aumentó a 13.1 hab/km<sup>2</sup> (7,836 habitantes) para todo el territorio y 3,126 hab/km<sup>2</sup> en la zona urbanizada (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

**Tabla 13.** Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>) del municipio de Celestún de 2010 a 2015.

Densidad Población de	2010 (hab/km <sup>2</sup> )			2015 (hab/km <sup>2</sup> )		
	Territorio	Urbano	Total	Territorio	Urbano	Total
Municipio	11.4		868.63 km <sup>2</sup>	13.1		868.63 km <sup>2</sup>
Celestún		2,744	2.5 km <sup>2</sup>		3,126	2.5 km <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010 INEGI, 2015)

## Seguridad social

En 2010, el municipio de Celestún contaba con una cobertura del 69.2% de derechohabientes a los servicios de salud, este porcentaje aumentó a 88.0% para el año 2015. Las instituciones que prestan seguridad social en el municipio son: Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), Secretaría de Marina (SEMAR), Seguro Popular (ahora INSABI), así como Instituciones privadas y de otro tipo (otras Instituciones).

Los porcentajes que operan cada una de estas instituciones públicas y privadas reportadas en el Censo de Población 2010 y el Intercensal de 2015, se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** En ambas fuentes de información, se observa la aportación en términos de mayores porcentajes de las instituciones públicas, Seguro Popular, IMSS, ISSSTE, y unidas PEMEX, SEDENA y SEMAR.



**Tabla 14.** Afiliación a los servicios de salud en el municipio de Celestún de 2010 a 2015.

Población Derechohabiente	2010		2015	
	Total	%	Total	%
Seguro Popular	4,413	64.6	7483	95.5
IMSS	273	4.0	274	3.5
ISSSTE Estatal	34	0.5	39	0.5
PEMEX, SEDENA o MARINA	-	-	8	0.1
Institución Privada	-	-	24	0.3
Otra Institución	20	0.3	8	0.1
No especificado	68	1	-	-
No derechohabiente	2036	29.8	940	12
Población derechohabiente	4727	69.2	6896	88
Población total	6831	100	7836	100

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010 INEGI, 2015).

## Nivel de pobreza y marginación

El estado de Yucatán ha visto disminuida su población en situación de pobreza de 47.0% (900,700 habitantes) en 2008 a 40.8% (900,500 miles de habitantes) a 2018. Del total de pobreza, el 20.4%, es decir 451,000 individuos se encuentran en pobreza extrema (Figura 46) (CONEVAL, 2018).

A nivel estatal, en 2010, el grado de marginación fue Alto con un Índice de Marginación de 0.423. En ese mismo año, para el municipio de Celestún el grado de marginación era Medio y un índice de marginación de 23.2. En 2015, en Yucatán el grado de marginación se mantuvo como Medio, sin embargo, el índice de marginación se incrementó a 0.514; a nivel municipal, Celestún presentó para 2015 un Grado de marginación Medio y un índice de marginación de 25.1 (CONAPO, 2016) (Fuente: *Legorreta-González, 2017; Uc, E., 2019; Diario Yucatán Ahora, 2019.*

).

**Figura 46.** Viviendas en pobreza extrema en Celestún: a) casa de cartón en la zona denominada “Cartolandia”; b) Flamencos caminando entre la basura proveniente de las casas que han invadido la ciénega; y c) Casa en pobreza extrema afectada por las inundaciones



**Fuente:** Legorreta-González, 2017; Uc, E., 2019; Diario Yucatán Ahora, 2019.

**Tabla 15.** Grado e Índice de Marginación del municipio de Celestún de 2010 a 2015.

Marginación	2010		2015	
	Grado	Índice	Grado	Índice
Yucatán	Alto	0.423	Alto	0.514
Celestún	Medio	23.20	Medio	25.1

**Fuente:** Elaboración propia con información de Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

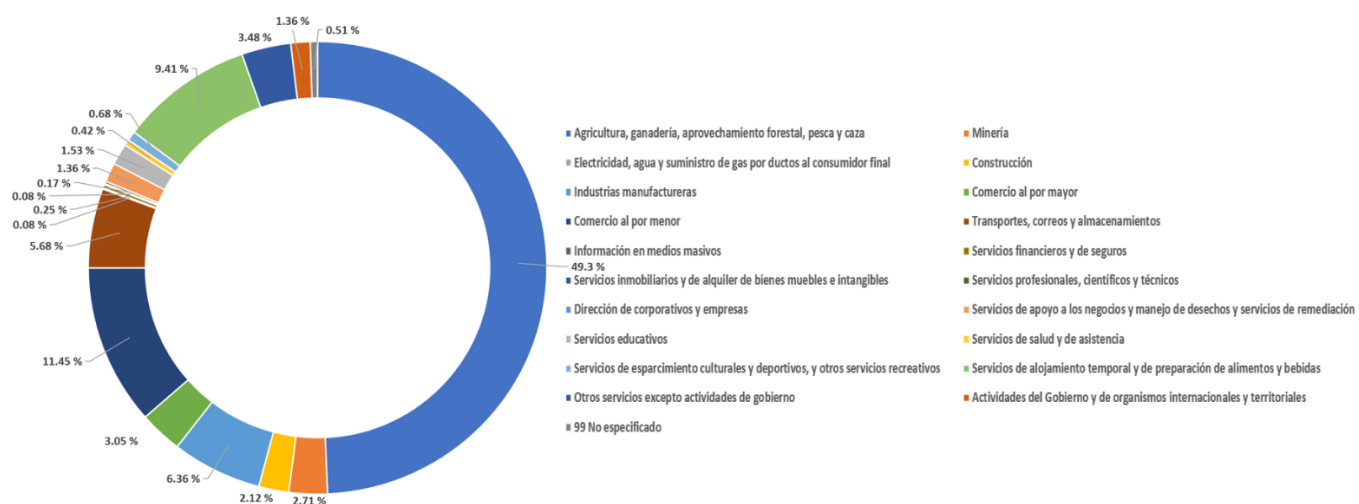
## Participación de los sectores productivos de la región

La participación de la población económicamente activa en Celestún durante 2010 fue del 51.8% (3,538 habitantes). En 2015, el porcentaje de la población económicamente activa se incrementó a 51.9% (4,067 habitantes), al igual que el porcentaje de ocupación, que es del 99.5% (4,047 habitantes). En Celestún, los sectores económicos primario y terciario son los más importantes pues representan el 49.3% y 39.0% respectivamente. Dentro de las actividades económicas la pesca, el comercio al por menor y el turismo son las principales actividades del municipio.

## Unidades Económicas (UE)

En 2010, Celestún tenía reportadas 2,359 UE, de estas el 49.3% corresponde al sector primario, casi en su mayoría la pesca ribereña. El sector representa solo el 11.19%, siendo la manufacturera la principal actividad. El comercio al por menor es la actividad económica más importante dentro del sector terciario con el 11.45% (Figura 47) (INEGI, 2010).

**Figura 47.** Participación de los sectores productivos (por porcentaje de participación de Unidades Económicas) en el municipio de Celestún en 2010

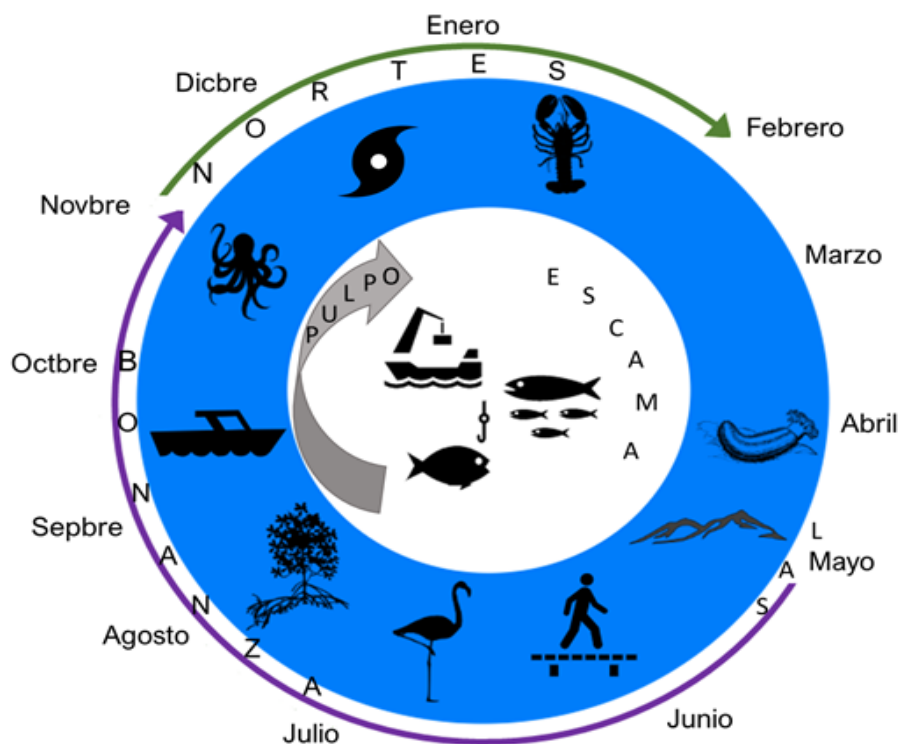


**Fuente:** Elaboración propia a partir de INEGI 2010.

## Caracterización económica de Celestún

Desde el punto de vista productivo, la importancia de la RBRC radica en el uso y aprovechamiento de los bienes y servicios ecosistémicos que los manglares proveen; los cuales permiten el mantenimiento de actividades económicas como son pesca, turismo y extracción de sal (Figuras 48-51). Celestún ocupa el segundo lugar en producción pesquera en el estado de Yucatán y es el centro productivo de pescado más importante de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún.

**Figura 48.** Ciclo anual de las actividades productivas en Celestún



**Fuente:** Uc-Espadas, 2007.

El ciclo anual de actividades productivas se mantiene al 2020 según lo reportado por Uc-Espadas hace 13 años (Figura 48). La pesca ribereña en Celestún está representada principalmente por la del pulpo (*Octopus maya*), debido a su volumen de captura como de su valor comercial (Figura 1.44) (SEMARNAT, 2020) pues a partir del año 1996 los mercados de Japón, Corea, España e Italia iniciaron la compra de grandes volúmenes de este molusco, incrementando su valor en el mercado, que para el año 2017 oscilaba en \$55-60MXN y para 2019 alcanzó \$80 MXN/kg. En 2020 el precio del pulpo se cotiza de \$30-40 MXN/kg debido al cierre de las exportaciones con el mercado asiático por motivo de la pandemia causada por el SARS-CoV-2.



**Figura 49.** Pesca de pulpo en Celestún: a) Vista del puerto de Celestún durante la temporada de pulpo y b) Pesca de *Octopus maya*



Fuente: archivo propio

La pesca de pulpo es estacional, inicia el 1 de agosto y finaliza el 15 de diciembre, lo que genera la migración temporal de pescadores de otras localidades costeras (Crespo y Jiménez, 2017; Salas *et al.*, 2008; Figura 49). La captura del pulpo es seguida por la de escama (agrupan al jurel, pargo, chac-chi, corvina, mero, rubia, canané y róbalo), la cual se realiza todo el año, pero en diferentes intensidades (Figura 50).

**Figura 50.** Pesca artesanal de escama en el puerto de abrigo de Celestún



Foto: Crespo-Guerrero, 2017.

El permiso otorgado para la pesca del pepino de mar (*Isostichopus badionotus*) ha generado conflictos en la comunidad por su alto valor comercial en el mercado internacional. La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) antes Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación



(SAGARPA) ha establecido diversos períodos de veda temporal sobre las cuatro especies de pepino de mar para su recuperación, y desde 2013 las autoridades permiten la captura del pepino de mar café en promedio 17 días, entre los meses de abril y mayo, con una cuota media de unas 640 t (Crespo y Jiménez, 2017).

De acuerdo con Dickison *et al.* (2015) estas restricciones en vez de disminuir su recolección han propiciado su pesca ilegal. Durante las temporadas 2013 y 2014, el precio del pepino de mar fresco con tripas osciló entre los \$22 MXN/Kg (\$1,8 USD) y los \$25 MXN/Kg (\$2,06 USD), eviscerado a \$30 MXN/Kg (\$2,47 USD) y sancochado a \$300 MXN/Kg (\$24,75 USD). Su valor se incrementó notablemente en el mercado ilegal, para 2017 alcanzó los 2.500 MXN/Kg (\$145 USD). En Asia, su importe en 2017 oscilaba entre los 150 y 500 USD/Kg (Fig. 40) (Crespo y Jiménez, 2017)<sup>6</sup>.

Al interior de la Ría de Celestún, se permite la actividad pesquera artesanal compuesta por la captura de camarón y jaiba, la cual durante la temporada de Nortes (noviembre a febrero), se convierte en riesgosa debido a los fuertes vientos y marejadas (Figura 51).

**Figura 51.** Pesca artesanal de camarón dentro de laguna Celestún durante la temporada de Nortes



**Fuente:** Salas, 2006.

En los últimos veinticinco años se han desarrollado actividades turísticas enfocadas en la riqueza natural de la Reserva. El estero Ría Celestún (que geomorfológicamente es una laguna costera) es utilizado por diversas especies de aves migratorias como sitio para su alimentación, descanso y reproducción en particular del flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber*), el cual es un atractivo singular para la actividad ecoturística en la región, especialmente para los observadores de aves.

<sup>6</sup> No se encontró información oficial respecto a las problemáticas socioambientales relacionadas con las restricciones por veda de estas especies durante los últimos tres años.

En la zona se encuentran, además, la Isla de Pájaros y la zona de petenes, lo que permite que se observen las combinaciones acuático-terrestres, así como los manglares de borde y zonas donde surgen aguas dulces provenientes del continente, y cenotes que brindan a las poblaciones de la localidad la posibilidad de aprovechar el servicio de paisaje escénico como fuente para el desarrollo de actividades recreativas, culturales y de fomento al ecoturismo (Figura 52) (SEMARNAT, 2000).

**Figura 52.** Uso recreativo de los manglares en Celestún



**Fuente:** Vázquez-Lule, 2019.

Durante el primer semestre del año 2019, hubo una afluencia de 46,052 turistas en el Parador Turístico de la Ría Celestún. Por otro lado, durante diciembre de 2018, la afluencia de visitantes al parador turístico de Chichén Itzá se ubicó en 259,513 personas, en estas cifras se incluye la afluencia a las zonas ecológicas de Celestún (SEFOTUR, 2019). Por último, el panorama del Estado de Yucatán y particularmente de zonas arqueológicas y ecológicas como Celestún se vieron altamente afectadas por la pandemia por COVID-19, ya que durante el año 2020 permanecieron cerradas. Para Julio de 2021 se registró una afluencia de 193,012 visitantes, representando un decremento de -30.9% considerando un panorama prepandemia en julio de 2019 (SEFOTUR, 2021).

**Figura 53.** Parador ecoturístico “La Ría”

**Fuente:** M. Andrade, 2010.

La producción de sal es otra actividad económica que se realiza en Celestún desde hace más de 30 años. Sin embargo, debido al alza en la actividad pesquera ésta fue perdiendo importancia, actualmente su producción se realiza de manera artesanal. De acuerdo con Márquez-Pérez (2015), se tienen registradas 10 charcas salineras que cubren 68 ha, la mayoría representadas por las Sociedades de Solidaridad Social (Figura 54).

La extracción de sal es temporal, se realiza de abril a junio (antes de la época de lluvias); las ganancias obtenidas de la sal son diferentes para cada productor, ya que varía dependiendo del clima (menor en épocas de fuertes lluvias); algunos de los salineros venden la sal a intermediarios inmediatamente después de cosecharla, mientras que otros la procesan en su hogar (muelen y empacan).

**Figura 54.** Charca para la producción artesanal de sal en Celestún



**Fuente:** Pinkius, 2017.

## Dimensión política institucional

Como se señaló, la Ley General de Cambio Climático establece la concurrencia entre los tres órdenes de gobierno; a nivel estatal, Yucatán no cuenta con una ley especializada en materia de cambio climático. Sin embargo, la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán prevé que la formulación y conducción de la política ambiental estatal debe promover acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y el aprovechamiento de manera sustentable los recursos naturales.

Por su parte, en el año 2010 el Poder Ejecutivo del Estado de Yucatán creó la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (Decreto 297). Es de observarse que la Comisión está integrada exclusivamente por las siguientes instituciones gubernamentales estatales: el Gobernador del Estado, la Secretaría General de Gobierno, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, la Secretaría de Planeación y Presupuesto, el Secretario de Salud, la Secretaría de Educación, la Secretaría de Política Comunitaria y Social, la Secretaría de Obras Públicas, la Secretaría de Fomento Económico, la Secretaría de Fomento Turístico, y la Secretaría de Fomento Agropecuario y Pesquero. En el 2014 se publicó el Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán. De igual forma, en 2014 se publicó el Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán (Decreto 176)

Hasta el momento, el municipio de Celestún no cuenta con un Atlas Municipal de riesgos, el Plan Estatal de Desarrollo (2019- 2024) (Publicado en el Diario Oficial del Estado de Yucatán 30/03/2019), Plan Municipal de Desarrollo no está actualizado, sin embargo, en febrero de 2020 se ratificó el Consejo de Planeación para el Desarrollo Municipal (COPLADEMUN, 2020). Asimismo, el ordenamiento territorial de Celestún está previsto en el Programa de ordenamiento ecológico del territorio costero del Estado de Yucatán (POETCY), 2015.

El municipio de Celestún es un punto de interés de diversos sectores. Por una parte, existe el interés de la población local en el aprovechamiento de recursos maderables y no maderables y de actividades productivas como la pesca y el turismo, mientras que por otro lado se encuentra el interés de diversas instituciones de gobierno (federal y municipal), OSC y la academia por la conservación del ecosistema.

Por ser un área natural protegida, con carácter de Reserva de la Biosfera, existe regulación especializada que le compete para el desarrollo de actividades y usos de suelo que se regulan en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y las previsiones de su Decreto (publicado en el D.O.F. 27/11/2000), y el Programa de Manejo (publicado en el DOF 22/11/2002); por ser un área donde existen especies endémicas y protegidas por la Ley General de Vida Silvestre y que se encuentran en la NOM 059 SEMARNAT 2003; y por ser un humedal listado en la Convención RAMSAR le es aplicable la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-022-SEMARNAT-2003. RESTAURACIÓN DE LOS HUMEDALES COSTEROS EN ZONAS DE MANGLAR. (Publicada en el D.O.F. de 10/04/ 2003).

## Perturbaciones y cambios en la cobertura de los manglares en Celestún, Yucatán

Los manglares presentes en el municipio de Celestún están considerados dentro de los Sitios de Manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica (PY 59 Celestún). La convención internacional RAMSAR establece como justificación del sitio su ubicación en la parte de la desembocadura más importante de la cuenca nor-occidental de agua subterránea de la Península de Yucatán, coincidiendo con el anillo de cenotes; y compartiendo la importancia con la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, que es la desembocadura más importante en la cuenca norte. Además, forma parte del corredor costero de humedales mejor conservados de la parte occidental de la Península de Yucatán, junto con la reserva Estatal “El Palmar”, en Yucatán y la Reserva de la Biosfera “Los Petenes”, en Campeche.

### Cambios en la cobertura de manglar

Vázquez-Luque (2009), en conjunto con centros de investigación y universidades, analizaron los cambios en la cobertura de manglares en Celestún de 1979 a 2005 y señalan una pérdida de 504 ha de 1979 a 2005, de 132 ha de 2005 a 2010, y de 71 ha al año 2015 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). En 2020 se actualizan los datos de cobertura y distribución de manglares a nivel nacional por



parte de CONABIO, dicha información es relevante en la toma de decisiones hacia decisiones de manejo con enfoque de AbE que permita el mantenimiento de los servicios ecosistémicos brindados por los manglares y fomente su restauración y rehabilitación, debido a que enfrentan amenazas por deforestación y degradación ambiental.

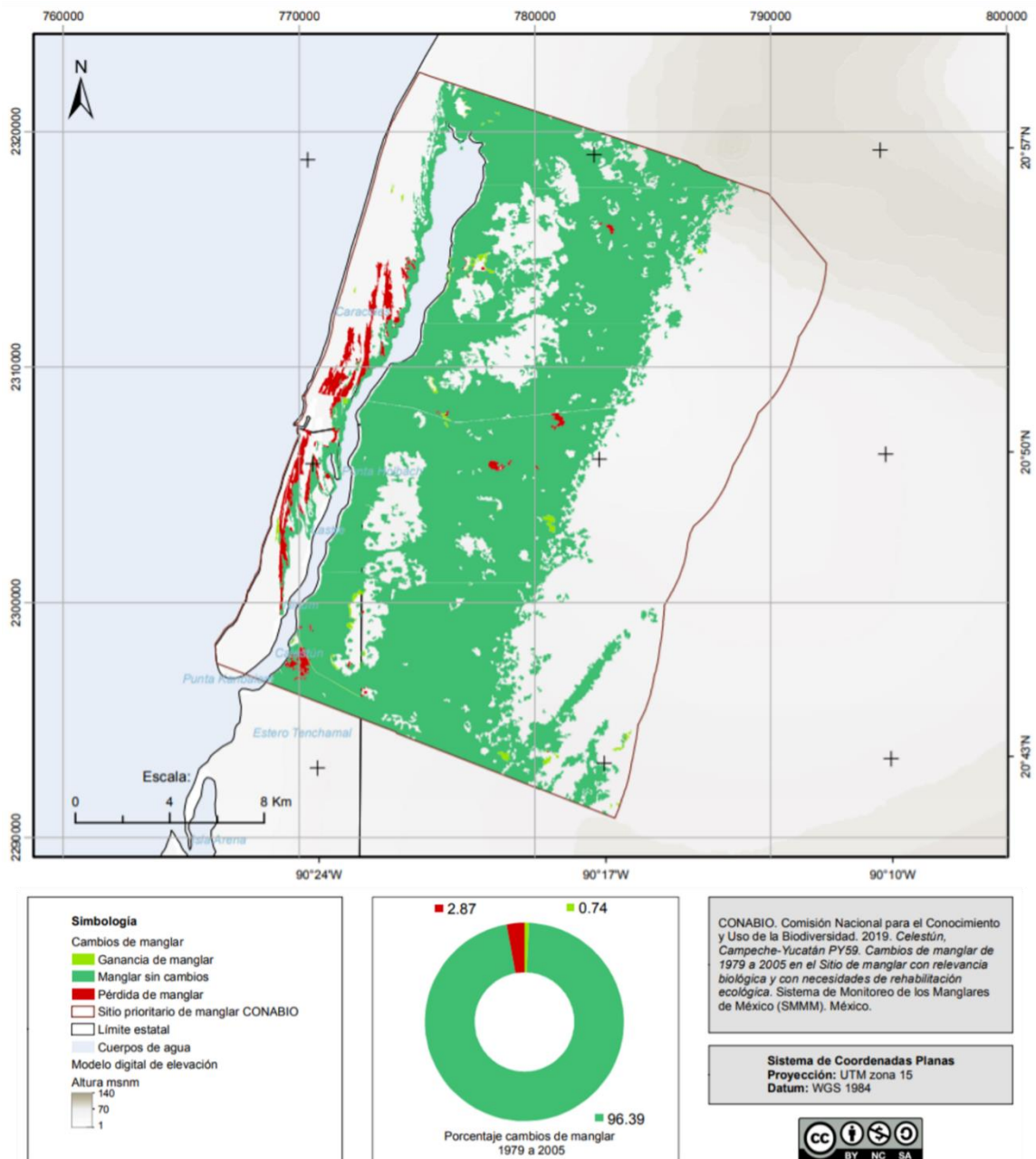
**Tabla 16.** Extensión del uso de suelo y vegetación de Celestún.

	1979		2005		2010		2015		Ganancia- pérdida (1979-2005)	Ganancia- pérdida (2005-2010)	Ganancia- pérdida (2010-2015)
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	Netas (+/-)	Netas (+/-)	Netas (+/-)
Desarrollo antrópico	143	0	283	1	305	1	329	1	140	22	24
Agrícola - Pecuaria	616	1	804	2	1,053	2	1,775	4	188	249	721
Otra vegetación	14,888	31	41,537	30	14,304	30	13,557	28	-351	-233	-747
Sin vegetación	92	0	168	0	155	0	185	0	76	-13	30
Manglar	23,516	49	23,012	48	22,800	48	22,951	48	-504	-132	71
Manglar perturbado	0	0	3	0	5	0	5	0	3	2	0
Otros humedales	4,936	10	5,594	12	5,687	12	5,467	11	658	94	-221
Cuerpos de agua	3,948	8	3,378	8	3,750	8	3,871	8	-210	12	121
Total	48,139	100	48,139	100	48,139	100	48,139	100			

Fuente: CONABIO, 2019.

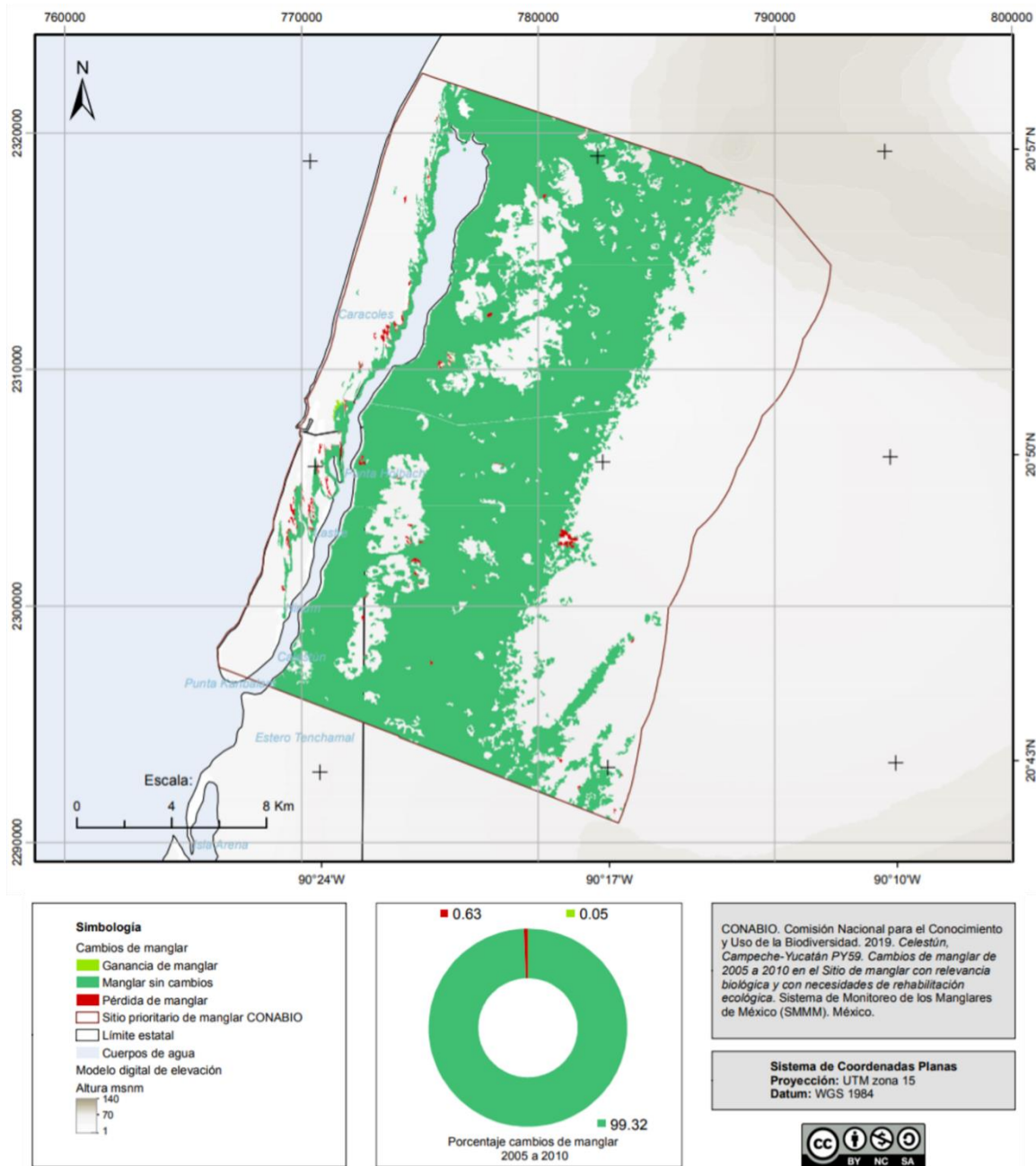
La Figura 17 representa los cambios en la cobertura de manglar de 1979 a 2005, en donde se observa que la pérdida en la cobertura fue del 2.87 %; sin embargo, hubo una ganancia de cobertura del 0.74 %. Mientras que en el periodo de 2005 a 2010 existió una pérdida en la cobertura del 0.63 % y una ganancia de apenas el 0.05 % (Figura 18), en el periodo de 2010 a 2015 hubo una pérdida de 0.16 % y una ganancia de 0.47 % (Figura 19). Por lo que se puede concluir que, aunque exista una reducción en la pérdida de manglar dentro de la reserva en los últimos 15 años, prevalecen áreas con necesidades de rehabilitación y restauración como medida de AbE para que las poblaciones locales incrementen su resiliencia climática.

**Figura 17.** Cambios en la cobertura de manglar de 1979 a 2005 en el municipio de Celestún



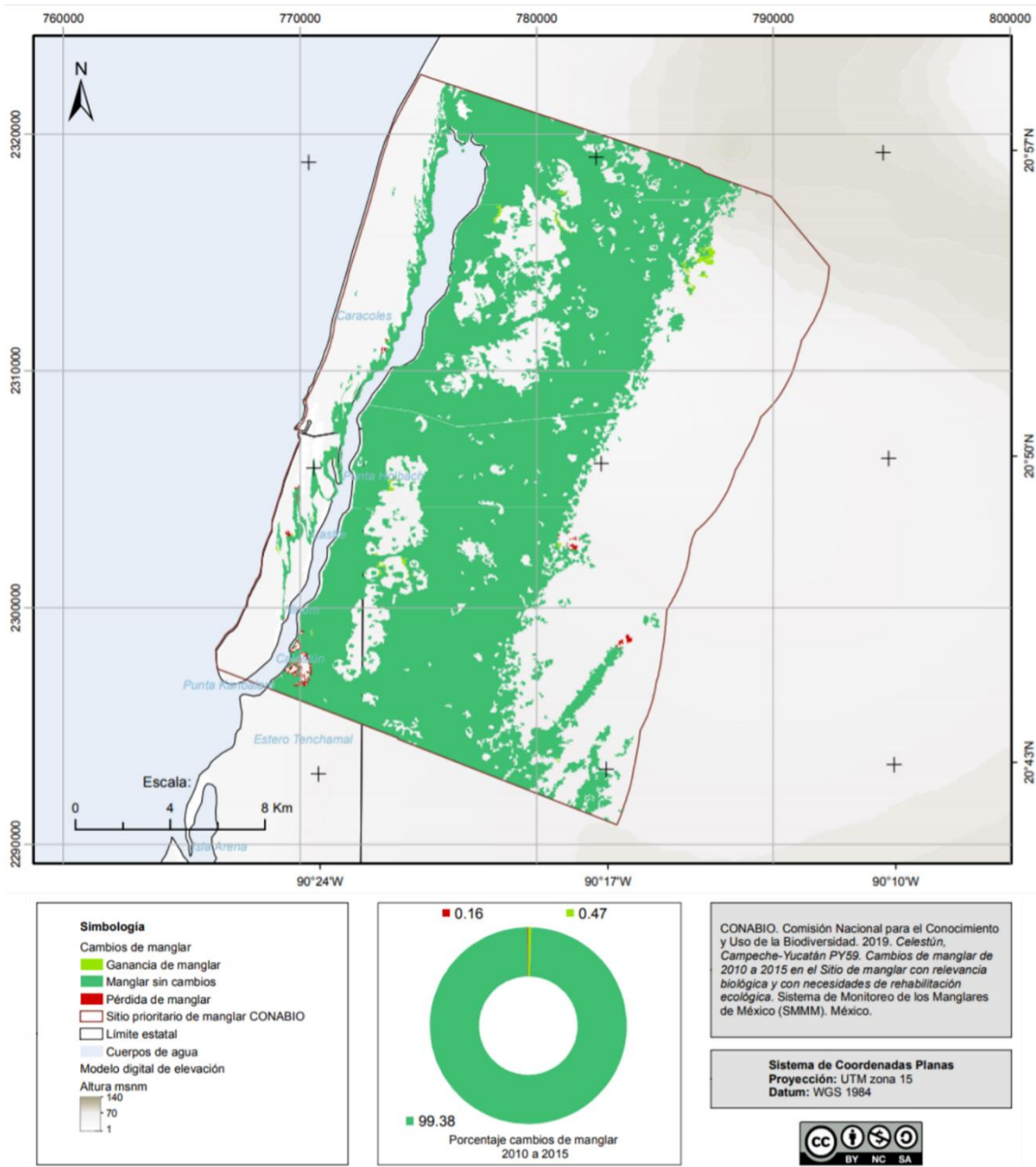
Fuente: CONABIO, 2019.

**Figura 18.** Cambios en la cobertura de manglar de 2005 a 2010



Fuente: CONABIO, 2019.

**Figura 19.** Cambios en la cobertura de manglar de 2010 a 2015 en el municipio de Celestún



Fuente: CONABIO, 2019.

## Problemática, causas asociadas y restauración de los manglares de Celestún

Dentro de los límites de la reserva se hace uso de los recursos naturales, ya sea para autoconsumo o de manera indirecta a través de la pesca artesanal, extracción de sal y proyectos de ecoturismo que incluyen recorridos en lancha para la observación de vida silvestre en el ecosistema de manglar. Esto representa

amenazas para el ecosistema como la pérdida de vegetación acuática sumergida, asolvamiento, relleno de la ciénega y eutrofización de la laguna, sin embargo, es considerada una zona con alto grado de conservación (SEMARNAT, 2000; Ramsar, 2004; Herrera-Silveira, 2006).

Actualmente, la vegetación de manglar tiene una fuerte presión por la extracción de madera para combustible, construcción de viviendas en el área, incremento de desechos sólidos, modificaciones en los flujos naturales de agua, artes de pesca, entre otras .

Durante los últimos 10 años, estas perturbaciones han sido las más relevantes para Celestún, aunque cabe señalar que su intensidad ha aumentado, es decir se constata que existe mayor presión sobre la pesca por parte de las poblaciones locales y para el desarrollo de infraestructura turística principalmente.

### **Perturbaciones**

#### *Deforestación de la vegetación nativa*

Originado principalmente por el crecimiento urbano, lo cual ha generado la necesidad de expandir terrenos para construcción de viviendas. Otra actividad que genera gran presión sobre la vegetación es la creación de pastizales para el pastoreo.

#### *Contaminación orgánica y desechos sólidos*

En Celestún se estima una generación de residuos de aproximadamente 600 kg/día de desechos sólidos, producidos por la población de Celestún, como por los turistas que llegan a la región (DOF, 2002). La generación de residuos y el fecalismo al aire libre imponen severos riesgos tanto a la salud de los ecosistemas como de la gente. También dentro de la contaminación orgánica se incluyen los desechos generados de las actividades como la pesquería.

#### *Modificación del flujo de agua y alteración de la hidrodinámica*

La construcción de caminos y puentes han tenido efectos sobre los flujos de agua en Celestún. En los años 70 se construyó la carretera que comunica a Celestún con la ciudad de Mérida lo cual redujo el flujo de agua de 500 a 100 m ocasionando la mortalidad masiva de manglares (Arceo et al., 2016).

#### *Contaminación química*

Este problema se produce como resultado del derrame de hidrocarburos (aceite y combustible) derivados del uso de lanchas; y en menor medida, el causado por los pesticidas y las municiones de plomo que se utilizan para la cacería.

#### *Impactos del turismo*

El turismo como actividad económica no ha sido adecuadamente planificada, entre las agrupaciones sociales creadas para el desarrollo de la actividad se encuentran los lancheros. La falta de organización y capacitación para brindarles conocimientos formales y promover acciones que no dañen los recursos naturales o hacer un uso adecuado de ellos. Muchos de los prestadores de estos servicios desconocen los procedimientos para la disposición y el manejo de residuos; o simplemente desconocen la razón por la cual “tirar basura está mal” y de las consecuencias que conlleva (Pinkus-Rendón y Pinkus-Rendón, 2015).



### *Gestión ambiental*

La reserva también presenta problemas relacionados con la gestión de varios niveles como: 1) la falta de la operación de un programa de manejo que oriente estrategias y acciones; 2) la falta de una estrategia que garantice el manejo y administración coordinada entre los estados de Campeche y Yucatán; 3) la falta de un mecanismo financiero que permita la aportación y operación de fondos locales, regionales, nacionales e internacionales; y 4) la poca coordinación entre los diferentes sectores, para realizar alianzas y no duplicar esfuerzos (DOF, 2002) 5) la falta de planeación ante los efectos adversos del cambio climático, como el aumento del nivel del mar, intensificación de tormentas y huracanes, así como erosión del suelo y cambio en la morfología costera (Torres-Mota *et al.*, 2014).

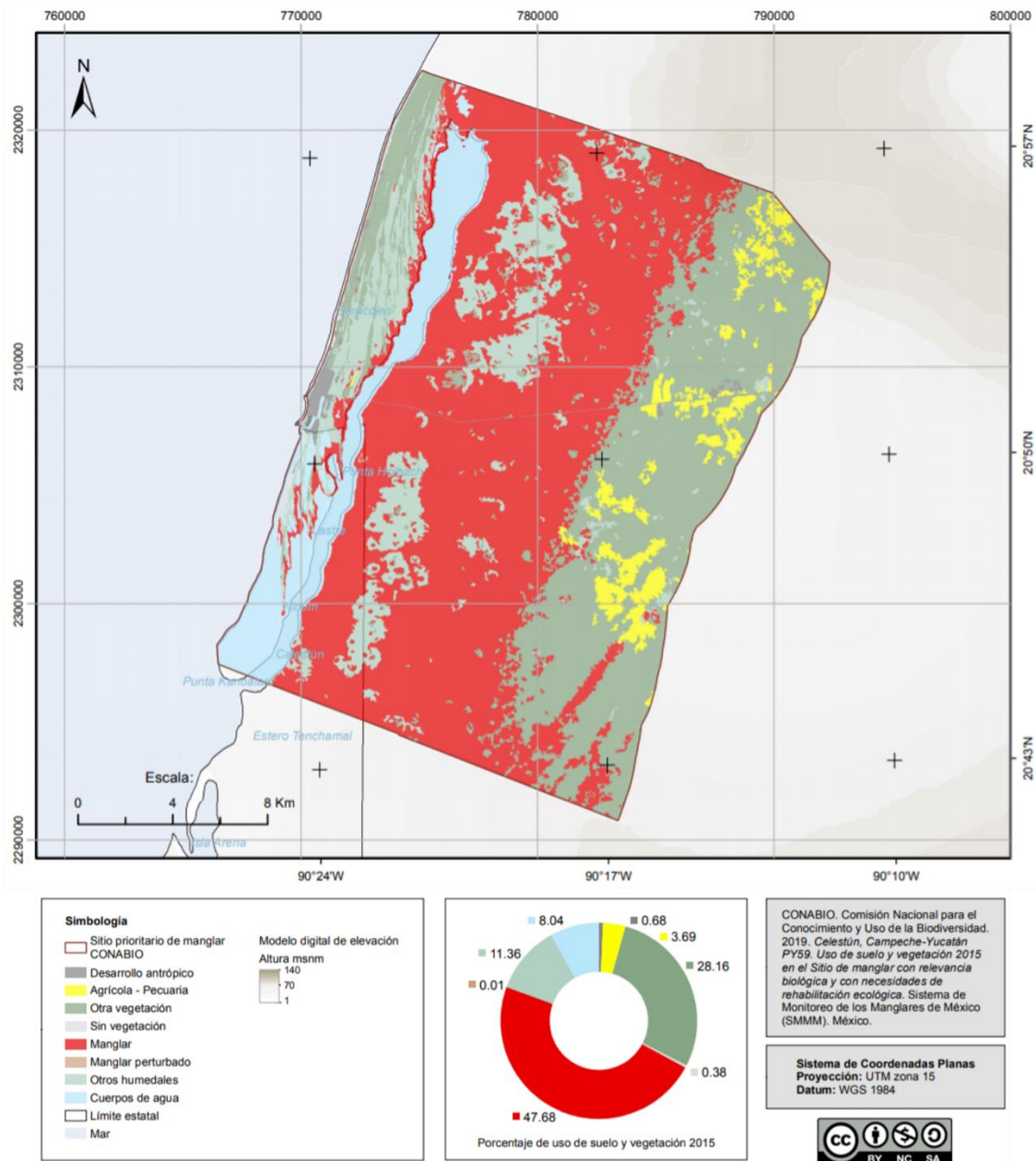
## **Importancia de la conservación y restauración de los manglares en Celestún**

De las zonas de manglar de la Península de Yucatán, Celestún presenta los valores estructurales y de productividad más altos; de manera que, a nivel regional es el mejor conservado, menos fragmentado y con la conectividad hidrológica más alta de todos, además de encontrarse dentro de una ANP (Batllori-Sampedro y Febles-Patrón, 2007). Esto implica que es un ecosistema clave para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos y la adaptación frente a las amenazas del cambio climático y los efectos negativos proyectados para la región. Para conservarlo, se recomienda contar con sitios de monitoreo sostenidos en el área, los cuales permitirían la planeación de la infraestructura y la prevención y reparación de daños causados por huracanes o fenómenos naturales a largo plazo (Arteaga-Conde y Pérez-Aldaraca, 2006).

### **Restauración de los manglares de Celestún**

Celestún es el municipio con mayor extensión de manglar del estado de Yucatán con 28,304 ha (Kumagai *et al.*, 2020). Si bien la RBRC tiene la categoría de Área Natural Protegida, Sitio Ramsar, AICA y Reserva de la Biósfera, esta ha sido impactada de diversas maneras existen importantes superficies con algún grado de perturbación (Figura 20).

**Figura 20.** Uso de suelo y vegetación 2015 en el sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica del municipio de Celestún



Fuente: CONABIO, 2019.

El CINVESTAV ha desarrollado múltiples actividades de restauración ecológica de manglares en Celestún en áreas perturbadas (Figura 21); las técnicas de restauración empleadas se basan en el restablecimiento de los flujos hidrológicos con acciones como la apertura de canales para facilitar el flujo de agua hacia zonas degradadas; lo cual facilita el proceso de regeneración natural y facilitando la regeneración natural (Herrera-Silveira *et al.*, 2019).

**Figura 21.** Degradación de zonas de manglar por modificación hidrológica en Celestún



**Fuente:** Pérez Martínez, 2019.

Las instituciones como CONAFOR, CONANP, DUMAC A.C., el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional en Mérida, junto con comunidades locales, se han coordinado desde la última década para la realización de diversas acciones de restauración ecológica en Celestún. Esta coordinación se mantiene a la fecha y se basa en la colaboración activa entre ciencia – institucionalidad y gobernanza territorial a través de grupos de trabajo comunitarios que son la base para la puesta en marcha de las actividades relacionadas a la rehabilitación y restauración de los manglares en Celestún.

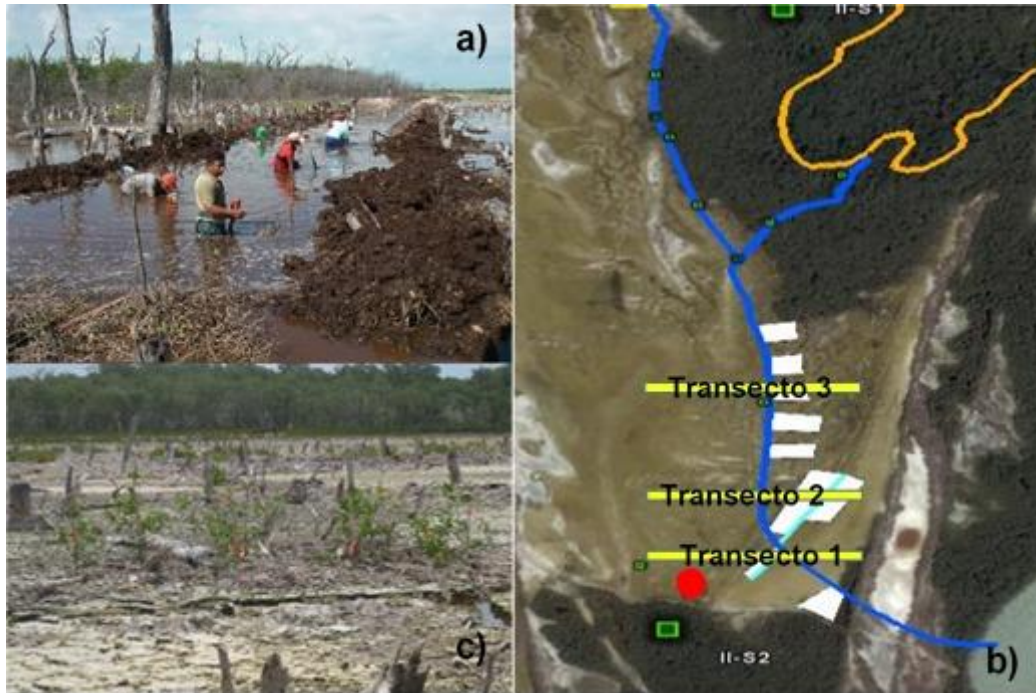
En el caso particular de Celestún, se han realizado tarquinas<sup>7</sup> como centros de dispersión (Figura 22) y la reforestación, en el marco de una estrategia de adaptación basada en ecosistemas, al impulsar la participación de la comunidad en el proceso de restauración y la utilización del sitio después de esta con actividades productivas de largo plazo (CONAFOR, 2010; Herrera-Silveira *et al.*, 2012; Herrera-Silveira *et al.*, 2019).

---

<sup>7</sup> Tarquina: sitio donde se destinan el producto de los dragados. Estas pueden ser continentales o para formar isletas.



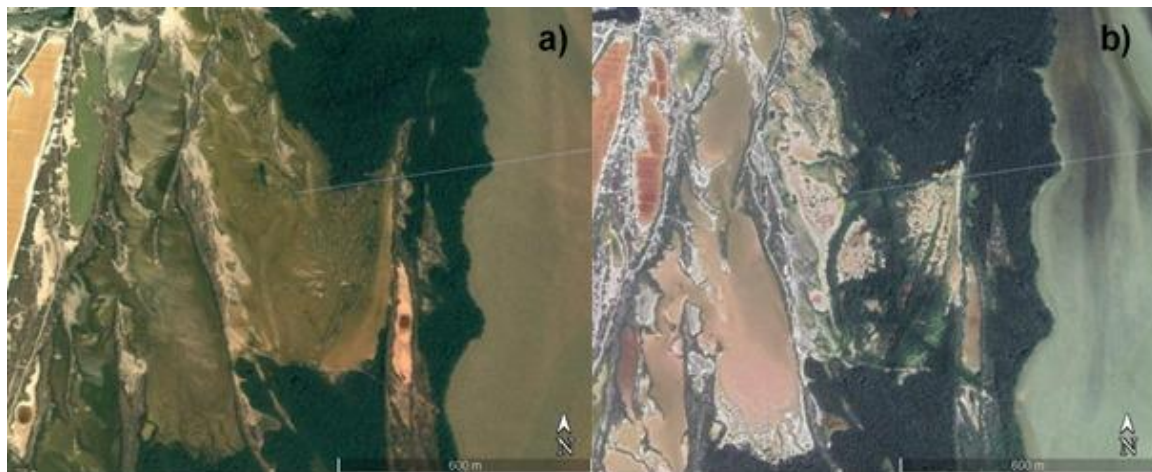
**Figura 22.** Rehabilitación de manglares en Celestún. a) Apertura de canal principal. b) Canal principal (color azul) y canales secundarios (color blanco) y pozo (círculo rojo). c) Centros de dispersión



**Fuente:** DUMAC, archivo propio

En la (Figura 23) se observa el cambio en la cobertura de manglar por efecto de las acciones de restauración ecológica en Celestún.

**Figura 23.** Vista aérea de Celestún: a) 2004; b) 2019



**Fuente:** Google Earth, 2020.

# Impactos y vulnerabilidad de los manglares y medios de vida asociados ante el cambio climático

## Escenarios de cambio climático

Estudios sobre la posible evolución futura del clima en el estado de Yucatán revelan que podría generar impactos negativos sobre los sistemas naturales y sociales (DOGEY, 2014). En este caso, el gobierno de Yucatán realizó la proyección de tres variables: temperatura, precipitación y días calurosos extremos. De acuerdo con los resultados se prevé un aumento de la temperatura media anual en el estado, variando entre ascensos de 0.5°C y 0.8°C para el período 2010-2039. Para la precipitación, se espera la disminución del volumen medio anual, reduciéndose en un porcentaje entre el 15.3% y el 1% hacia finales del siglo XXI. Por otra parte, el número de días calurosos extremos aumentarán y en el 80% de la superficie del estado de Yucatán se alcanzarían promedios diarios de temperaturas máximas entre 33° C y 37.4°C.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestra la síntesis de los resultados obtenidos para el estado de Yucatán en relación con los estudios desarrollados sobre la evolución futura del clima (DOGEY, 2014).

**Tabla 17.** Rango de variaciones climáticas de las características de temperatura, precipitación y días calurosos.

Variable	Valores medios actuales	Horizonte		
		2010-2039	2040-2069	2070-99
Temperatura media anual (Incremento en °C)	25.9	0.5-0.8	0.5-1.8	0.6-2.8
Precipitación anual (Variación en %)	1,091.5 mm	Desde una disminución de hasta el 14.9%, hasta un aumento del 1%		
Días calurosos extremos <sup>1</sup> (incremento de número de días calurosos extremos al año)	36.5 días/año	7-12	9-51	10-78
Días de frío extremo (decremento de número de días de frío extremo al año)	36.5 días/año	19-8	26-8	33-9



Días húmedos extremos (decremento del número de días húmedos extremos al año)	18.25 días/año	0-13
Días secos <sup>2</sup> (variación de número de días secos al año)	Variable dentro del Estado	Desde una disminución de 4 días al año hasta un aumento de 16 días al año

Fuente: CIGA, 2014.

<sup>1</sup> Para la determinación del número de días calurosos extremos se toma como umbral el percentil 90 de los datos de temperaturas máximas históricas. Lo mismo ocurre con los días fríos extremos (con temperaturas mínimas extremas) u húmedos extremos (con precipitaciones máximas extremas, en este caso con el percentil 95).

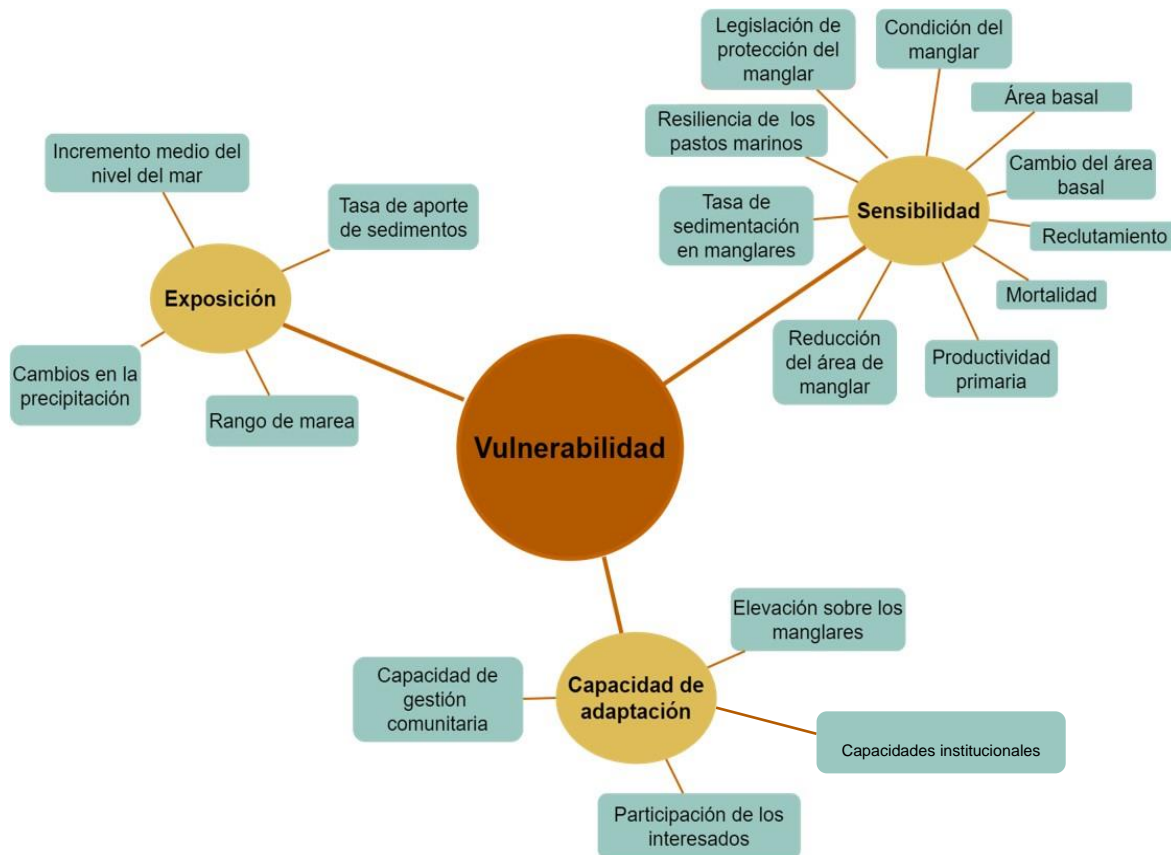
<sup>2</sup> Los días secos son aquellos en los que la precipitación es inferior a 1 mm.

## Vulnerabilidad socioeconómica y ambiental de Celestún ante el cambio climático

### Evaluación de la vulnerabilidad

Cinco-Castro (2016) analizó la vulnerabilidad en los ecosistemas de manglar de Celestún, en particular aquellos asociados con el incremento del nivel del mar, una de las principales afectaciones para las poblaciones locales. Su análisis de vulnerabilidad se basó en la integración de los factores de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa de acuerdo con la metodología propuesta por Ellison (2015) (Figura 24). Cada factor se analizó a través de mediciones en cada uno de sus componentes, e identificó cuáles están experimentando los impactos del cambio climático y cuales son más vulnerables a estos.

**Figura 24.** Diagrama para la determinación de la vulnerabilidad en ecosistemas de manglar en Celestún



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Cinco-Castro, 2016.

Como parte de dicho estudio, se construyó una tabla general que muestra rangos de vulnerabilidad. Donde 1 es vulnerabilidad muy baja y el 5 es vulnerabilidad muy alta (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). La evaluación general de la vulnerabilidad fue obtenida dividiendo el total de las puntuaciones de los componentes entre el número de componentes completados según la metodología de Ellison, 2012. Cabe mencionar que los resultados de Cinco-Castro fueron cotejados con el componente de vulnerabilidad de las poblaciones a inundaciones del ANVCC (INECC,2019) al igual que para el municipio de Tuxpan.

**Tabla 18.** Escala de Vulnerabilidad propuesta por Cinco-Castro, 2016.

Rango	1	2	3	4	5
Vulnerabilidad	Muy baja	baja	Moderada	Alta	Muy alta

**Fuente:** Cinco-Castro, 2016

El análisis de Cinco-Castro se basó en los factores de exposición de los ecosistemas de manglar, es decir en los cambios de factores como 1) rango de marea, 2) el incremento relativo del nivel del mar, 3) la tasa de aporte de sedimentos y 4) los cambios en la precipitación, todos ellos pueden afectar la vulnerabilidad del sistema (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

**Rango de marea**

Se define como la ondulación suave en la superficie del mar. La amplitud o rango de manera hace referencia a la distancia vertical entre el nivel máximo y mínimo de la marea en determinado sitio. Ésta puede ser de unos cuantos centímetros a varios metros. En el Golfo de México el rango es de 30 a 60 cm.

**Incremento relativo del nivel del mar**

Los cambios en el nivel del mar están dados por diferentes factores y de manera local estos cambios tienen diferentes efectos. De acuerdo con el IPCC (2014) y la NOAA (2016) el Golfo de México presenta un incremento de 3.0 mm/año, apenas mayor que la tasa global de incremento del nivel medio del mar que es de 2.9 mm/año.

**Tasa de aporte de sedimentos**

La tasa de aporte de sedimentos está dada por la configuración geomorfológica del sitio (Ellison, 2012). Debido a que no existen flujos superficiales de agua, no hay aporte externo de sedimentos hacia los manglares. Los sedimentos son autóctonos, es decir, que son principalmente orgánicos y provienen de la producción *in situ* de los mismos manglares (Herrera-Silveira *et al.*, 2012), por lo que el aporte de sedimentos en los sitios es clasificado como bajo.

**Cambios en la precipitación**

Cambios en componentes del clima como la precipitación tienen efectos sobre los manglares. Mediante el análisis de isoyetas se determinaron los cambios en la precipitación bajo diferentes proyecciones y escenarios, Celestún mostró cambios positivos de aproximadamente 5 mm/año lo que indica que el área será un poco más húmeda.

**Tabla 19.** Diagnóstico de los componentes implicados en la evaluación de los factores de exposición de Celestún.

Factores de exposición		Vulnerabilidad <sup>8</sup>
Rango de marea	30 a 60 cm (<1m)	Muy alta
Incremento relativo del nivel del mar	3.0 mm/año (sitio estable)	Moderada
Tasa de aporte de sedimentos	Autóctono (Moderadamente bajo)	Alta
Cambios en la precipitación	+ 5 mm/año (más húmedo)	Muy baja

**Fuente:** Castro-Cinco, 2016.

<sup>8</sup> La vulnerabilidad presentada por Castro-Cinco 2016 se refiere a cambios directos en los ecosistemas de manglar, sin embargo, los cambios asociados al aumento rango de marea e incremento relativo del nivel del mar, así como en la tasa de aporte de sedimentos y la precipitación están directamente relacionados con la vulnerabilidad de la población de Celestún a inundaciones principalmente.

### Capacidad adaptativa de las poblaciones de Celestún

La capacidad adaptativa hace referencia a la habilidad de las especies o del ecosistema para hacer frente a los impactos del cambio climático con los mínimos daños. En el análisis se consideraron aquellas respuestas humanas que tienen como el propósito de reducir la vulnerabilidad. Se determinó que en la asociación poblaciones costeras-manglar, la capacidad del manejo de la comunidad y el grado de involucramiento de las personas locales son factores que coadyuvan a la reducción de la vulnerabilidad climática.

En el escenario de un incremento en el nivel del mar, la disponibilidad de áreas de migración tierra adentro es un factor vital por considerar, ya que de no existir estas áreas la vulnerabilidad del ecosistema se incrementa. En Celestún, el perfil de elevación es de 2 a 9 m. Sin embargo, presenta un área de migración con alto grado de disponibilidad al no haber obstáculos que impidan que los manglares se desplacen tierra dentro.

*Capacidad de gestión comunitaria y participación de las poblaciones en Celestún*  
La capacidad que tiene una comunidad para resolver problemas y alcanzar objetivos comunes tiene repercusiones en la vulnerabilidad de los ecosistemas con los que interactúan dichas comunidades.

Las comunidades costeras de Yucatán tienen una gran dependencia de los servicios ecosistémicos que ofrecen los manglares, y el municipio de Celestún no es la excepción. Los pobladores hacen referencia a una mayor abundancia de recursos de uso tradicional asociados al manglar en el pasado, ya que los servicios del manglar han cambiado con el tiempo. Los bosques de manglares fueron una importante fuente de alimento, combustible y recreación. Actualmente, estas actividades se encuentran restringidas desde la declaratoria de ANP, sin embargo, aún existe la extracción de recursos, la cual implica la recolección de leña, el corte de mangle blanco para la fabricación de jimbas (arte de pesca) y la extracción de madera para la construcción y mantenimiento de viviendas (Benítez, 2012). Actualmente, se ha invertido en el desarrollo ecoturístico y en las actividades enfocadas a la restauración ecológica lo que implica fuentes de empleo temporal para la comunidad. Cabe destacar que en los últimos años ha incrementado la participación de mujeres en la gestión y defensa de sus recursos naturales (Figura 25).

**Figura 25.** a) Capacitación a prestadores de servicios ecoturísticos. b) Fuentes de empleo temporal para la comunidad en actividades de restauración ecológica



Fuente: archivo propio

Las principales acciones en la gestión del manglar de Celestún son realizadas por la comunidad, que aprovecha el sistema por medio del ecoturismo en el sitio. También existe gran participación por parte de instituciones gubernamentales, tales como la dirección de la RBCM y el Patronato de las Unidades Culturales y Turísticas del Estado de Yucatán (CULTUR), la iniciativa privada (agencias de viajes y hoteleros) y las OSC (Robles, 2005).

### Capacidad institucional

La capacidad de los municipios para movilizar los mecanismos organizacionales e institucionales para responder a las poblaciones locales, a través de recursos, por ejemplo, humanos, financieros o administrativos, es un elemento clave para la capacidad de adaptación de la población ante eventos relacionados con cambio climático, como Nortes o huracanes. Transparencia Mexicana, el INECC y el Programa de las Naciones Unidas en México (PNUD México), desarrollaron la Medición Multidimensional de Capacidad Institucional que fomente la adaptación ante el cambio climático (MCI). En este índice, la capacidad adaptativa se compone de seis dimensiones: 1) instrumentos de planeación; 2) capacidad administrativa; 3) coordinación política e institucional; 4) transparencia y rendición de cuentas; 5)

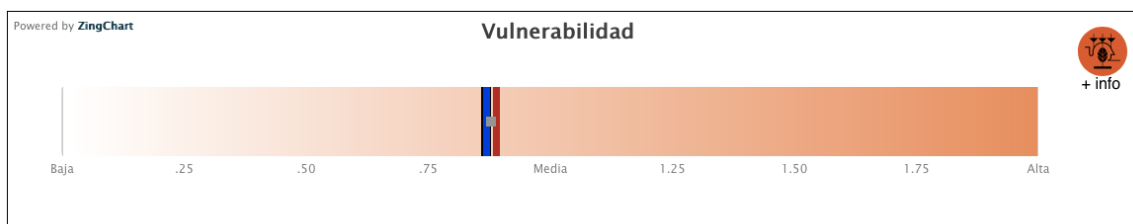


participación ciudadana y; 6) servicios públicos (PNUD México e INECC, 2017). Celestún se encuentra en la categoría de capacidad adaptativa baja, esto significa que carece de habilidades y recursos institucionales para responder y adaptarse a los efectos del cambio climático.

## Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones en el municipio de Celestún

De acuerdo con la evaluación general de vulnerabilidad al incremento del nivel del mar, el manglar de Celestún tiene baja vulnerabilidad en la Península de Yucatán (Cinco-Castro, 2016); sin embargo, según el ANVCC, la vulnerabilidad actual del municipio de Celestún, Yucatán a inundaciones es cercana a la media por arriba de .75 en una escala donde la más alta vulnerabilidad corresponde a 2 (INECC, 2019) (Figura 26).

**Figura 26.** Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones en el municipio de Celestún, Yucatán



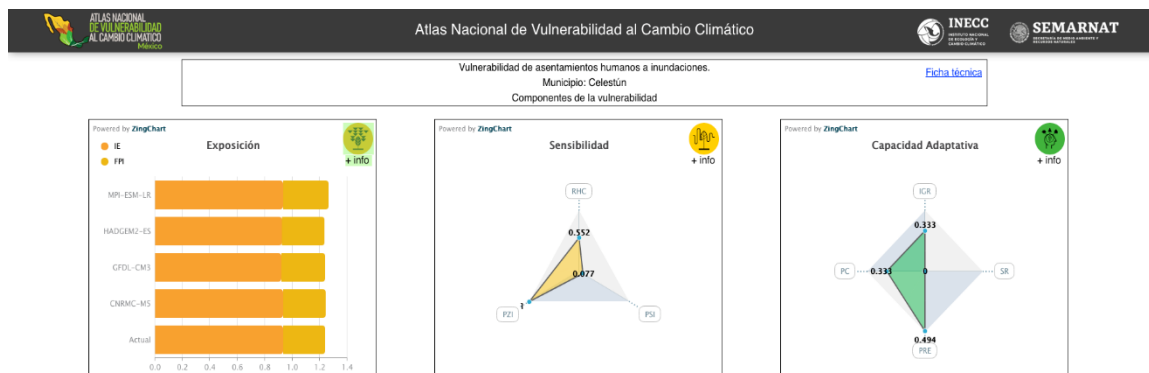
— Vulnerabilidad actual  
 — Vulnerabilidad proyectada mínima  
 — Vulnerabilidad proyectada máxima  
 — Rango de vulnerabilidad proyectada

**Fuente:** INECC, 2019.

### **Componentes de la vulnerabilidad de asentamientos humanos en Celestún a inundaciones.**

A continuación, se presentan los componentes de vulnerabilidad actuales y futuros para el municipio de Celestún, Yucatán según el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático del INECC (2019) (Figura 27).

**Figura 27.** Componentes de la vulnerabilidad de asentamientos humanos de Celestún a inundaciones



La exposición está basada en la frecuencia potencial de inundación cuando rebasa el umbral de precipitación y el índice de estacionalidad de la lluvia, la cual describe su distribución a lo largo del año, tanto en el clima base como en las proyecciones de los escenarios de cambio climático.

La capacidad adaptativa, específicamente para el ANVCC, describe la capacidad institucional que tiene el municipio de Celestún para prevenir y reaccionar ante las inundaciones que afectan a la población. El análisis del ANVCC presenta una baja capacidad adaptativa para Celestún, no obstante que se llevan a cabo acciones de protección y restauración de ecosistemas para prevenir inundaciones (0.494); se cuenta con instrumentos para la gestión de riesgos y protección civil (0.333 para ambos) mientras que no existen sistemas de regulación de avenidas.

El ANVCC (2019) recomienda desarrollar o actualizar el atlas municipal de riesgo de Celestún a fin de que las inundaciones sean consideradas como principal vulnerabilidad de las poblaciones. Así como desarrollar un plan de contingencias, alertas tempranas y difusión del peligro a la población. Una adecuada evaluación de vulnerabilidad facilita la identificación de acciones de adaptación al cambio climático para reducir las debilidades identificadas e incrementar la capacidad de adaptación y recuperación del ecosistema de acuerdo con sus características y cambios, así como su relación con las comunidades que viven en sus alrededores.

### *Vulnerabilidad social*

El municipio de Celestún posee una serie de características geográficas y poblacionales que lo hacen vulnerable a los efectos negativos del cambio climático. Su ubicación geográfica, las condiciones de las viviendas, así como, el deterioro de los ecosistemas costeros (duna costera y bosques de manglares) aledaños al desarrollo urbano y que sirven de barrera natural, lo hacen vulnerable ante huracanes y tormentas tropicales. De igual forma el entorno social, económico e institucional del municipio contribuye a los elementos de vulnerabilidad. El crecimiento poblacional de los últimos años, la evidente falta de planeación urbana y de servicios públicos como los sistemas de regulación de avenidas (INECC, 2019), son otros factores de vulnerabilidad.

Por otro lado, existe interés por parte de las autoridades municipales y estatales respecto a impulsar acciones de adaptación al cambio climático, lo cual resulta en un área de oportunidad para la coordinación interinstitucional y multi-actor en el territorio. El desconocimiento de la población ante el manejo de riesgos y la falta de capacitación y continuidad del personal de Protección Civil Municipal contribuye a que la sociedad no perciba el peligro, y que las normas y programas de prevención, atención y recuperación de desastres sean escasas generando vulnerabilidad (Soares *et al.*, 2014). De 2002 a 2020 se han emitido cinco declaratorias de emergencia o desastre en Celestún a causa de un evento hidrometeorológico (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

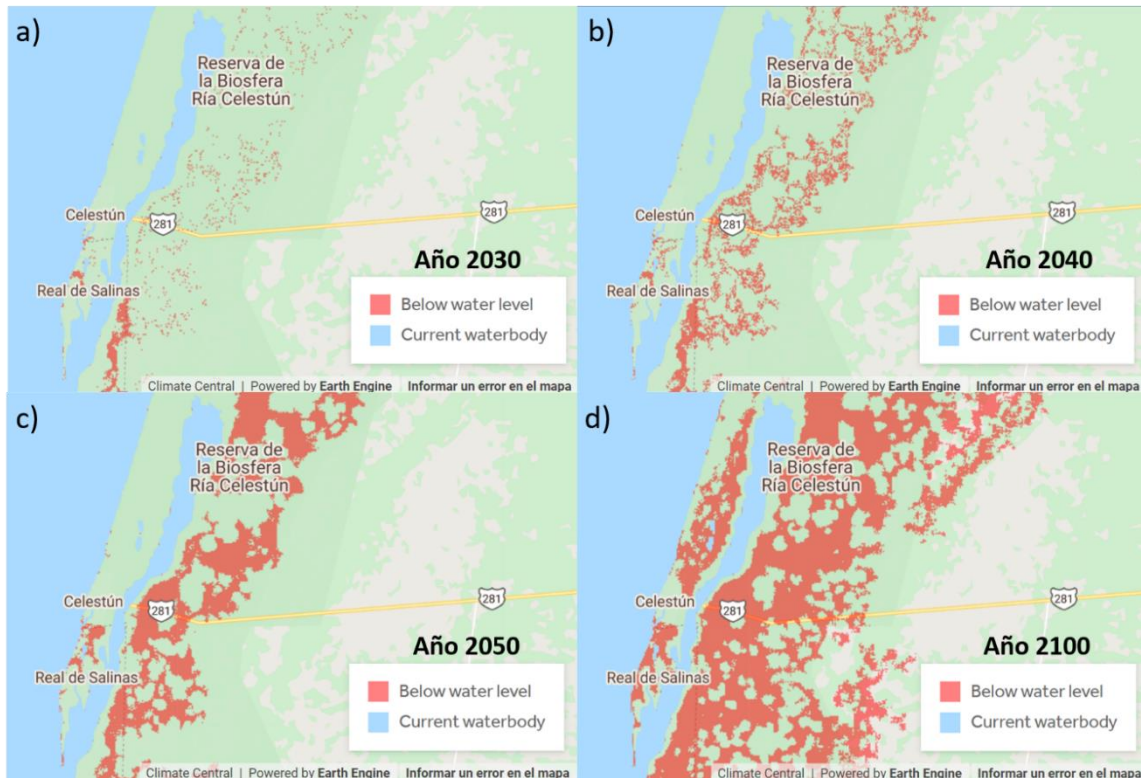
**Tabla 20.** Declaratoria de emergencia o desastre en Celestún debido a eventos hidrometeorológicos (2002-2020).

Fecha de ocurrencia	Tipo de declaratoria	Evento
31 de mayo al 7 de junio de 2020	Desastre	Tormenta Cristóbal
21 de agosto de 2007	Desastre	Huracán Dean
16 de julio de 2005	Emergencia	Huracán Emily
17 y 18 de Julio de 2005	Desastre	Huracán Emily
20 al 22 de septiembre de 2002	Emergencia	Huracán Isidore

Los daños y afectaciones presentados por los desastres fueron principalmente en la infraestructura del municipio, así como en las viviendas de la población en condiciones de pobreza. Las lanchas y otros instrumentos de trabajo de las poblaciones son por lo general resguardadas previo a que se presenten los desastres, ya que por parte de Protección Civil en el municipio se brindan dichas recomendaciones.

Si bien, la vulnerabilidad del bosque de manglar en Celestún ante el aumento en el nivel medio del mar es moderada, de continuar con el deterioro de los ecosistemas, el aumento en la población y la contaminación a nivel mundial tendría como consecuencia el inminente incremento del nivel del mar, que para 2030 será de aproximadamente 0.7 m y de hasta 1.3 m en 2100 (Figura 67) (Coastal Climate Central, 2020).

**Figura 28.** Proyección del aumento en el nivel medio del mar en Celestún: a) aumento de 0.7 m en 2030; b) aumento de 0.8 m en 2040; c) aumento de 0.9 m en 2050; d) aumento de 1.3 m en 2100.



Fuente: Coastal Climate Central, 2020

## 5.4 CONCLUSIONES

Este capítulo sistematizó datos e información elemental para entender y detallar las características de tipo social y económico que prevalecen en los sitios de Tuxpan y Celestún, siendo parte de la línea base para el diseño de estrategias y recomendaciones de manejo y gestión comunitaria, además, permitió identificar que ambas comunidades cuentan con una estructura y mecanismos que podrían permitir un modelo transversal de gobernanza de AbE que fomente la coordinación multisectorial, interinstitucional y multinivel. Esto podría facilitar la identificación de sinergias entre sectores y sus necesidades de adaptación, además de favorecer la coherencia en las medidas y acciones para la adaptación (UICN, 2018).

Ambos sitios cuentan con experiencias previas de implementación de AbE, incluyendo la conservación y restauración de manglares, involucrando el componente socioeconómico local. Las experiencias y lecciones aprendidas previas, tales como el proyecto “Conservación de cuencas costeras en el contexto de cambio climático” (C6) y el Proyecto “Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático”, son una herramienta clave para la construcción de este proyecto. Sin embargo, existen vacíos importantes que deben tomarse en cuenta. Por ejemplo, el estado de Veracruz cuenta con Programas Municipales de Acción Climática y Altas Municipales de Riesgo, mientras que Yucatán no cuenta con instrumentos equivalentes, por lo que es importante llenar estos vacíos de información. El siguiente producto de este proyecto recopilará información sobre las iniciativas de AbE en el país, específicamente en el Golfo de México, tomando en cuenta las lecciones aprendidas y los criterios de adaptación al cambio climático del ANVCC (INECC, 2019).



## 6. CAPÍTULO II CLIMÁTICO

# COMPILACIÓN DE EXPERIENCIAS Y LECCIONES APRENDIDAS DE PROYECTOS RELACIONADOS CON LA RESTAURACIÓN, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MANGLAR, EN UN CONTEXTO DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO

### 6.1 INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de fortalecer y acelerar la implementación de la adaptación basada en ecosistemas (AbE) es necesario conocer las medidas que se han puesto en marcha previamente en el territorio nacional para documentar sistemáticamente y extraer los aprendizajes del conocimiento que se generó a través de la implementación de estos proyectos. Es por ello, que a lo largo de este capítulo se realiza una compilación de información de proyectos previos relacionados con la restauración de manglar, vinculada a la adaptación ante el cambio climático y el aumento de la resiliencia costera, incluyendo experiencias en los sitios piloto de Tuxpan y Celestún, así como otros proyectos relevantes de SbN.

La estructura del capítulo es la siguiente: primero, se explican las causas de pérdida de manglar a nivel nacional, después, se detalla brevemente la restauración como una medida AbE. Posteriormente, se detalla la metodología utilizada y se presentan los resultados de la documentación de proyectos previos sobre soluciones basadas en naturaleza relacionadas con la restauración de manglar, con énfasis en el Golfo de México, (A.2.1.) y la recopilación y análisis de lecciones aprendidas (A.2.3.). Finalmente, se discuten los resultados para dar paso a las conclusiones y recomendaciones de los autores.

### Causas de pérdida de manglar

A nivel nacional, se han registrado nueve causas de pérdida de manglar: industria, turismo, comunicaciones, urbanización, infraestructura hidráulica, zonas portuarias, zonas aeroportuarias, acuacultura y construcción (Velázquez-Salazar *et al.*, 2019). El presente capítulo se centra en el Golfo de México, donde las cinco principales causas de pérdida de manglar se señalan a continuación

(Figura 29). Ante la pérdida de este ecosistema, es importante no sólo embarcar en medidas de restauración, si no también apostar por la conservación y el manejo del manglar, asegurando la permanencia de los bosques existentes.

**Figura 29.** Causas generales de pérdida de manglares en México. Se indican las principales causas que afectan los manglares del Golfo de México

CAUSAS	DESCRIPCIÓN	ICONOGRAFÍA	GOLFO DE MÉXICO
<b>Industria</b>	Crecimiento de las industrias petroquímica, salinera, minera, de procesamiento de desechos y de energías limpias.		✓
<b>Turismo</b>	Construcción de hoteles, campos de golf, miradores, apertura de zonas arqueológicas, así como el impacto producido por el turismo de aventura.		✓
<b>Comunicaciones</b>	Construcción de nuevos caminos y carreteras, así como la modernización de las vías de comunicación ya existentes.		✓
<b>Urbanización</b>	Expansión de ciudades y el incremento de asentamientos irregulares en comunidades rurales.		✓
<b>Infraestructura hidráulica</b>	Construcción de infraestructura hidráulica como represas en ríos, arroyos y lagunas.		✓

<b>Zonas portuarias</b>	Construcción de puertos, muelles rústicos, rompe olas y diques, así como zonas donde se realice el intercambio de mercancías entre medios de transporte terrestres y marítimos.	
<b>Zonas aeroportuarias</b>	Construcción de pistas de aterrizaje, hangares, estacionamientos. Pistas ubicadas fuera de aeropuertos para pequeñas aeronaves.	
<b>Acuicultura</b>	Infraestructuras, como estanques, para la producción de productos acuícolas.	
<b>Construcción</b>	Construcciones observadas cuyos objetivos aún se desconocen y ha provocado la parcelación de terrenos.	

**Fuente:** Modificado de Velázquez-Salazar et al. (2019).

La falta de ordenamiento en las actividades antes descritas, la deficiente evaluación de impactos acumulativos de dichas actividades, así como el uso no sustentable de los manglares y su biodiversidad, han impactado negativamente en estos ecosistemas, ocasionando su pérdida, fragmentación y alteración del flujo, cantidad y calidad del agua, impactando negativamente la resiliencia de las comunidades aledañas y aumentando su vulnerabilidad a fenómenos hidrometeorológicos; así como el aumento de los gases y compuestos de efecto invernadero a la atmósfera.

## Restauración como medida AbE

Para potenciar los beneficios, los proyectos de restauración deben ser planificados sobre una base de conocimientos ecológicos, económicos y sociales (Miller y Hobbs, 2007). Por lo que es importante involucrar a las comunidades locales en estos proyectos y asegurar la participación social con enfoque de género durante el proceso de adaptación, así como el comprometer a los actores clave locales, representantes de los diferentes órdenes de gobierno, academia y organizaciones de la sociedad civil y sector privado (INECC, 2020).

La evaluación del éxito de los proyectos es compleja, debido a que no sólo se debe evaluar el componente ecológico, sino que también se deben incluir los componentes social y económico, así como las problemáticas climáticas específicas de cada región (Comín *et al.*, 2005; Miller y Hobbs, 2007; Bullock *et al.*, 2011; Wortley *et al.*, 2013). Para que la restauración y manejo de ecosistemas sean consideradas como medidas AbE, deben incluir tres elementos (FEBA, 2017):

- Ayudar a las personas a adaptarse al cambio climático
- Usar activamente y de manera sostenible, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos
- Estar en el contexto de una estrategia de adaptación general
- Además, se debe considerar el eje rector del diseño de medidas de adaptación: la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones, infraestructura estratégica, ecosistemas y/o socio-ecosistemas al cambio climático, buscando a la par aumentar la resiliencia de éstos (INECC, 2020).

## Diseño de medidas de adaptación

Con el objetivo de robustecer las bases conceptuales y metodológicas en materia de adaptación, el INECC (2020) desarrolló un marco conceptual para el *Proceso de Adaptación al Cambio Climático*, que considera cuatro fases generales previamente descritas.

Dentro de este marco conceptual, se emplea un esquema de Evaluación-Monitoreo-Evaluación. La primera fase valora las medidas de adaptación desde su diseño, posteriormente se monitorea el avance durante su implementación; y evalúa los resultados de las mismas al finalizar la intervención.

Este capítulo se enfoca en la primera parte del Proceso de Adaptación al Cambio Climático y los *criterios mínimos de diseño de medidas de adaptación*, bajo la óptica de los cuales se analizaron proyectos de restauración “académica” (una categoría propuesta por los autores) y manejo de manglares, así como iniciativas catalogadas como de “adaptación basada en ecosistemas” por sus implementadores.

La distinción entre las dos categorías yace en sí, desde su planteamiento, el proyecto busca reducir la vulnerabilidad o aumentar la resiliencia local explícitamente, en este caso, se cataloga como iniciativa AbE. Por otro lado, los proyectos cuyo fin no está explícitamente dirigido a reducir los impactos del cambio climático y no enuncian estos objetivos en su planteamiento expresamente, pero contienen elementos para ser consideradas medidas de adaptación y pueden abonar a reducir la vulnerabilidad o aumentar la resiliencia, fueron catalogados como proyectos de restauración “académica”. Esta categoría se podría ubicar dentro de la *adaptación autónoma*, que es “aquella que no representa una respuesta consciente a un determinado estímulo climático, sino que surge debido a cambios ecológicos en sistemas naturales, incluyendo las condiciones de bienestar de los sistemas humanos; es decir, sin la planificación

explícitamente centrada en abordar directamente los efectos del cambio climático” (INECC, 2020).

El eje rector del diseño de medidas de adaptación es la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones ante el cambio climático, infraestructura estratégica, ecosistemas y socio-ecosistemas, buscando a la par aumentar la resiliencia de éstos. A partir de este eje, se consideran 12 criterios para la evaluación del diseño de medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2020):

1. Atiende condiciones climáticas – hace referencia a que una medida atienda condiciones y problemáticas actuales y/o proyectadas, relacionadas directa o indirectamente con el cambio climático, la variabilidad y eventos climáticos extremos, a partir de la información disponible.
2. Cuenta con un enfoque sistémico – el sitio para el que se diseña una medida es un sistema en el que los elementos están interrelacionados. Permite una gestión integrada que considera la tierra, agua, clima, biodiversidad, así como la gestión de los servicios ambientales que brindan los ecosistemas.
3. Es viable – alude a la posibilidad de que una acción de adaptación pueda llevarse a cabo con base en sus atributos técnicos, económicos y sociales, así como el contexto en el que se promueve.
4. Puede medirse – debe partir de un diagnóstico, contar con metas claras que permitan un monitoreo y evaluación constante.
5. Fortalece capacidades – busca que la medida de adaptación fortalezca las habilidades, recursos y competencias con las que cuentan las personas, instituciones y comunidades para resolver problemas y plantear estrategias de forma innovadora que faciliten modificar las condiciones desfavorables, de una manera sostenible, a nivel comunitario e institucional.
6. Considera el contexto social- es decir, las características socioculturales, económicas y ambientales específicas del territorio donde se implementarán las AbE.
7. Fortalece la gobernanza, con enfoque de género – se debe involucrar activamente a la población, la sociedad civil y el gobierno, con un enfoque de derechos humanos, incorporando su conocimiento y experiencia en todas las fases del proceso de adaptación y promover la apropiación local de la medida. Este criterio debe considerar género, grupos de edad, justicia intergeneracional, comunidades indígenas, interculturalidad y poblaciones particularmente vulnerables al cambio climático.
8. Alineación de políticas públicas – se refiere a la articulación y congruencia que las acciones de adaptación guardan con los instrumentos de planeación del territorio y de política pública internacional, nacional y subnacional, a fin de contribuir con el cumplimiento de compromisos en la materia.



9. Se sostiene en el tiempo- después de concluida, la medida implementada debe seguir generando beneficios, y de ser posible mantenerse en el largo plazo
10. Busca la justa distribución de beneficios-se refiere a que los efectos positivos de las medidas se repartan de manera equitativa, transparente e incluyente. Promoviendo la disminución de la brecha de desigualdad social.
11. Propicia co-beneficios sociales- estos pueden estar considerados o no dentro de la medida de AbE, y dependen del contexto social, son todos aquellos beneficios relacionados con el bienestar de la comunidad.
12. Tiene la capacidad de ser flexible y reversible- este criterio es deseable y hace referencia al dinamismo de las medidas planteadas, contemplando los aspectos socio ambientales cambiantes. Por otro lado, al ser reversibles, se asegura que, de no responder a las condiciones inicialmente planteadas, las medidas puedan ser revertidas, lo cual disminuye los costos económicos y sociales.

Estos criterios pueden fungir como ejes rectores y recomendaciones para mejores prácticas en el planteamiento, desarrollo y ejecución de proyectos de adaptación. La integración de estos criterios en el planteamiento o etapas tempranas del desarrollo de intervenciones permite potenciar los cobeneficios de las mismas y aumentar la resiliencia de las comunidades participantes a largo plazo y de manera integral, asegurando que las iniciativas de restauración, por ejemplo, trasciendan más allá de sus objetivos ecológicos, y las medidas con enfoque AbE potencien sus resultados y recursos. El mapeo de proyectos, realizado en el marco de este estudio, analiza con este enfoque integral los esfuerzos realizados y evalúa en qué medida estos *criterios para el diseño de medidas de adaptación* fueron aplicados en las iniciativas, generando, a partir de los resultados, lecciones aprendidas.

El objetivo de este capítulo es documentar sistemáticamente y extraer aprendizajes de la implementación de proyectos relacionados con la AbE. Este capítulo busca iniciar un proceso para generar conocimiento basado en evidencia de experiencias nacionales, específicamente iniciativas con enfoque de AbE y proyectos con potencial de serlo. En el capítulo se exploran iniciativas con enfoque de AbE, así como proyectos de “restauración académica”, una categoría propuesta por los autores, que se refiere a medidas de restauración ecológica cuyo fin no está explícitamente dirigido a reducir los impactos del cambio climático, pero contienen elementos para ser consideradas una medida de adaptación y, en iteraciones subsecuentes, pueden convertirse en iniciativas AbE si se siguen ciertas recomendaciones y mejores prácticas descritas en el presente capítulo.

A pesar del fuerte atractivo teórico de la AbE, el enfoque no se está implementando ampliamente ni se está integrando lo suficiente en los procesos de políticas nacionales. La falta de datos cuantitativos y cualitativos consistentes sobre la efectividad de la AbE y la extensión de su implementación nacional pueden ser algunas de las barreras. Este capítulo contiene un análisis del ejercicio

de mapeo, buscando contribuir al aprendizaje y la experiencia nacional. Esto, a su vez, contribuirá a la integración de la planificación climática en iniciativas orientadas a la conservación de la biodiversidad, restauración y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos para el bienestar humano, maximizando el uso de recursos y los esfuerzos nacionales.

## 2.2 METODOLOGÍA

Con el objetivo de mapear esfuerzos existentes en el frente de SbN, específicamente AbE, con énfasis en el Golfo de México, se realizó una búsqueda sistemática de literatura. Se consultaron publicaciones científicas, así como tesis, informes de proyectos, páginas web y videos. Se realizó una búsqueda en internet, utilizando “ISI Web of Science”, “Scienedirect” y “SCI-Expanded”, con las palabras clave “Restoration mangrove Gulf of Mexico”, “Mangrove restoration Gulf of Mexico”, “Mangrove rehabilitation in Mexico”, “Rehabilitation mangrove in Mexico”, “Reforestation mangrove”, “Restauración de manglar en Tamaulipas, Veracruz, Campeche y Mérida”, “Rehabilitación de manglar” “Manejo de manglar”, “Cambio climático en el Golfo de México”, “Adaptación de ecosistemas costeros”, “Resiliencia de ecosistemas costeros”, “Conservación de ecosistemas costeros”, “Medios de vida del Golfo de México” y “Cambio climático de ecosistemas costeros”. En algunos casos, se solicitó información directamente a instituciones gubernamentales, como la CONANP y el INECC, solicitando informes y documentos de proyectos previos de AbE y de restauración de ecosistemas de manglar.

Los documentos obtenidos de los proyectos consultados fueron clasificados en dos tipos de intervención: 1) Restauración académica y 2) Proyectos de AbE. Se clasificaron de esta manera con la finalidad de analizarlos en categorías con características en común. Los proyectos de restauración académica son aquellos en los que el objetivo principal fue implementar acciones de restauración en el área, mientras que los proyectos clasificados como de AbE tenían específicamente dentro de sus objetivos la implementación de acciones de adaptación al cambio climático y, en algunos casos, incluían desde su planteamiento elementos de los criterios mínimos para el diseño de medidas para la adaptación. Los proyectos AbE incluyen iniciativas de ecoturismo, fortalecimiento de capacidades locales, proyectos productivos como apicultura en manglares e impulso de Unidades de Manejo Ambiental (UMA).

Cabe destacar que los proyectos de restauración académica pueden, en algunos casos, ser considerados como medidas AbE, sin embargo, en su conceptualización, ejecución, monitoreo y evaluación e indicadores, no incorporan criterios de vulnerabilidad social o aumento de resiliencia al cambio climático, por lo que se colocaron en una categoría separada. Tanto los proyectos AbE como los de *Restauración Académica* pueden abonar a los esfuerzos de mitigación del cambio climático; incluir criterios e indicadores climáticos en su diseño puede potenciar estos co-beneficios.

Este capítulo mapea un total de 44 proyectos, llevados a cabo durante los últimos 20 años, sistematizados en una base de datos en Excel (Anexo 2.2). Cabe destacar que se consideró la fecha de finalización de los proyectos para la clasificación, por lo que se incluyen iniciativas iniciadas desde 1997. Se analizó la información presentada por proyecto, buscando extraer las lecciones aprendidas y limitaciones de la implementación de proyectos AbE en México, con énfasis en intervenciones basadas en la restauración y manejo de manglares. Una vez identificados los criterios de cumplimiento, se redactó la justificación por criterio, priorizando aquellos vinculados con reducción de la vulnerabilidad, aumento de la resiliencia y si atiende condiciones climáticas (INECC, 2020). También se incluye información sobre las características del proyecto, las acciones implementadas y los métodos de evaluación utilizados, lo cual permitió la elaboración de las 40 fichas incluidas en el presente capítulo (Anexo 2.1). La Tabla 21 detalla la información prioritaria extraída de cada proyecto analizado.

**Tabla 21.** Información prioritaria utilizada para clasificar los documentos obtenidos a partir de la búsqueda de literatura.

<b>Información prioritaria</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Revistas, proyectos, tesis, páginas web.
<b>Enfoque del proyecto</b>	AbE o restauración académica
<b>Características del proyecto de AbE y de restauración</b>	Entidad, enfoque (restauración, adaptación, vulnerabilidad, resiliencia, medios de vida, conservación), objetivo, metas, diagnóstico.
<b>Evaluación/metodología del monitoreo</b>	Principales resultados, buenas prácticas y/o lecciones aprendidas.
<b>Costos</b>	Costo de los proyectos de AbE y restauración académica
<b>Criterios*</b>	Alineación, cobeneficios sociales, contexto social, distribución de beneficios, flexibilidad y no arrepentimiento, fortalecimiento de capacidades gobernanza y género, mensurabilidad, sistémico, sostenibilidad y viabilidad. Énfasis en el criterio climático y reducción de la vulnerabilidad.

**Fuente:** Elaboración propia

La información obtenida de los proyectos se sintetizó en 40 fichas informativas. Debido a las brechas de información, se generaron 40 fichas (Anexo 2.1) de los 44 proyectos analizados (Anexo 2.2). Éstas se clasificaron según el estado en el que se llevó a cabo el proyecto, incluyendo a cada uno de los estados que conforman el Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán). Las fichas (Anexo 2.1) se componen de la siguiente información:

- 1) Mapa (ubicación del sitio)
- 2) Fecha de la realización del proyecto (inicio y final del proyecto)
- 3) Costos
- 4) Meta de las medidas de AbE implementadas
- 5) Objetivos
- 6) Diagnóstico (identificación de la causa del deterioro del ecosistema)
- 7) Acciones de restauración o adaptación
- 8) Resultados relevantes
- 9) Evidencia fotográfica
- 10) Revisión de la aplicabilidad de los criterios mínimos para el diseño de medidas de adaptación al cambio climático.

Respecto a la integración de criterios mínimos para el diseño de medidas de adaptación dentro de los proyectos analizados (INECC, 2020), toda iniciativa que plantee fungir como medida de adaptación debe incluir, como criterio imprescindible, buscar la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático de las poblaciones humanas, sistemas productivos, infraestructura estratégica o aumentar la resiliencia de los ecosistemas, o una combinación de las anteriores; este objetivo es el eje rector para el diseño de medidas de adaptación. Seguido de este eje rector, el criterio climático funciona como una guía para las acciones de adaptación, ya que hace referencia a que la iniciativa atienda las condiciones climáticas cambiantes y sus impactos adversos en las comunidades, ecosistemas e infraestructura.

## 2.3 RESULTADOS DEL MAPEO DE INICIATIVAS

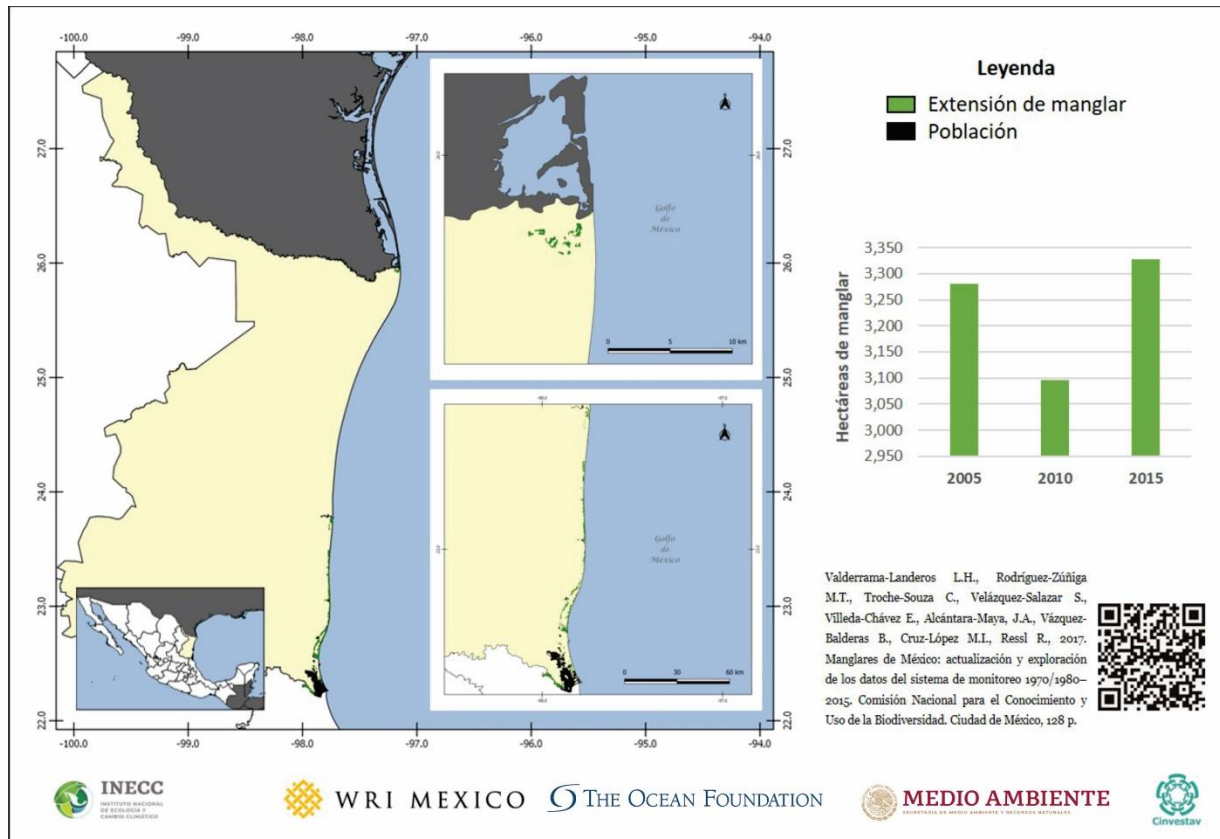
A continuación, se muestran los resultados sintetizados de los 44 proyectos mapeados, ordenados por estado, asimismo, se diferencia entre los proyectos con enfoque de AbE y los de restauración académica. Debido a los datos disponibles y brechas de información, se generaron 40 fichas (Anexo 2.1) de los 44 proyectos analizados (Anexo 2.2). A continuación, se describen las extensiones de manglar y los cambios de superficie que se han presentado, seguido de los proyectos de restauración que se han llevado a cabo y finalmente se hace una descripción de los proyectos AbE, esto se realiza por estado.

### Estado de Tamaulipas

Dentro del Golfo de México, Tamaulipas es el estado con la menor extensión de manglar (3,327 ha), representa sólo el 0.4 % de la cobertura a nivel nacional (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017); la presencia de manglar en Laguna Madre se presenta en seis municipios. De acuerdo con el programa de monitoreo de CONABIO (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017), el 73 % de la cobertura de manglar se presenta en Tampico (1,258 ha) y Aldama (1,173 ha).

Los cambios de cobertura a través del tiempo indican que entre el 1997 y 2015, la superficie de manglar se ha incrementado en 45 ha. Sin embargo, en el análisis de cobertura de la CONABIO para el 2010 se registró una pérdida importante de manglar (Figura 69). Los cambios registrados en el programa de monitoreo de CONABIO sugieren que las variaciones están más asociadas a mejores insumos satelitales para la identificación de las coberturas de manglar, que al resultado de procesos de restauración o cambios en el paisaje.

**Figura 55.** Cobertura de manglar del estado de Tamaulipas

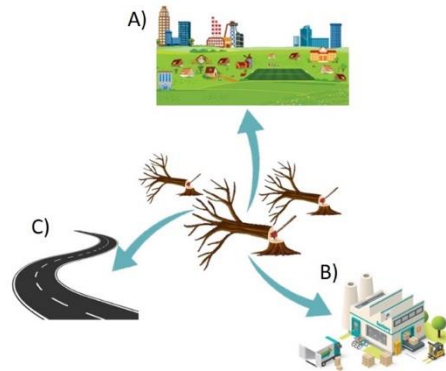


**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros et al. (2017).

Para el estado de Tamaulipas, se identificaron tres causas principales de pérdida de manglar: la industria, la urbanización y la infraestructura de comunicaciones (Figura 70).



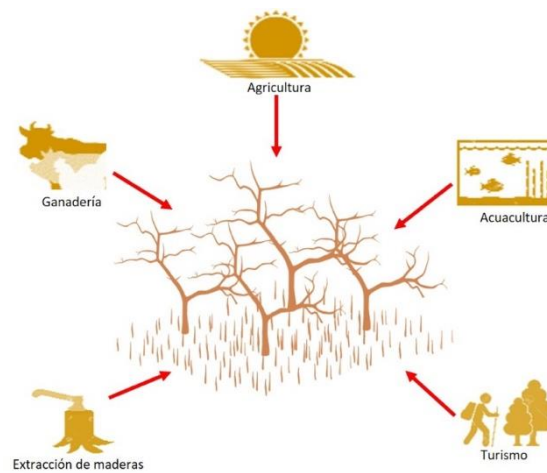
**Figura 56.** Causas generales de la degradación de manglares en el estado de Tamaulipas: A) urbanización, B) industria, C) comunicaciones



**Fuente:** Elaboración propia.

Por otro lado, las actividades específicas identificadas como las responsables de la pérdida de manglar en Tamaulipas son la agricultura, la acuicultura, el turismo, la extracción de maderas y la ganadería (Figura 71) (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017).

**Figura 57.** Actividades específicas causantes de la pérdida de cobertura de manglar en el estado de Tamaulipas



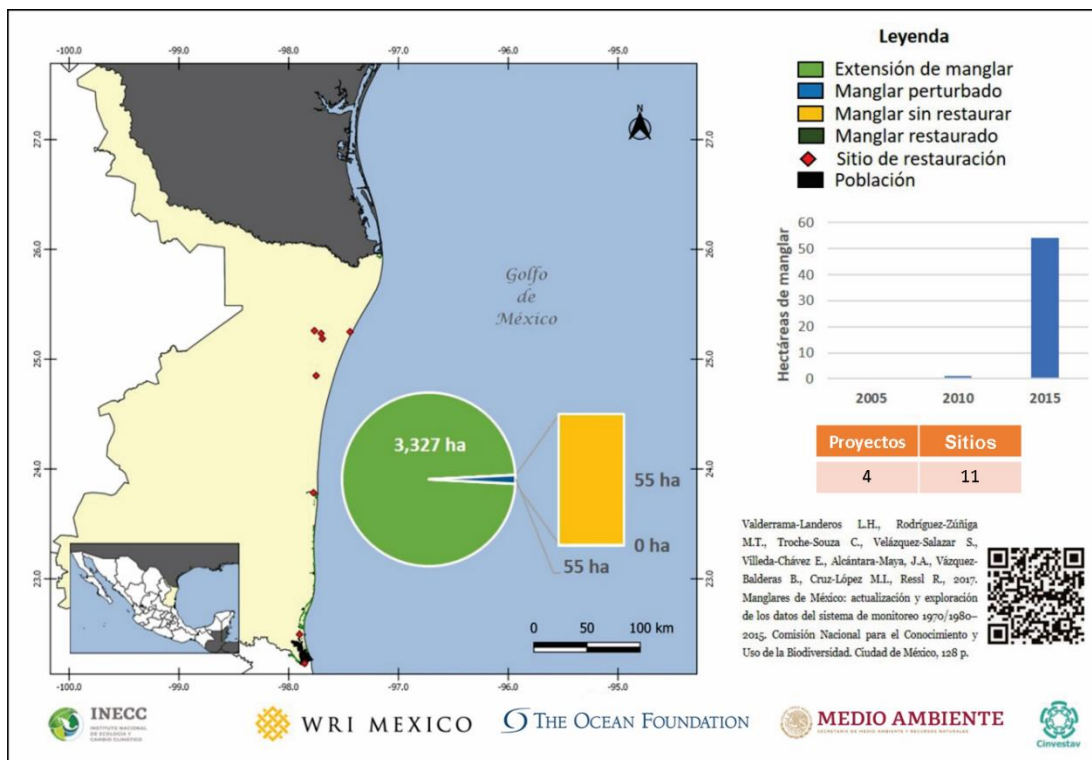
**Fuente:** Elaboración propia.

## Acciones de AbE y Restauración Académica

Como resultado de la investigación, se registraron cuatro documentos, en los cuales se establecen las localidades en las que se han llevado a cabo acciones de restauración de manglar: La Pesca, Altamira, Laguna Carpintero, San Fernando y Tampico, todos ubicados a lo largo de Laguna Madre (Hernández y Cabo, 2006; Zamora-Tovar, 2007; Zamora-Tovar *et al.*, 2011).

En los proyectos encontrados, la principal acción de AbE es la reforestación de manglar, en los cuales se involucra a las comunidades. Sin embargo, los reportes no registran evidencias y/o un seguimiento de indicadores que permitan identificar el nivel de cumplimiento de las metas propuestas. Partiendo de datos de CONABIO, en el estado aún quedan 54 ha de manglar en condición degradada (Figura 72), en las cuales se pueden implementar acciones de restauración.

**Figura 58.** Sitios de restauración ecológica de manglar en el estado de Tamaulipas

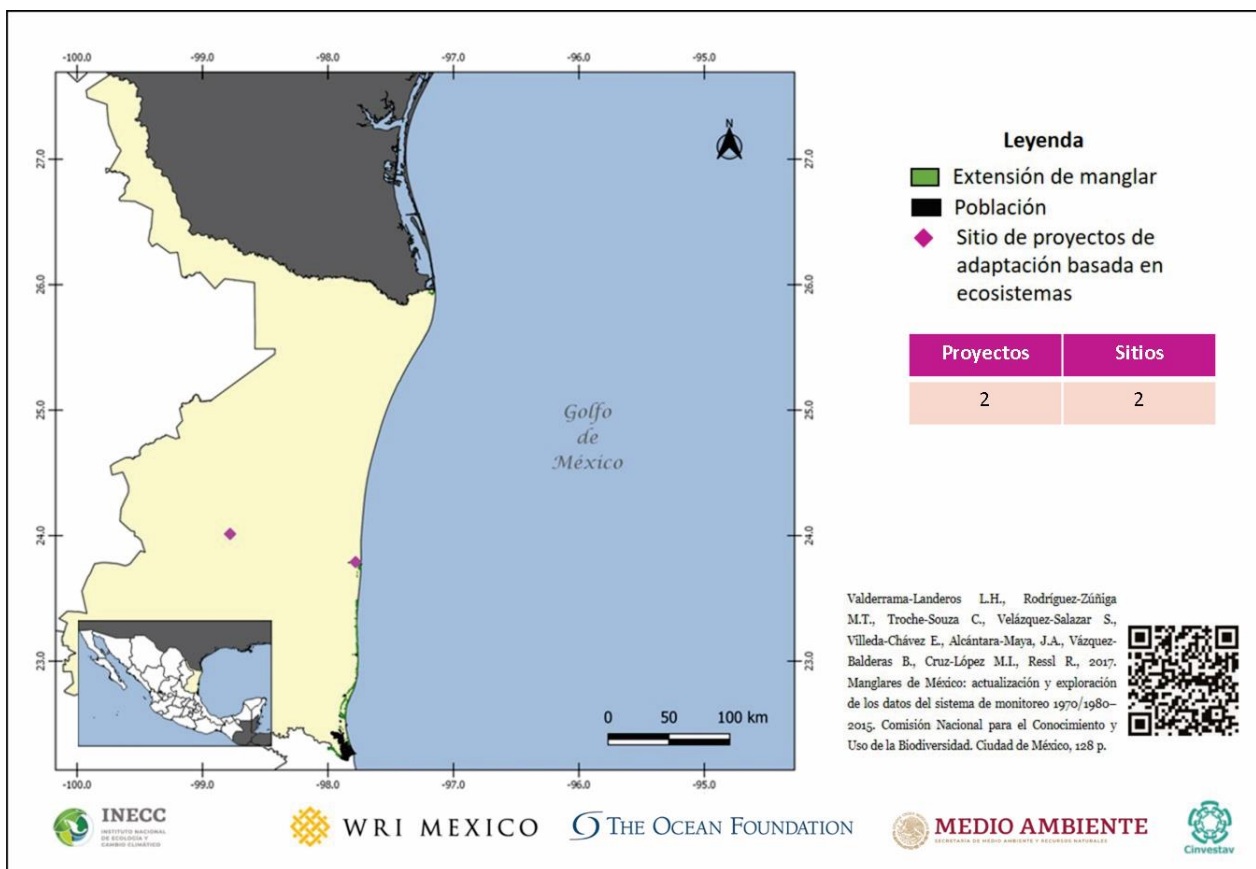


**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros *et al.* (2017).

## Proyectos con acciones de AbE del estado de Tamaulipas

Como resultado de la búsqueda de información, se identificaron 2 trabajos de AbE en los municipios de Padilla y la Pesca (Hernández, 2020; La Gaceta, 2020) (Figura 73). Uno de los objetivos principales del proyecto es el aprovechamiento sustentable del manglar mediante la producción de miel, que resultará en una alternativa de ingreso para los pescadores, además de conservar los ecosistemas manglar, otorgándoles un uso para un beneficio económico.

**Figura 59.** Sitios con proyectos de Adaptación basada en ecosistemas en el estado de Tamaulipas



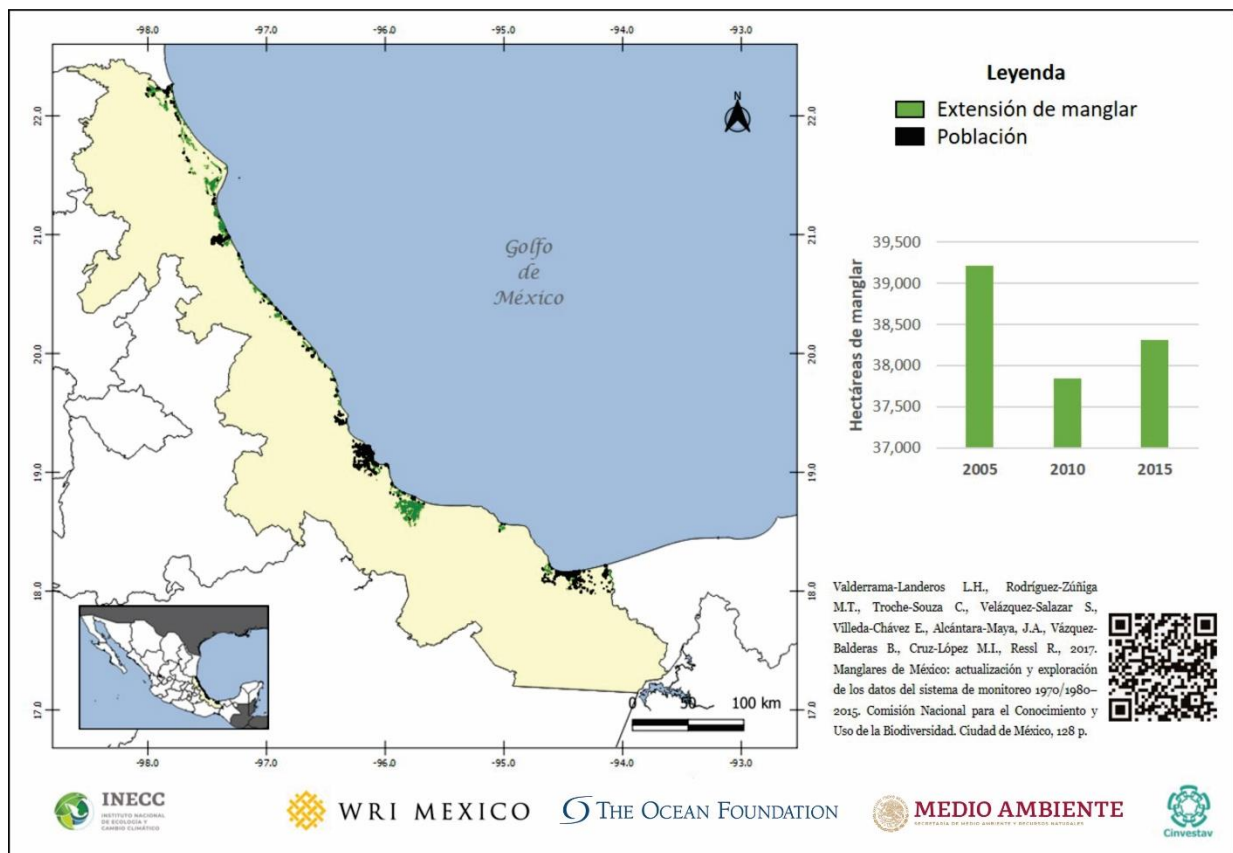
**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros et al. (2017).

## Estado de Veracruz

Actualmente, el estado de Veracruz ocupa el cuarto lugar en extensión de manglar (38,311 ha) en el Golfo de México, representando el 4.9 % de la cobertura a nivel nacional. De acuerdo con el programa de monitoreo de CONABIO (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017) se ha registrado presencia de manglar en 33 municipios, con el 61.5 % de cobertura en los municipios de Alvarado (12,626 ha), Tamiahua (6,436 ha) y Tuxpan (4,482 ha).

El programa de monitoreo de CONABIO 2005-2015 indica que durante ese periodo se han perdido 900 ha. Entre 2005-2010 se registró una pérdida de 1,370 ha de manglar; sin embargo, entre 2010 y 2015 se observó un aumento de 470 ha (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017) (Figura 74). La incorporación de imágenes de satélite de mejor resolución, el apoyo de fotos aéreas y la consulta con expertos locales, lograron mejorar la identificación de las áreas de manglar incluyendo aquellas que no habían sido inicialmente reportadas.

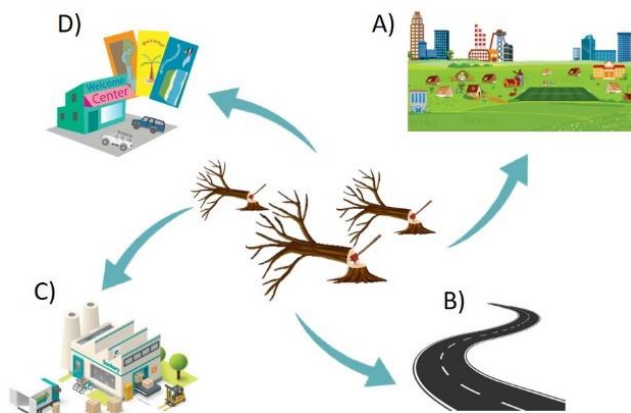
**Figura 60.** Cobertura de manglar del estado de Veracruz



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros *et al.* (2017).

Para el estado de Veracruz, se identificaron cuatro causas generales responsables de la pérdida de manglar (Figura 75) (Velázquez-Salazar *et al.*, 2019).

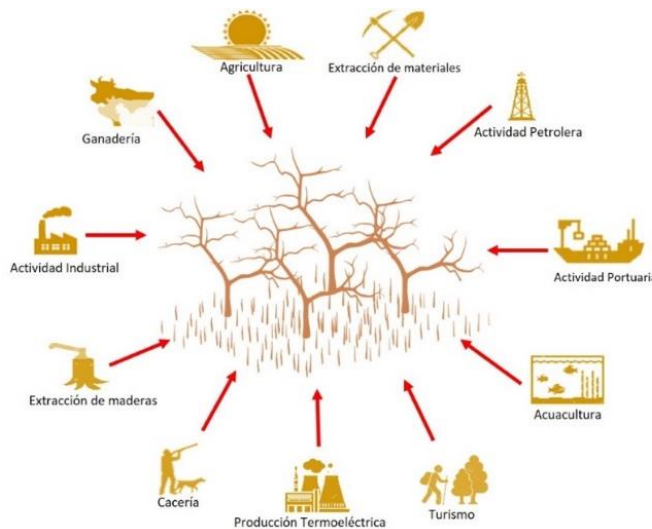
**Figura 61.** Causas generales de la degradación de manglares en Veracruz: A) urbanización, B) comunicaciones, C) industria, D) turismo



Fuente: Elaboración propia

Las actividades específicas que causan la muerte de los ecosistemas de manglar en el estado de Veracruz son: la agricultura, la extracción de materiales de construcción y madera para artes de pesca, la acuicultura, el turismo, la cacería, la ganadería y la contaminación por actividades petroleras, portuarias, termoeléctricas e industriales (Figura 76) (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017).

**Figura 62.** Actividades específicas causantes de la pérdida de cobertura de manglar en el estado de Veracruz



Fuente: Elaboración propia

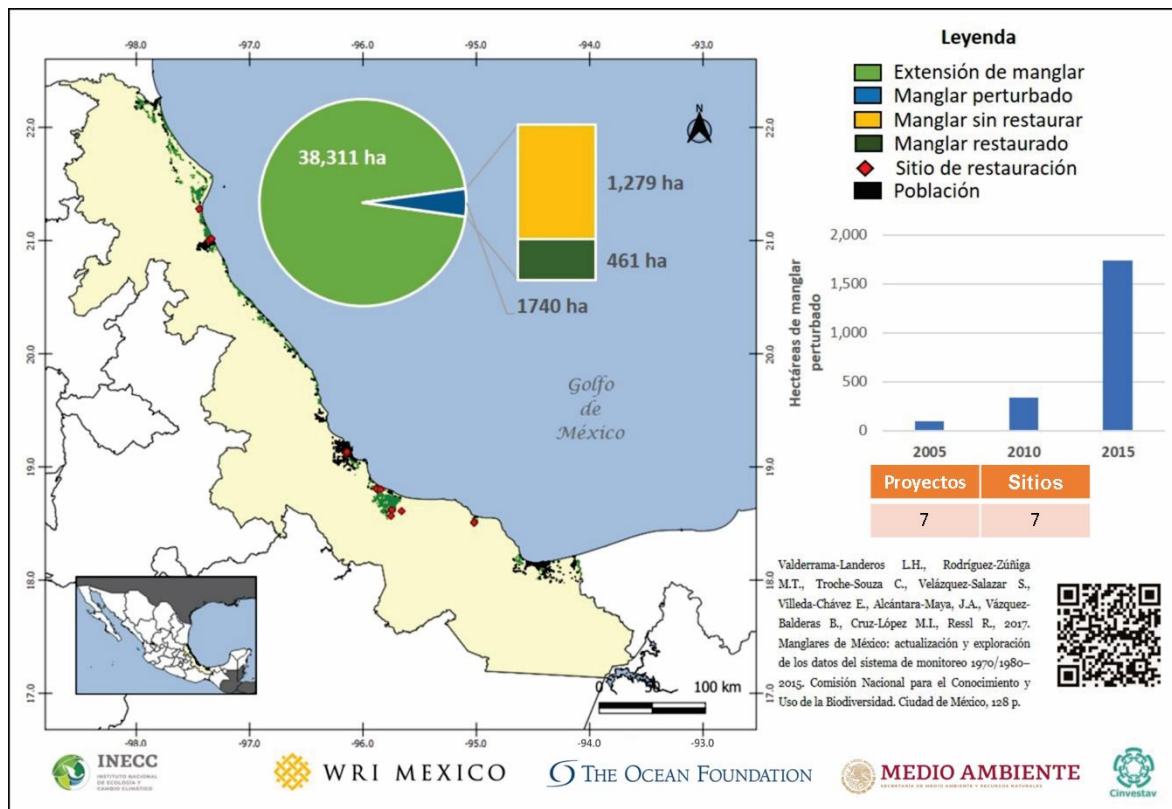


## Acciones de Restauración Académica

En la revisión de la información obtenida para el estado de Veracruz, se identificaron 7 trabajos de restauración de manglares aplicados en 7 localidades, principalmente en Alvarado, Tamiahua, Tuxpan, Veracruz y Tecolutla (Carmona-Díaz, 2007; CONAFOR, 2009; Carmona-Díaz, 2010; López-Portillo, 2014; Basáñez-Muñoz *et al.* 2016; CONAFOR, 2018).

El total de hectáreas en proceso o restauradas en estos 7 proyectos es de 461 ha, en donde la principal acción es la reforestación, seguido de la restauración hidrológica por medio de la apertura de canales, así como la construcción de chinampas para mitigar el nivel de inundación del sitio. Sin embargo, no hay registro de evidencias o indicadores de seguimiento con el total de hectáreas recuperadas, lo que dificulta conocer el nivel de cumplimiento de las metas propuestas. Los registros de CONABIO (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017) indican que hay 1,279 ha sin restaurar (Figura 77).

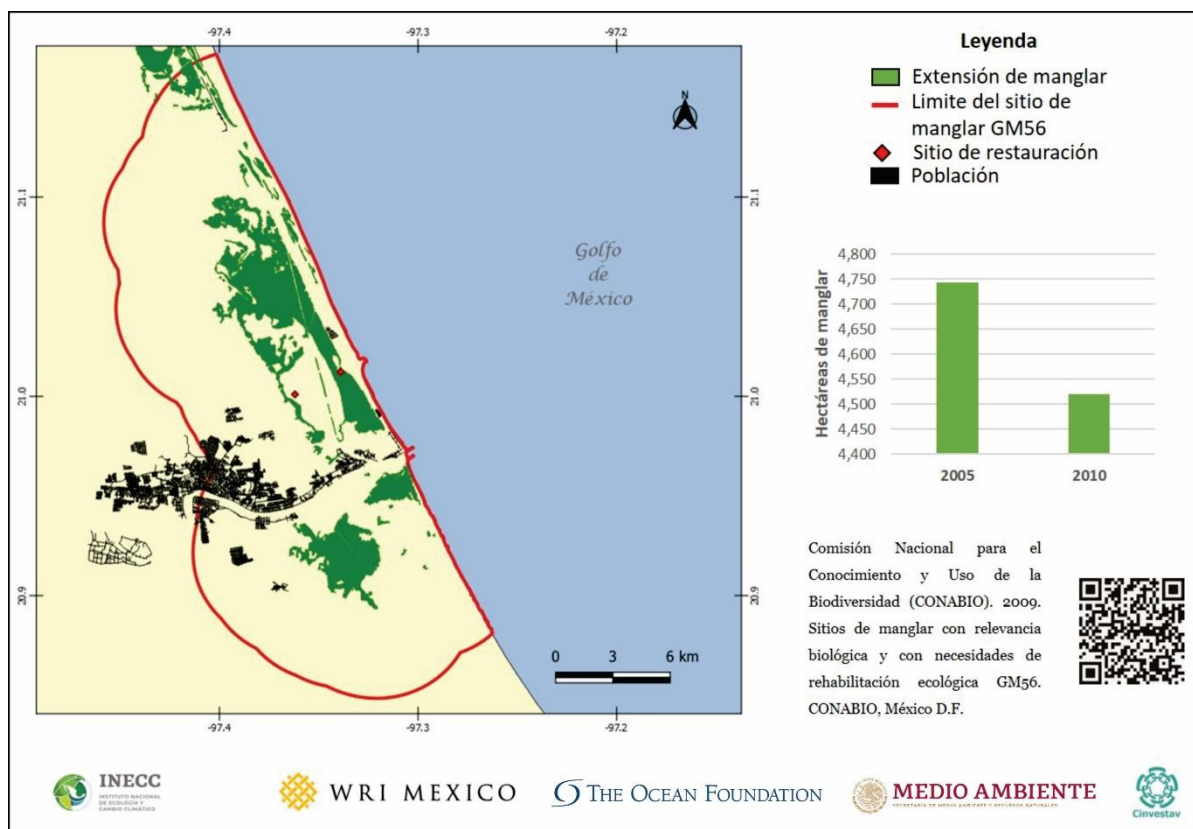
**Figura 63.** Sitios de restauración ecológica de manglar en el estado de Veracruz



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros *et al.* (2017).

En particular, Tuxpan es el segundo municipio del estado con mayor pérdida de manglar. Dentro del municipio se encuentra la Laguna de Tampamachoco, que a pesar de formar parte del sitio Ramsar, fue fuertemente impactada por la construcción de tres terraplenes (donde se ubican las torres de transmisión de la Planta Termoeléctrica Adolfo López Mateos), las cuales interrumpieron el flujo de agua en el área de los manglares. Esto provocó el incremento de la salinidad intersticial, ocasionando daño crónico y la mortalidad masiva de 222 ha de manglar en tan solo cinco años (CONABIO, 2009; López-Portillo *et al.*, 2014) (Figura 78).

**Figura 64.** Sitios de restauración ecológica de manglar del municipio de Tuxpan, Veracruz



**Fuente:** Elaboración propia a partir de CONABIO (2009).

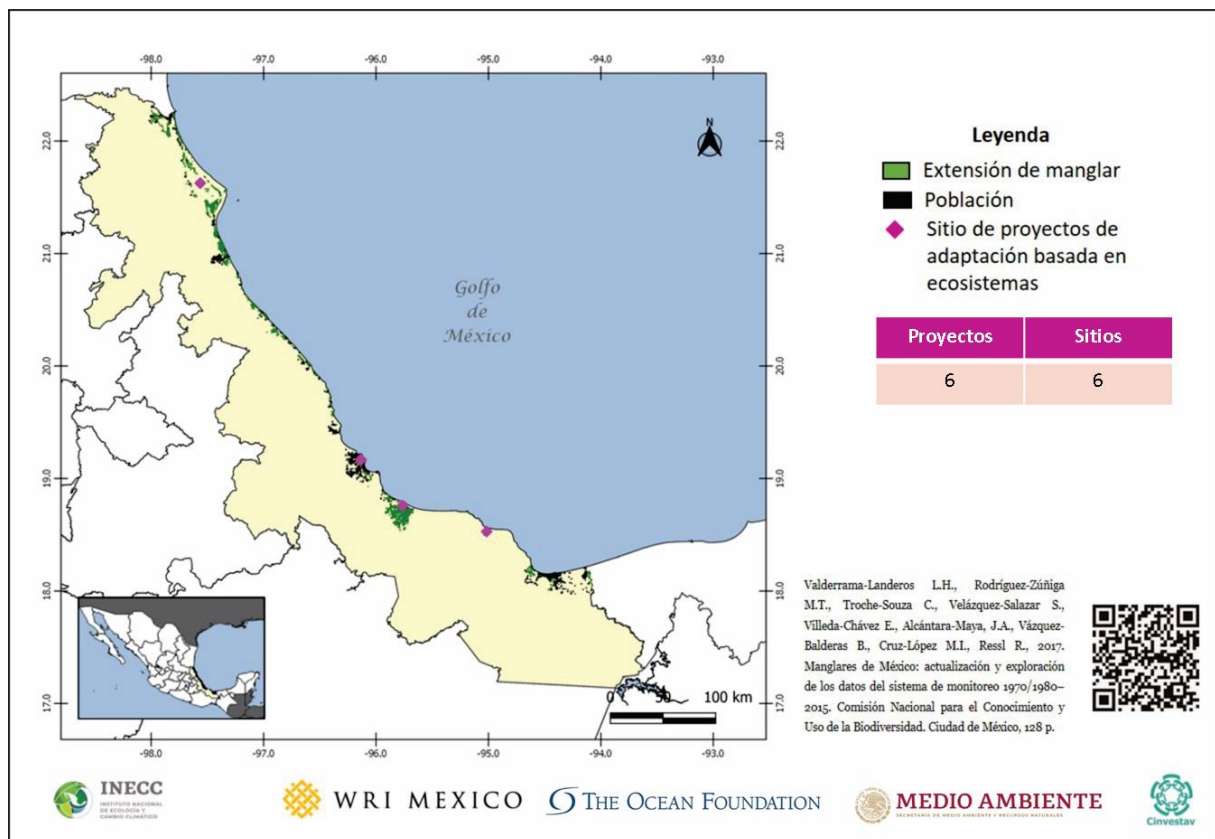
## Proyectos de Abe del estado de Veracruz

Con la revisión de la información realizada para el estado Veracruz, se identificaron 6 documentos correspondientes a proyectos de AbE en al menos 6 localidades, entre estos se encuentran: Laguna de Alvarado, Laguna de Sontecomapan, Ejido el Tarachi, Ejido Moral y Mosquitero, Laguna Tamiahua

(ITTO, 2016; ECOSUR, 2012; ReVive, 2015; Fundación Pedro y Elena Hernández, 2018; México forestal, 2011; ECOSUR, 2018) (Figura 79).

Estos proyectos se enfocan principalmente en conservar y restaurar el ecosistema de manglar con el fin de recuperar los servicios ambientales que prestan, tales como la mitigación de la fuerza del viento ante eventos hidrometeorológicos extremos, así como la obtención de recursos pesqueros y el inicio de la apicultura. Debido a que los documentos no contaban con todos los criterios de información necesaria para su elaboración (objetivo, meta, diagnóstico, acciones de restauración, resultados) 4 de ellos fueron depurados. Teniendo para este estado 2 fichas descriptivas en el anexo 1.

**Figura 65.** Sitios con proyectos de AbE en el estado de Veracruz



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros et al. (2017).

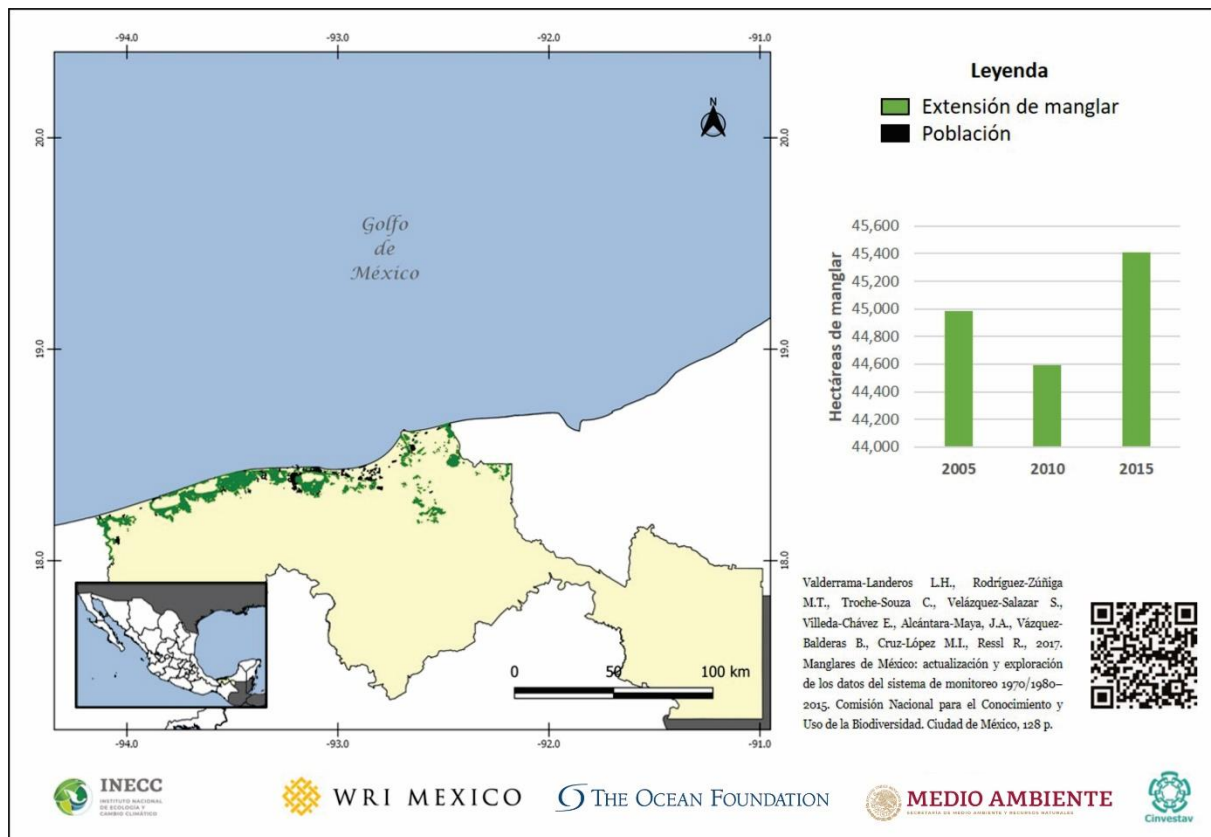
## Estado de Tabasco

De acuerdo con el programa de monitoreo de CONABIO, Tabasco es el tercer estado en extensión de manglar (45,410 ha) en el Golfo de México, lo que representa el 5.9 % de la cobertura a nivel nacional (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017). Se ha registrado la presencia de manglar en 8 municipios del estado. El 78

% de la cobertura de los manglares de Tabasco se ubican en Cárdenas (12,352 ha), Centla (12,132 ha) y Paraíso (11,034 ha).

Los cambios temporales de cobertura registrados por Valderrama-Landeros *et al.* (2017) como parte del programa de monitoreo de CONABIO, indican que entre 2005 y 2010 se redujo el área de manglar en 392 ha, pero para 2015 se observó el incremento de 820 ha (Figura 80). Estos cambios quinquenales sugieren que el uso de imágenes satelitales con mayor resolución, fotos aéreas y puntos de verificación permite contar en los reportes con áreas de manglar que no estaban inicialmente identificadas.

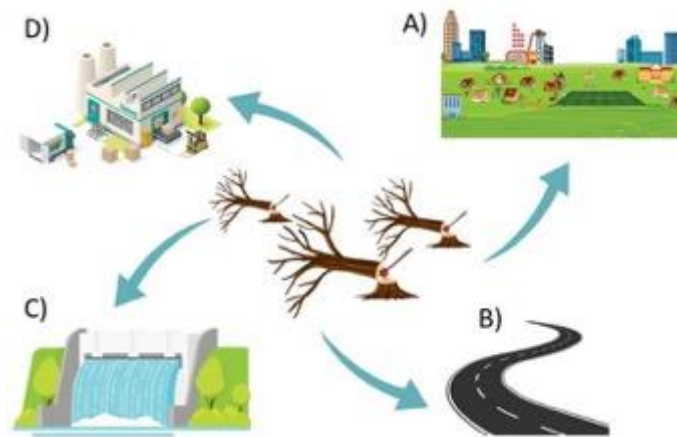
**Figura 66.** Cobertura de manglar del estado de Tabasco



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros et al. (2017).

De las causas generales de la pérdida de manglar en México, cuatro se han identificado como las principales para el estado de Tabasco (Figura 81) (Velázquez-Salazar *et al.*, 2019).

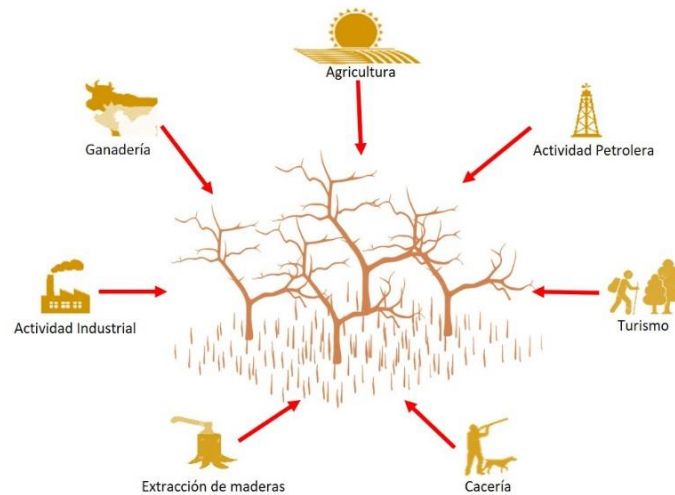
**Figura 67.** Causas generales de la degradación de manglares en Tabasco: A) urbanización, B) comunicaciones, C) infraestructura hidráulica, D) industria



**Fuente:** Elaboración propia

De manera específica se han reconocido siete actividades como las de mayor impacto, causantes de la pérdida de manglares en Tabasco, las cuales son: agricultura, ganadería, turismo, cacería, extracción de madera, contaminación por actividades petroleras e industriales (Figura 82)

Figura 68. Actividades específicas realizadas dentro de los manglares del estado de Tabasco, responsables de la degradación del ecosistema



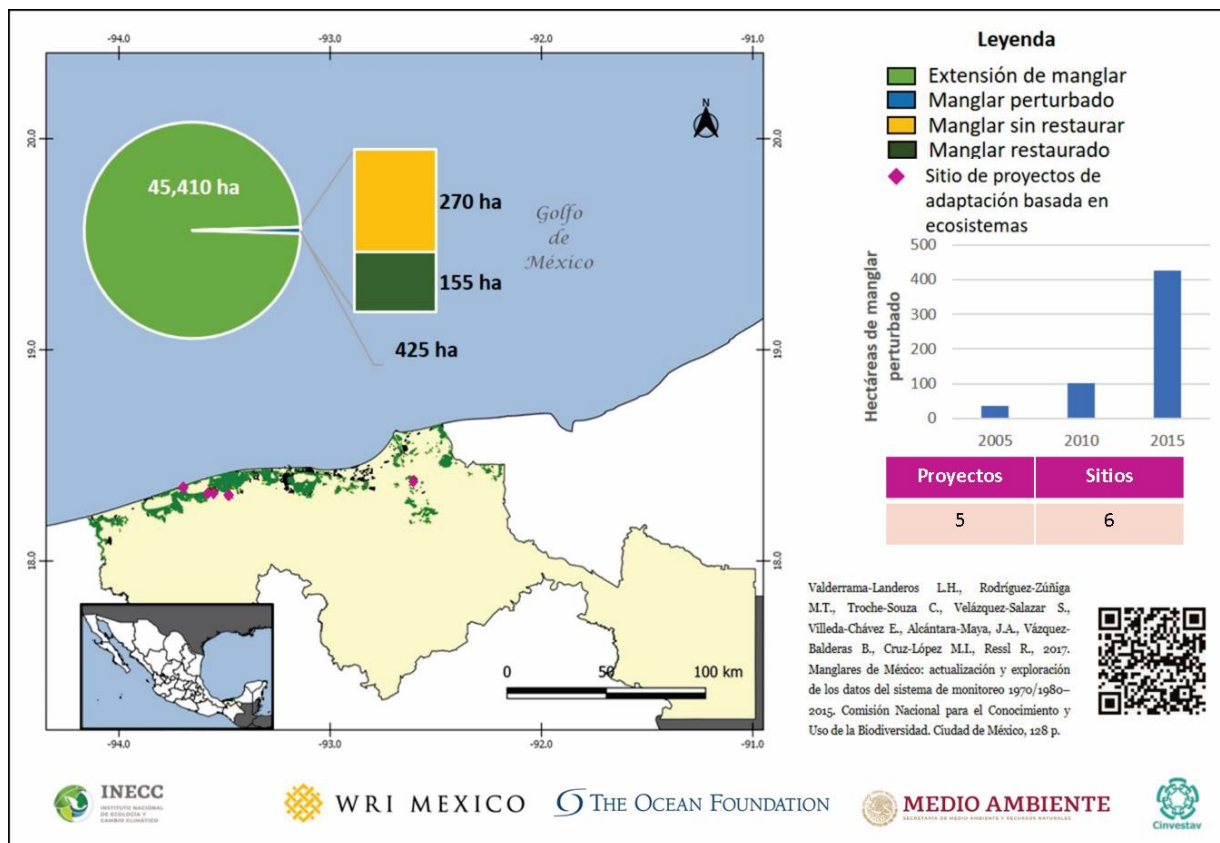
**Fuente:** Elaboración propia



## Acciones de AbE

Como resultado de la revisión, se han identificado 5 fuentes de información de AbE en 6 localidades, las cuales se ubican en: Cárdenas, Paraíso y Centla (Adams-Schroeder, 1999; Sol-Sánchez *et al.*, 2012; González-Hernández *et al.*, 2016; Hernández-Melchor, 2016). En estos reportes se contabilizaron 155 ha restauradas. La reforestación es la principal acción de AbE, seguido de la restauración hidrológica; sin embargo, en la información disponible no hay indicadores que demuestren el cumplimiento de las metas propuestas en los proyectos. Basándose en los datos de Valderrama-Landeros *et al.* (2017), aún quedan 270 ha de manglar sin restaurar (Figura 83).

**Figura 69.** Sitios de restauración ecológica de manglar en el estado de Tabasco



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros *et al.* (2017).

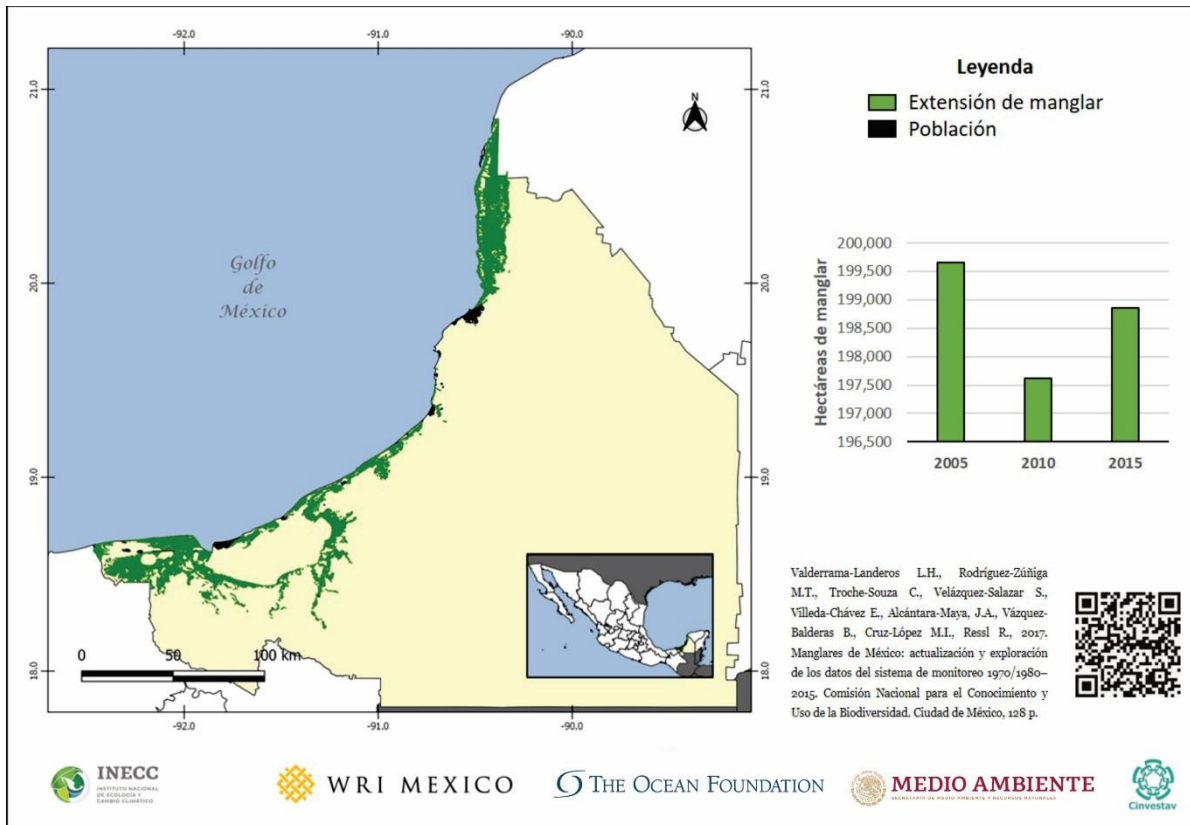
## Acciones de Restauración Académica

De la compilación de acciones de restauración en el estado de Tabasco se elaboraron 2 fichas de los sitios Sánchez Magallanes, las Coloradas y Huimanguillo (Ver Anexo 1). Los documentos que no contaban con todos los criterios de información necesaria para su elaboración (objetivo, meta, diagnóstico, acciones de restauración, resultados) fueron depurados.

## Estado de Campeche

El estado de Campeche presenta la mayor extensión de manglar (198,853 ha) en el Golfo de México, siendo el 25.6 % de la cobertura a nivel nacional (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017). El bosque de manglar se localiza en 7 municipios, con el 81.5% distribuida en solo tres de ellos, Carmen (90,910 ha), Calkiní (48,725 ha) y Palizada (23,114 ha).

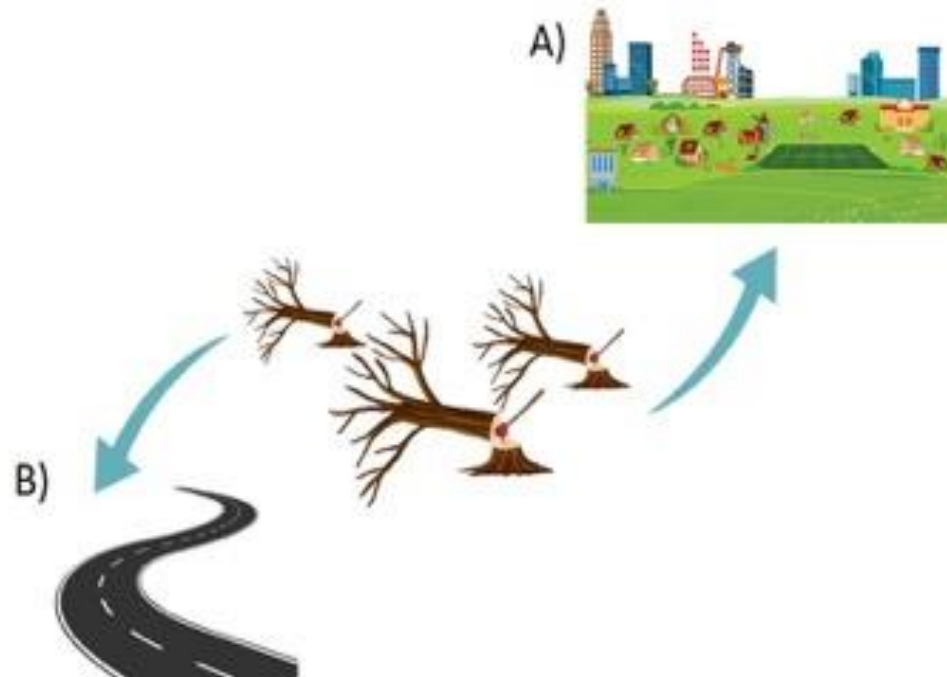
Los cambios de cobertura en el tiempo como parte del monitoreo de CONABIO (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017) indican que en el periodo 2005-2010 se perdieron más de 2,000 ha, pero para 2015 se registró un incremento de 1,230 ha (Figura 84). Estas diferencias tan grandes en cinco años sugieren que el incremento en la cobertura de manglar no es resultado de procesos de restauración o de intercambio de superficie de manglar con otros humedales, cuerpos de agua o tipos de vegetación, sino al uso de imágenes satelitales con mayor resolución, fotos aéreas y consultas con expertos locales, lo que permitió incluir áreas de manglar que no estaban inicialmente reportadas.

**Figura 70.** Cobertura de manglar del estado de Campeche

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros et al. (2017).

En Campeche, se han reconocido dos como las causas generales de pérdida de manglares, la urbanización y las comunicaciones (Figura 85) (Velázquez-Salazar et al., 2019).

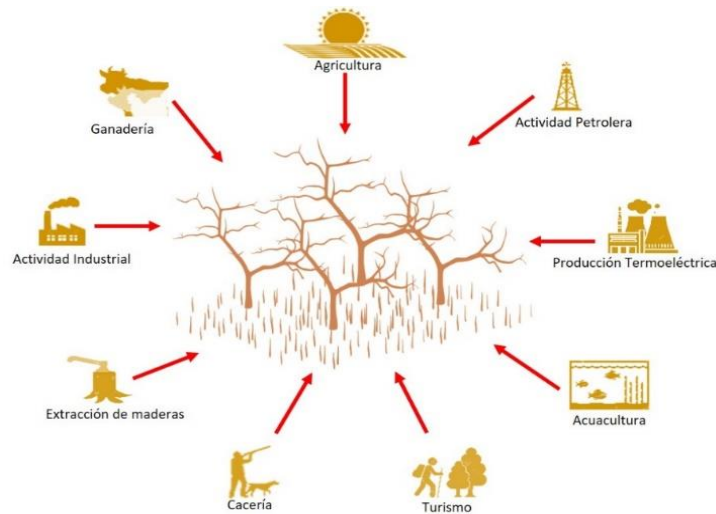
**Figura 71.** Principales causas de la degradación de manglares en Campeche: A) urbanización; B) comunicaciones



**Fuente:** Elaboración propia

De manera específica, CONABIO (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017) reporta nueve actividades específicas como las principales responsables de la pérdida de cobertura de manglar en este estado, las cuales son: extracción de madera, agricultura, ganadería, acuacultura, turismo, cacería, pesca, así como la contaminación producida por las actividades petroleras, industriales y termoeléctricas (Figura 86).

**Figura 72.** Actividades específicas realizadas dentro de los manglares del estado de Campeche responsables de la degradación del ecosistema



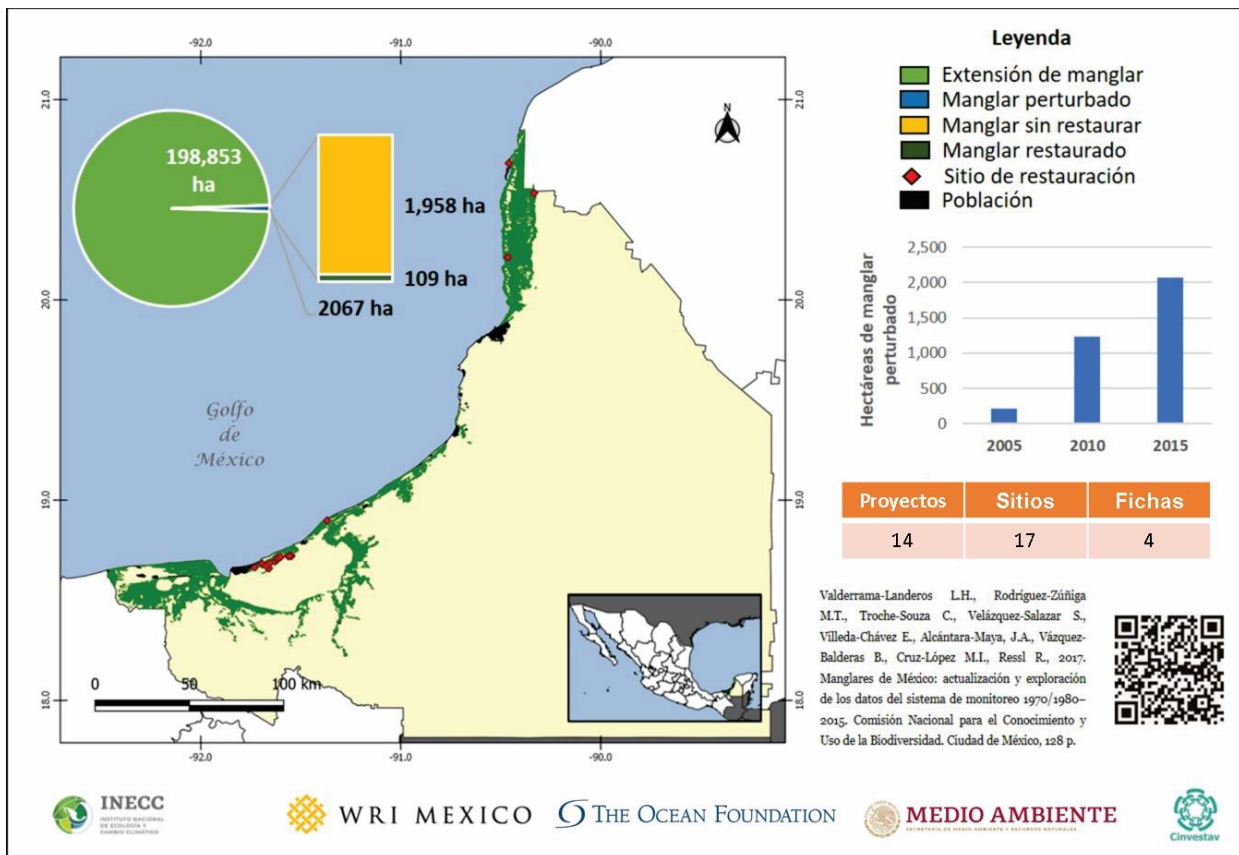
**Fuente:** Elaboración propia

## Acciones de Restauración Académica

Se identificaron 14 documentos con acciones de restauración en 17 localidades, para recuperar áreas impactadas de manglar en el estado de Campeche, los proyectos más importantes y que se describen en el anexo 1 son en Estero Pargo, Isla Jaina, Isla Arena y Ciudad del Carmen (Amador-del Ángel *et al.*, 2010; Pérez-Ceballos *et al.* 2018; Echeverría-Ávila *et al.*, 2019; CONANP, 2020). Teniendo así 4 fichas descriptivas correspondientes a este estado (Anexo 1) y un mapeo de 14 proyectos (Figura 87).

Las principales acciones son la restauración hidrológica, seguido de la reforestación, así como la elaboración de tarquinas, las cuales son modificaciones topográficas. Si bien los proyectos mencionan del orden de miles de hectáreas de manglar como la meta de restauración, no hay en los reportes evidencias y seguimiento de indicadores de éxito de estos proyectos. Con base en los datos reportados por Valderrama-Landeros *et al.* (2017) hay casi 2,000 ha sin restaurar (Figura 87).

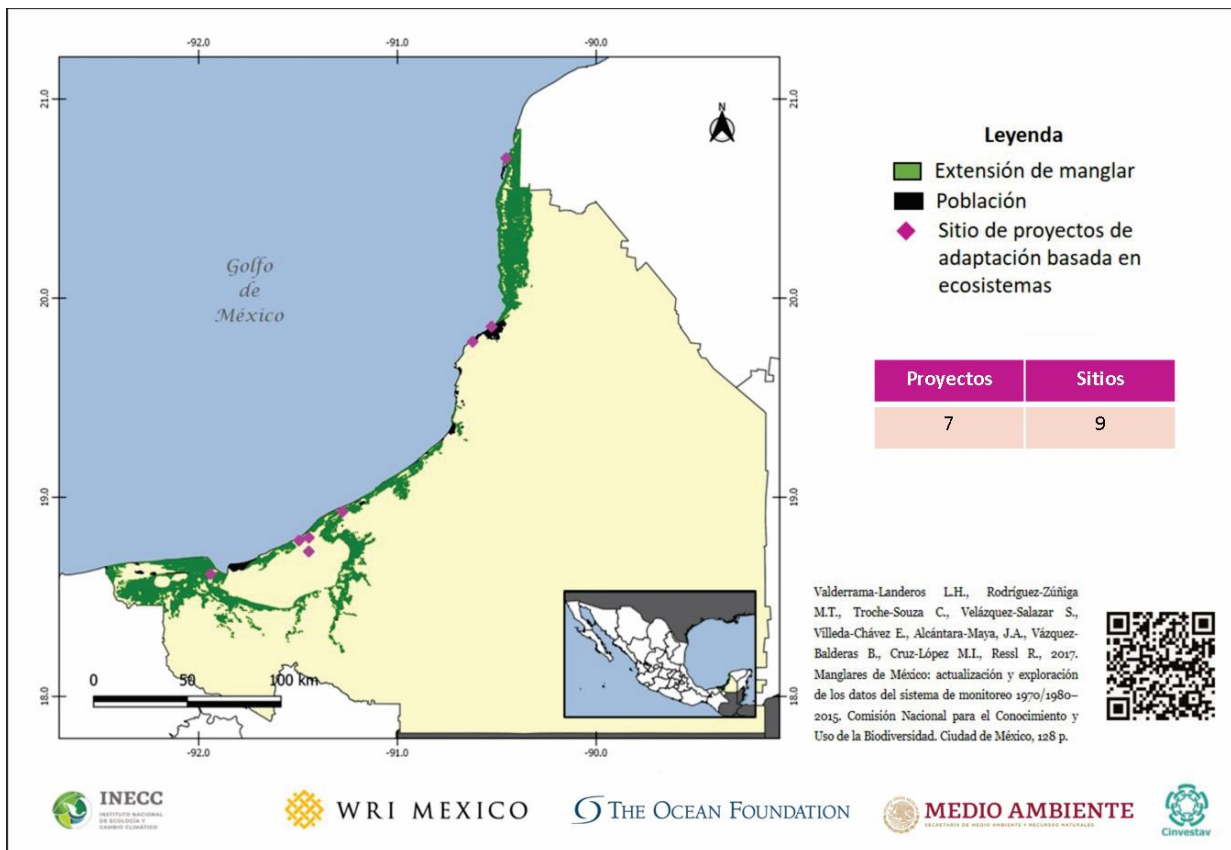


**Figura 73.** Sitios de restauración ecológica de manglar en el estado de Campeche

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros et al. (2017).

## Proyectos de acciones de AbE del estado de Campeche.

Para el estado de Campeche se registraron 7 documentos de AbE en 9 localidades (Figura 88), incluyendo Laguna de Términos, Ejido Puerto Rico, Sabancuy, entre otras (CONANP, 2020; Bolongaro *et al.*, 2016; ECOSUR, 2018). Unos de los proyectos realizados en Campeche, específicamente en Isla Arena ubicado dentro de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún, es el denominado “Ecoturismo entre cocodrilos y manglares Isla Arena”, su objetivo es fomentar el ecoturismo en el que la comunidad pueda aprovechar del ecosistema generando el menor impacto posible a su entorno.

**Figura 74.** Sitios con proyectos de AbE en el estado de Campeche

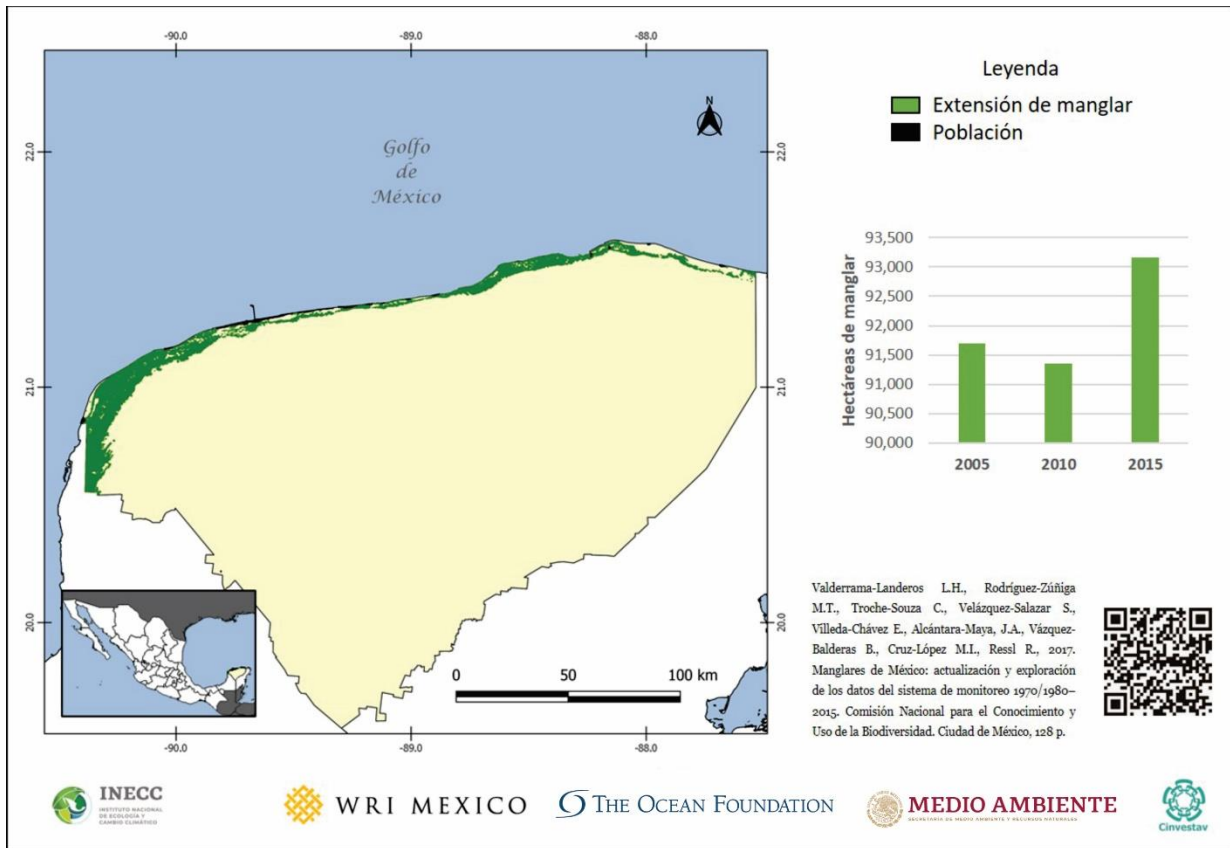
**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros et al. (2017).

## Estado de Yucatán

Los reportes del programa de monitoreo de CONABIO indican que Yucatán es el segundo estado en extensión de manglar (93,171 ha) en el Golfo de México con el 12.0 % de la cobertura a nivel nacional (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017). El bosque de manglar está presente en 19 municipios con el 76% de la cobertura en tan solo cuatro de ellos, Celestún (28,304 ha), Hunucmá (20,307 ha), Dzilam de Bravo (11,951 ha) y Halachó (10,128 ha).

Al igual que los otros estados, las áreas de manglar reportadas en el programa de monitoreo de CONABIO tiene pérdidas en el periodo 2005-2010 y ganancias en el siguiente quinquenio (2010-2015) (Figura 89). Las diferencias entre los periodos son tan amplias, que es difícil pensar que los cambios positivos se deban a procesos de restauración o regeneración natural. Es más probable que entre periodos de análisis se usaron mejores insumos y herramientas de detección de manglares, permitiendo incluir áreas de este ecosistema en el reporte más reciente que no estaban inicialmente consideradas.

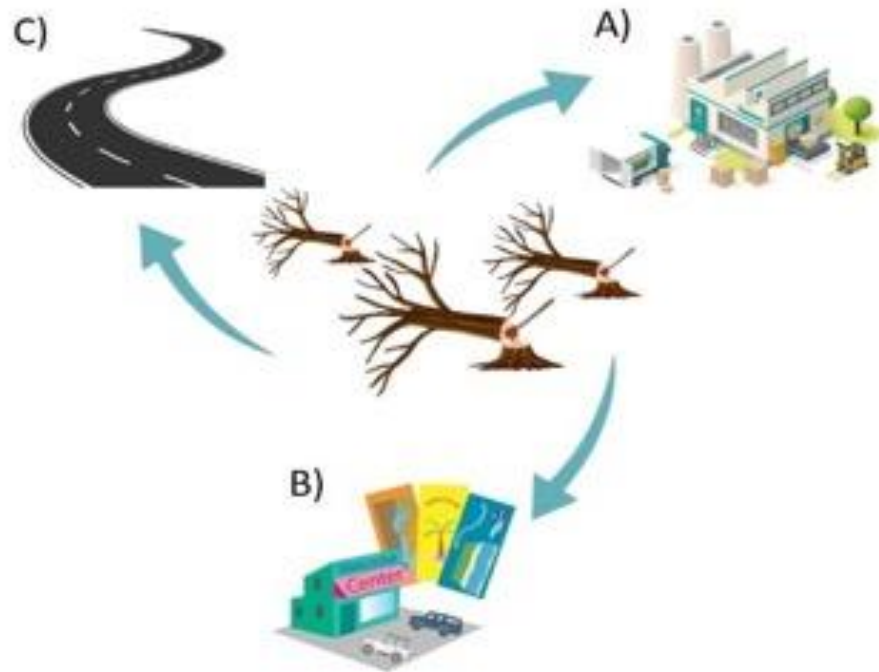
Figura 75. Cobertura de manglar del estado de Yucatán



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros et al. (2017).

De las nueve causas generales de pérdida de manglares reportadas por Velázquez-Salazar *et al.* (2019) (Figura 90), en Yucatán se han identificado tres como las principales: la industria, el turismo y las comunicaciones (Figura 89).

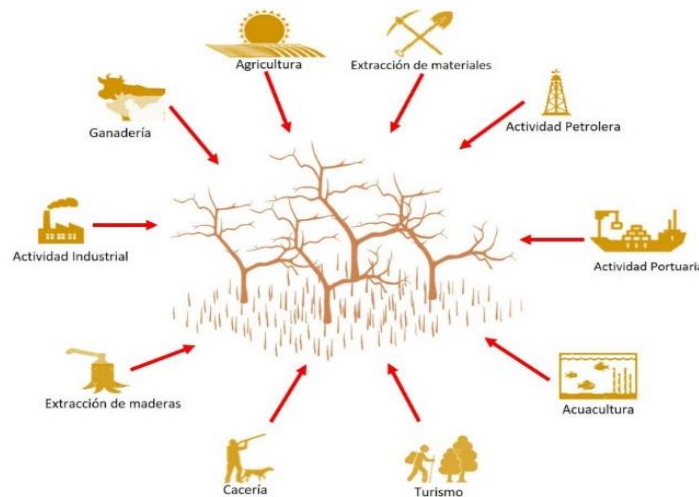
**Figura 76.** Principales causas de la degradación de manglares en Yucatán: A) industria, B) turismo, C) comunicaciones



**Fuente:** Elaboración propia

En el estado de Yucatán se llevan a cabo diferentes actividades dentro de las zonas de manglar que son responsables del deterioro de este ecosistema, estas son: extracción de madera para artes de pesca y materiales de construcción, agricultura, ganadería, acuicultura, turismo, cacería, así como la contaminación producida por las actividades petroleras, industriales y portuarias (Figura 91) (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017).

**Figura 77.** Actividades específicas realizadas dentro de los manglares del estado de Yucatán responsables de la degradación del ecosistema



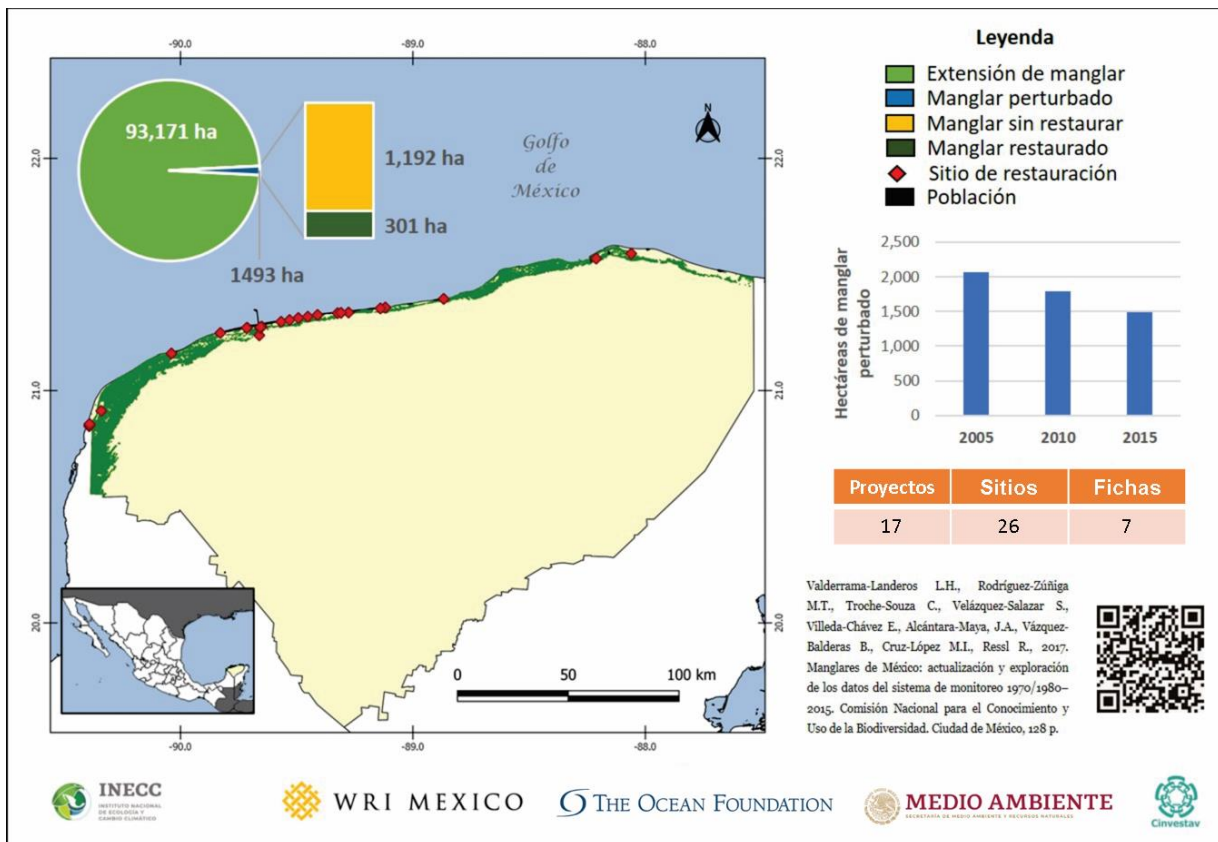
**Fuente:** Elaboración propia

## Acciones de Restauración Académica

Se han realizado proyectos de restauración que buscan recuperar áreas impactadas de manglar, asegurando la provisión de servicios ecosistémicos y co-beneficios de adaptación y mitigación del cambio climático. Como resultado de esta revisión, se han recopilado 17 trabajos en 26 localidades, estando principalmente localizados en Celestún, Sisal, Progreso, Dzilam y Rio Lagartos (Herrera-Silveira *et al.*, 2012; Herrera-Silveira *et al.*, 2019a; Herrera-Silveira *et al.*, 2019b; Herrera-Silveira *et al.*, 2019c; CIFOR, 2020). Se observó que hay proyectos que incluyen en sus objetivos a más de un sitio para ejecutar acciones de restauración por lo que el análisis de la información se agrupó por localidades y no por proyecto. Además, los documentos que no contaban con todos los criterios de información necesaria para su elaboración (objetivo, meta, diagnóstico, acciones de restauración, resultados) fueron depurados. Teniendo así 7 fichas descriptivas correspondientes a este estado (Anexo 2.1).

Actualmente, de acuerdo con Valderrama-Landeros *et al.* (2017), hay 1,493 ha de manglar en espera de acciones de restauración. Al igual que para otros estados, en los reportes revisados no se presentan indicadores o evidencias de la recuperación de manglares, sólo el informe de Herrera-Silveira *et al.* (2012) que incluye un programa de monitoreo ambiental con imágenes de satélite en donde han reportado la recuperación 500 ha netas de manglar. Basándose en datos oficiales de CONABIO (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017) aún quedan 1,192 ha sin restaurar (Figura 92).



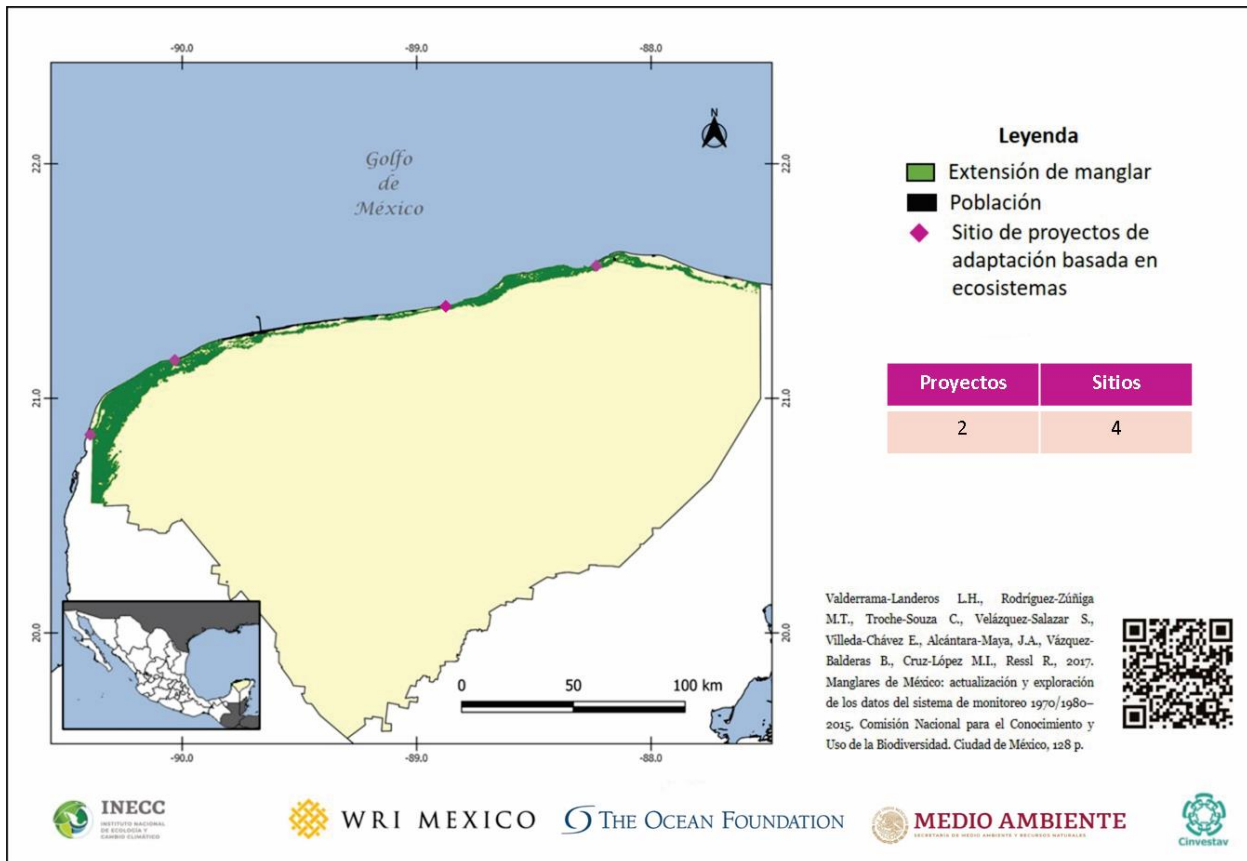
**Figura 78.** Sitios de restauración ecológica de manglar en el estado de Yucatán

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros et al. (2017).

## Proyectos de acciones de Abe del Estado de Yucatán

Para el estado de Yucatán, se registraron 2 documentos de adaptación basada en ecosistemas en 4 localidades (Figura 93): Celestún, San Felipe, Sisal y San Crisanto (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2014; PNUD, 2012). El documento correspondiente a las primeras 3 localidades antes mencionadas, tiene como objetivo diagnosticar los factores sociales, económicos, ambientales, organizacionales y de género que determinan la construcción de la vulnerabilidad social frente a huracanes y diseñar una estrategia que difunda los riesgos de desastres entre pobladores locales, a fin de reducir la acción de factores detonadores de desastres y elaborar propuestas locales de adaptación. Por otro lado, el proyecto localizado en San Crisanto tuvo como objetivo, promover el desarrollo social en esta y en comunidades aledañas y fomentar el uso sustentable de recursos naturales.

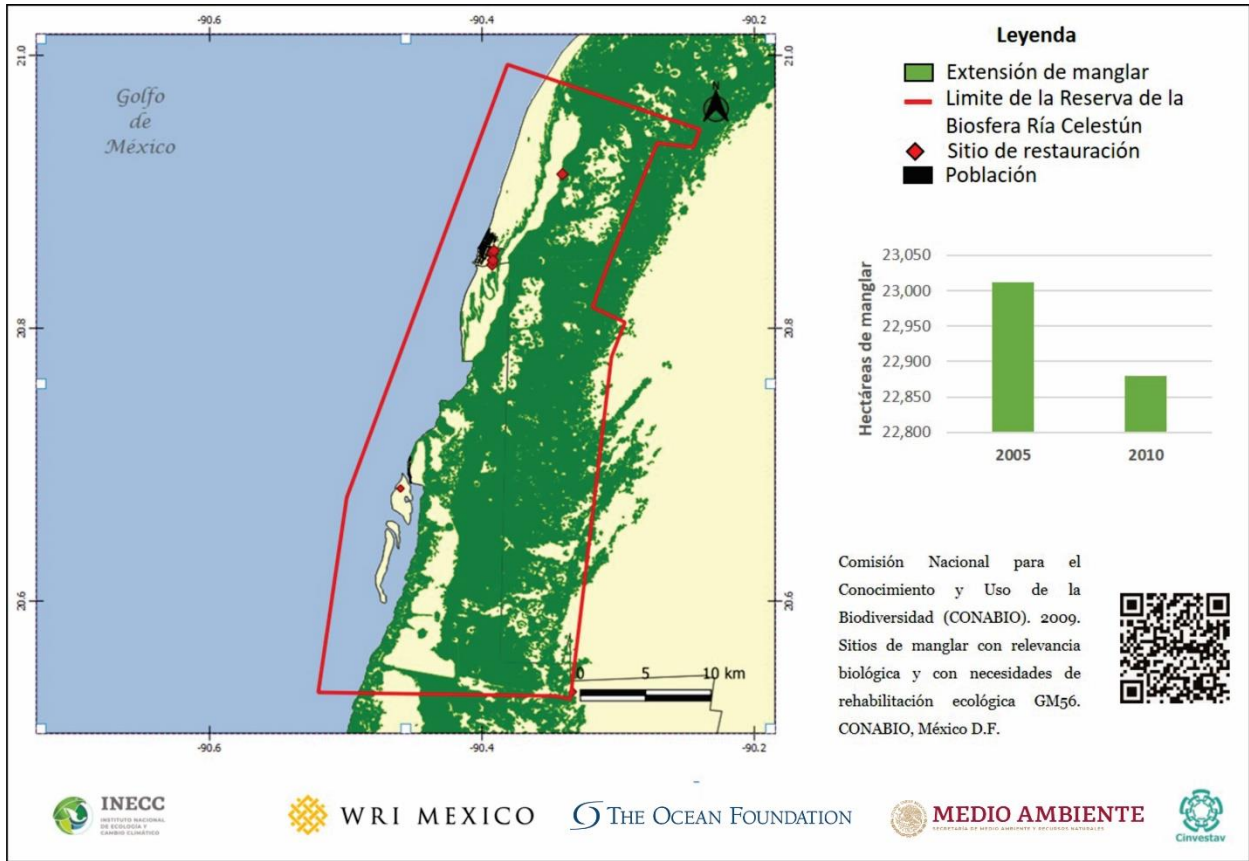
**Figura 79.** Sitios con proyectos de Adaptación basada en ecosistemas en el estado de Yucatán



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Valderrama Landeros et al. (2017).

Celestún es el municipio del estado con mayor extensión de manglar (28,304 ha) y también donde ha habido mayor pérdida de este ecosistema (230 ha) (CONABIO, 2019) (Fig. 2.27). Dentro del municipio, se encuentra la Reserva de la Biosfera Ría Celestún (RBRC), que, a pesar de estar bajo el estatus de Área Nacional Protegida, ha sido impactada por el desarrollo urbano no controlado, la interrupción de los flujos de agua generados por la construcción de carreteras, el manejo inadecuado de residuos sólidos y la extracción de madera para uso doméstico (Herrera-Silveira *et al.*, 2015) (Figura 94). Para la restauración de del manglar de Celestún han intervenido instituciones financiadoras como CONAFOR; CONABIO, CONANP, SEMARNAT y NAWCA, y ejecutoras como DUMAC, CINVESTAV, CICY, UNAM, grupos organizados del puerto, entre otros.

**Figura 80.** Sitios de restauración ecológica de manglar del municipio de Celestún, Yucatán



**Fuente:** Elaboración propia a partir de CONABIO (2009).

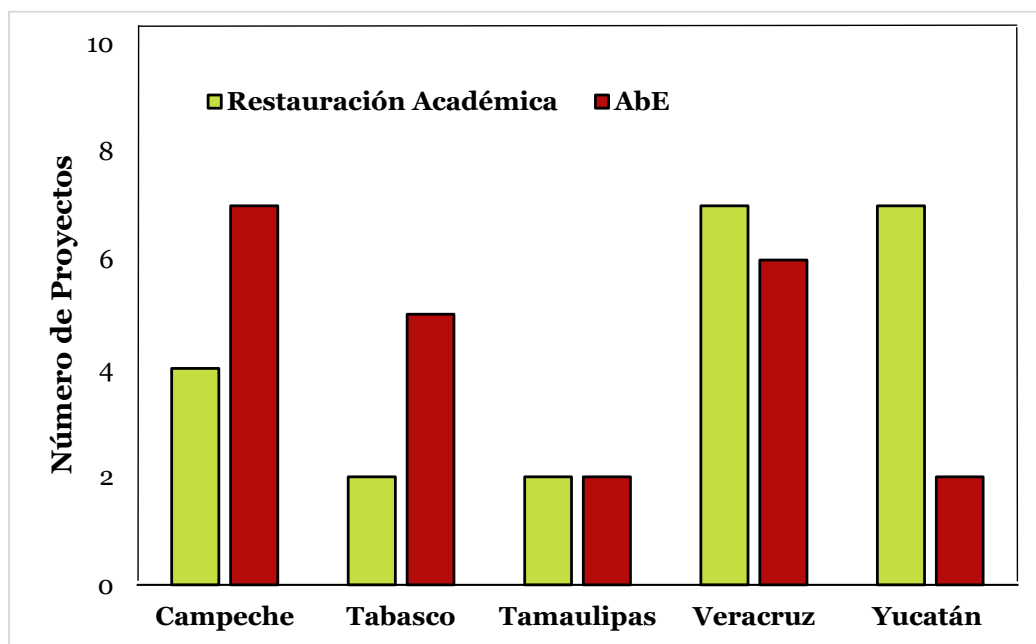


## 6.4 DISCUSIÓN

Durante la revisión, se colectaron datos e información de un total de 44 proyectos que han sido ejecutados en el Golfo de México. De este total, 22 proyectos fueron planeados y ejecutados con el objetivo de recuperar cobertura vegetal de manglar, los que este proyecto denomina “restauración académica” y 22 proyectos declaran, en su concepción y ejecución, el enfoque de AbE.

Respecto a la distribución estatal de ambos tipos de proyectos, en Veracruz y Yucatán existen más proyectos de restauración, los cuales tienen un periodo de 6 a 12 años, mientras que en Tabasco y Campeche se presentan más proyectos de AbE, los cuales son proyectos recientes y no indican la duración del proyecto (Figura 95). En Veracruz y Campeche se han realizado más proyectos de ambos tipos, con el 54% del total, con periodos de hasta 10 años de haberse ejecutado.

**Figura 81.** Número de proyectos de restauración académica y de AbE por estado, llevados a cabo durante los últimos 20 años



Fuente: Elaboración propia

Dentro de los proyectos de restauración académica, destaca como una acción principal la restauración hidrológica por medio de la reapertura o desazolve de canales de marea. Otras acciones de restauración reportadas son la modificación topográfica, que consiste en construir terrazas con el mismo sedimento de los canales rehabilitados; esta acción ha tenido como objetivo mitigar los impactos por el incremento de los niveles de inundación. Por último, la reforestación se sigue utilizando, aplicando diferentes técnicas. Si bien, el objetivo explícito de estos proyectos ha sido recuperar la cobertura vegetal, se ha observado y reportado la recuperación de servicios ecosistémicos y la implementación de actividades de pesca en los manglares restaurados, por ejemplo: Ejido Moral y

Mosquitero, Veracruz, o Rehabilitación de manglar en Celestún, Yucatán. En muchos de los proyectos se impartieron talleres a las comunidades y fueron partícipes directas, pues se consideran fundamentales para el éxito de los proyectos.

Los proyectos con enfoque de AbE tienden a implementar actividades que fortalecen los medios de vida sustentable, como la apicultura, la producción de madera a través de formalización de unidades de manejo ambiental sustentable (UMA), la acuicultura de especies nativas, y el desarrollo de actividades relacionadas con promover el ecoturismo (Tabla 22).

**Tabla 22.** Principales acciones en la ejecución de los proyectos de restauración y proyectos con enfoques de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE).

Proyectos de Restauración académica	Proyectos con Enfoque AbE
Restauración hidrológica Reforestación Modificaciones topográficas	Medios de vida sustentables (apicultura, viveros, producción forestal maderable y no maderable, ecoturismo, acuicultura y unidades de manejo ambiental) Restauración y evaluación de reservorios de carbono

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior, si los proyectos de AbE emplean la conservación, restauración y manejo sustentable de los ecosistemas y de los servicios ambientales como estrategia para aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de las poblaciones y ecosistemas (INECC, 2016), también deben existir criterios que permitan evaluar y dar seguimiento a proyectos con este enfoque, a través de monitoreo de indicadores tanto sociales como ambientales.

Un primer paso es la herramienta desarrollada por el INECC (2020) que consiste en un conjunto de doce *criterios mínimos para el diseño de medidas de adaptación al cambio climático*. Estos criterios fueron usados en este análisis de proyectos en áreas de manglar del Golfo de México y asistieron en identificar de manera cualitativa las lecciones aprendidas y buenas prácticas en los proyectos analizados para incluirlos en las recomendaciones. Estos criterios pueden orientar en la planeación de futuros proyectos de restauración y manejo, que pretendan ser, a su vez, iniciativas de adaptación basada en ecosistemas, o pueden asistir en la redirección de iniciativas en curso que planteen fortalecer su contribución en el frente de adaptación. Aún existe la necesidad de desarrollar indicadores para el monitoreo de la implementación de las iniciativas y de la evaluación de los resultados.

En el análisis, se identificó que la mayoría de los proyectos de restauración académica integran criterios mínimos para el diseño de medidas de adaptación, a pesar de no haber sido conceptualizados explícitamente como medidas AbE,

esto puede estar vinculado a que ciertos criterios forman parte de las *mejores prácticas* para cualquier proyecto, por ejemplo, la viabilidad, el fortalecimiento de capacidades locales, intervenciones flexibles y reversibles, por indicar algunos. Asimismo, indirectamente, la mayoría de los proyectos de restauración académica mapeados cumplen con el objetivo central de disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia, tanto de los ecosistemas, como de las comunidades vinculadas a los mismos, ya que, derivado de la restauración, se generaron beneficios económicos directos, como el pago de jornales, e indirectos, como a través de la contribución a biodiversidad y pesquerías. En el caso de restauración en manglares costeros (en contraste con manglares en lagunas), se reduce la vulnerabilidad de las poblaciones aledañas a fenómenos hidrometeorológicos.

También, al tratarse de restauración y conservación de ecosistemas de carbono azul, se podría afirmar que inciden en el criterio climático. Sin embargo, debido a la falta de planeación orientada a la adaptación, los informes de la mayoría de estos proyectos no incorporan líneas base y monitoreo y evaluación de indicadores más allá de los ecológicos, que son el objeto principal de las iniciativas.

Aunque muchos tipos de intervención pueden tener co-beneficios de adaptación y reducir la vulnerabilidad, para que un proyecto maximice sus impactos, este debe, idealmente, incluir ciertas consideraciones desde su planteamiento y ejecución, asegurando incidir en la capacidad técnica, financiera, organizativa y/o de infraestructura verde y gris vinculadas a reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia. Asimismo, generar y documentar resultados en indicadores específicos abona a la generación de insumos para el desarrollo de esquemas de monitoreo y evaluación y trabajar hacia la mejora de medidas y proyectos ante contextos cambiantes y recursos escasos (INECC, 2020).

Una diferencia que destaca entre los dos tipos de proyectos es que, en la mayoría de los proyectos catalogados “con enfoque AbE” para los propósitos de este capítulo, no existen diagnósticos y/o seguimiento del estado que guarda el ecosistema de manglar en las localidades donde fueron desarrollados los proyectos. Los proyectos que fueron diseñados para hacer aprovechamiento sostenible, como impulsar la apicultura de manglar, no incluyen información ambiental, como la fenología de las especies, para determinar la temporalidad de actividades o de pronóstico climatológico de mediano o largo plazo, ya que ambas características están íntimamente relacionadas.

Por otro lado, los proyectos bajo la categoría de AbE contaban con menor información en sus reportes que permitiera evaluar el nivel de integración de criterios mínimos (Figura 2.28). Pero incluyen, como eje rector, el objetivo de reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia. También contemplan consideraciones climáticas explícitamente y evalúan, debido a su enfoque de adaptación, dos cuestiones fundamentales: si la iniciativa permitió a las comunidades mejorar sus capacidades adaptativas mientras que potencia los



co-beneficios que promueven el bienestar social y ambiental; y si (la iniciativa) recuperó o mejoró la capacidad de los ecosistemas para generar servicios ecosistémicos y para resistir a los impactos del cambio climático (Seddon *et al.*, 2016).

Entre algunas de las observaciones de este análisis, se distingue que los objetivos de los proyectos de restauración son específicos en la ejecución de acciones para recuperar cobertura vegetal. Sin embargo, desde la conceptualización de los proyectos, en la mayoría, los implementadores involucran a las comunidades, por lo que integran el criterio de gobernanza. Al mismo tiempo, cumplen con el criterio de fortalecimiento de capacidades, ya que ofrecen talleres a las comunidades donde se abordan los beneficios de los manglares, la metodología para realizar acciones de restauración y los beneficios de conservarlos y restaurarlos, así como métodos de restauración, generándose en algunas comunidades participantes grupos de restauradores y restauradoras que trascienden el proyecto.

En el caso de los proyectos con enfoque de AbE, por lo general, tienen un objetivo más específico que los de restauración; sin embargo, no incluyen elementos ambientales. El 90% de los proyectos presentan un enfoque de implementación de acciones dirigidas a una actividad productiva, o a la construcción de algún tipo de infraestructura rústica para aprovechar algún servicio ambiental o hacer frente a los eventos hidrometeorológicos. Aunado a lo anterior, no se incluyen componentes de diagnóstico y monitoreo de variables del ecosistema de manglar asociado a las actividades específicas que vinculan las acciones de adaptación con el ecosistema de interés.

En el apartado de cada uno de los Estados de la República, se menciona la cantidad de hectáreas de manglar en condición degradada, esta información podría apoyar a las instituciones y desarrolladores a priorizar las zonas de atención para implementar acciones de restauración y AbE. Sin embargo, debido a las brechas de información en los reportes de la mayoría de los proyectos analizados, no fue posible identificar si existe una relación entre las zonas con mayor necesidad y los sitios de implementación. Es recomendable que futuros proyectos se planifiquen y construyan a partir de la extensa información que existe sobre zonas prioritarias y con meta para recuperar las funciones ecosistémicas.

De los doce criterios propuestos por INECC (2020), los que más integran los proyectos de restauración son: climático, gobernanza, género y sistémico. En contraste, los que menos se aplican son: flexibilidad y no arrepentimiento, viabilidad y distribución de beneficios (Tabla 23).

Para el caso de los proyectos AbE, los criterios que más a menudo consideran e integran son: contexto social, climático, gobernanza y género, mientras que los que menos se aplican son: flexibilidad y no arrepentimiento, distribución de beneficios y sostenibilidad (Tabla 23). Cabe recordar que los proyectos fueron categorizados como de AbE si estos planteaban una estrategia amplia de

adaptación, buscaban reducir la vulnerabilidad o aumentar la resiliencia local explícitamente o, también, si eran catalogados como tal por sus desarrolladores. Esto quiere decir que, a pesar de las limitaciones destacadas, se mantuvieron en la categoría de AbE para fines de clasificación.

**Tabla 23.** Criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático elaborados por INECC (2020) que se aplican en los proyectos de restauración y con enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas.

Tipo de Proyecto	Criterios que incorpora más	Criterios que incorpora menos
<b>Restauración</b>	 Climático  Gobernanza y género  Sistémico	 Flexible y no arrepentimiento  Viable  Distribución de beneficios
<b>AbE</b>	 Contexto social  Climático  Gobernanza y género	 Flexible y no arrepentimiento  Distribución de beneficios  sostenibilidad

Fuente: INECC, 2020

## 6.5 CONCLUSIONES

La información compilada en este capítulo contribuye a la identificación de iniciativas de AbE, así como de experiencias exitosas, buenas prácticas y oportunidades de mejora para futuros proyectos de Adaptación basada en Ecosistemas en México, con énfasis en la zona del Golfo de México. La búsqueda y evaluación realizadas permitieron documentar 44 proyectos en el Golfo de México, comprendidos en un periodo de tiempo de 2005 al 2020, que contribuyen de manera directa o indirecta a la adaptación al cambio climático, con una gran diversidad de enfoques, metodologías, participantes y presupuestos.

Debido a la heterogeneidad y vacíos de información sobre las múltiples iniciativas y proyectos analizados, es posible resaltar dos aspectos de buenas prácticas identificados. El primero asociado al acercamiento institucional y multisectorial, por ejemplo, de la academia con CONANP para el desarrollo de las actividades en campo. El segundo, el que los proyectos promovieran que las comunidades tuvieran alto grado de involucramiento y que la actividad de conservación, manejo o restauración se enfocara además a alguna actividad productiva (como el ecoturismo, cría de peces, entre otras).

De manera complementaria, en el siguiente capítulo se ahonda en las SbN previamente implementadas en las zonas de estudio, así como en los criterios mínimos para el diseño de medidas de adaptación.

## 7. CAPÍTULO III:

# IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES BASADAS EN SOLUCIONES NATURALES PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

## 7.1 INTRODUCCIÓN

La correcta implementación de las acciones propuestas en la Contribución Determinada a nivel Nacional requiere de un conocimiento profundo de la problemática climática a atender y el entendimiento de los procesos (sociales, económicos, culturales y naturales) que se llevan a cabo en el sitio donde se ejecutará la medida (capítulo I). La consideración de lecciones aprendidas en proyectos de adaptación similares (capítulo II), proporciona una guía para orientar el proceso de adaptación en los sitios seleccionados.

## 7.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES AMENAZAS CLIMÁTICAS PARA TUXPAN Y CELESTÚN

El municipio de Tuxpan es afectado principalmente por inundaciones y deslaves vinculados a frentes fríos y ciclones. En la última década, las inundaciones han provocado el mayor número de daños materiales, mientras que los deslaves han generado más muertes. En el periodo 2000-2020 se presentaron 18 declaratorias de desastre por fenómenos naturales (12 por lluvias, 4 por ciclones tropicales y 2 por sequías), así como 23 declaratorias de emergencia (10 por ciclones tropicales, 10 por lluvias, 2 por temperatura extrema y 1 por fuertes vientos) y 2 contingencias climatológicas (CENAPRED, 2021).

El municipio de Tuxpan tiene una vulnerabilidad media ante inundaciones en asentamientos humanos y ante estrés hídrico en la producción forrajera, así como una vulnerabilidad baja por deslaves en asentamientos humanos y por el incremento en la distribución del dengue, de acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad<sup>9</sup> al Cambio Climático (INECC, 2021). Por otro lado, con base en el

---

<sup>9</sup> En el ANVCC (INECC, 2021) la vulnerabilidad se define como la incapacidad del sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos.

análisis llevado a cabo por el panel de expertos de la Universidad Veracruzana, e instituciones gubernamentales, el municipio de Tuxpan tiene un grado de Vulnerabilidad Social<sup>10</sup> de 0.17, es decir, Muy Bajo (Gobierno del Estado de Veracruz, 2011).

En lo que respecta a Celestún, la Península de Yucatán se ubica en una zona susceptible a los fenómenos hidrometeorológicos de alta intensidad, como depresiones tropicales, tormentas tropicales, huracanes y “Nortes”<sup>11</sup> (que se presenta con fuertes lluvias y marejadas que pueden provocar inundaciones) debido al ingreso de sistemas frontales al país. El municipio de Celestún es considerado como una zona de alto riesgo para este tipo de fenómenos meteorológicos por situarse en la trayectoria de los huracanes que se originan en el Caribe y en el Atlántico Oriental (SEMARNAT-CONANP, 2000).

En el último lustro, Celestún ha experimentado una explosión demográfica, relacionada con el crecimiento del sector turístico y pesquero en la zona y la disminución de la actividad henequenera. Este aumento poblacional no tuvo una planeación adecuada, construyéndose viviendas en zonas poco aptas, como manglares o ciénagas, generando destrucción de la biodiversidad e incremento de la vulnerabilidad social (Soares *et al.*, 2014). Además, según el ANVCC (INECC, 2021) el municipio de Celestún tiene una vulnerabilidad media ante inundaciones y una vulnerabilidad baja por deslaves en asentamientos humanos.

Las investigaciones iniciales conducidas en el marco de este proyecto (Capítulo 1: Caracterización ambiental y socioeconómica del sitio) indican que existe una gran oportunidad para implementar soluciones de AbE en ambos sitios, a través del mantenimiento y restauración de ecosistemas de manglar, los cuales, además de proteger las costas ante oleaje alto, tormentas y huracanes, y aumentar la resiliencia costera ante erosión, también proveen beneficios adicionales de aumento de las pesquerías, actividades de turismo y recreación, captura de carbono, y mantenimiento de la biodiversidad local.

Las principales amenazas identificadas en los dos municipios son los ciclones tropicales, frentes fríos, lluvias intensas (no relacionadas con ciclones ni con frentes fríos), sequías y ondas de calor. Los principales impactos asociadas a ellas son inundaciones, erosión del suelo e incendios. Cabe resaltar que, del rastreo de fuentes para la generación de esta información, Celestún fue el sitio con más

---

<sup>10</sup> La vulnerabilidad social se refiere al conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la población (INECC, 2021).

<sup>11</sup> Un Norte (también conocido como “evento de Norte”), es un viento local que se presenta en el occidente del golfo de México durante la temporada de frentes fríos, el cual afecta a los estados costeros mexicanos del Atlántico, desde el norte de Tamaulipas hasta la península de Yucatán.

ausencia de datos. El municipio no cuenta con un Atlas de riesgos, ni con programas que atiendan el tema de cambio climático.

Percepción social del riesgo

Como parte del capítulo 2 , se llevaron a cabo una serie de entrevistas con personas de distintas comunidades de Tuxpan<sup>12</sup> con el objetivo de identificar la percepción de las comunidades sobre el tema de cambio climático.

Entre las preguntas se encuentra la siguiente:

*¿Usted relaciona lo que sabe sobre el cambio climático con algunas afectaciones que ha sufrido su comunidad en los últimos 10 años? Si su respuesta es sí, ¿Podría decirme cuáles de estas, son las que más relaciona? Puede escoger varias.*

*Lluvias*

*Sequías*

*Ciclones*

*Frentes fríos*

*Otros*

De un total de 15 entrevistas, las sequías y los ciclones tropicales fueron seleccionados como los mayores impactos (7 personas así lo indicaron en cada caso), seguidos de las lluvias intensas y los frentes fríos (6 personas así lo mencionaron en cada caso). Dos entrevistados indicaron que no sabían sobre el tema de cambio climático y las afectaciones que había sufrido su comunidad.

Dadas las condiciones actuales de pandemia, no se pudo realizar un muestro similar para el caso de Celestún, por lo que sólo se cuenta con la información que proporcionaron dos expertos en proyectos de restauración de manglares en la Reserva de la Biósfera Ría de Celestún en reunión del 15 de marzo (detallada más adelante). Ellos mencionaron que las únicas personas que conocen del tema de cambio climático y sus afectaciones, son aquellas que han participado en algún proyecto de restauración ambiental; pese a que todas las personas han padecido sus impactos (huracanes e inundaciones), pocos lo relacionan con el fenómeno global.

---

<sup>12</sup> Se diseñaron una serie de cuestionarios con asesoría del INECC y con base en INECC (2019) que fueron aplicados a personas que habían participado en proyectos relacionados con la restauración y rehabilitación de manglar vinculada a la adaptación ante el cambio climático y el aumento de la resiliencia costera. En total se entrevistaron a 15 personas (10 mujeres y 5 hombres) de 3 localidades (5 por localidad) que habían residido en promedio 20 años en el lugar. En este apartado se presentan únicamente los resultados de percepción del riesgo que se exploraba con las entrevistas.



## 7.3 CONFORMACIÓN DE LA MATRIZ DE MEDIDAS ABE

Según el INECC, “México reconoce que la adaptación es un componente fundamental para hacer frente a los impactos del cambio climático, para lo cual es necesario incluir estrategias y acciones de adaptación en la planeación del territorio, la gestión de los recursos naturales, el desarrollo de prácticas productivas, el aseguramiento hídrico y alimentario y la gestión del riesgo de desastres” (INECC, 2020a, pág.7) . Así pues, dadas las amenazas identificadas en el apartado anterior, se llevó a cabo un proceso de revisión y análisis que llevó a la conformación de una matriz de medidas AbE basadas en sistemas productivos sostenibles y el mantenimiento, restauración y conservación de ecosistemas costeros, que hayan sido probadas como exitosas en la adaptación a dichas amenazas en los sitios piloto. En este contexto y citando a INECC, se entiende en este trabajo como medida de adaptación a “aquella que genera los ajustes necesarios para dar respuesta a los impactos observados y proyectados del cambio climático, mediante la disminución de la vulnerabilidad, ya sea a través de la reducción de la sensibilidad y/o del aumento de la capacidad adaptativa del sistema, con el fin de moderar o evitar los daños, o de aprovechar las oportunidades beneficiosas” (INECC, 2020b, pág. 5).

### Revisión, extracción y preselección

Según (INECC, 2020a), “toda medida de adaptación debe tener como criterio fundamental e imprescindible, buscar reducir vulnerabilidad al cambio climático de las poblaciones humanas, sistemas productivos, infraestructura estratégica y/o favorecer la resiliencia de los ecosistemas.” Según ello, en el proceso de revisión se consideraron todas aquellas soluciones que además de reportar el cumplimiento de este objetivo general, atendieran condiciones climáticas. El *criterio climático* hace referencia a que una medida atienda condiciones y problemáticas actuales y/o proyectadas relacionadas, directa o indirectamente con el cambio climático, la variabilidad climática y eventos climáticos extremos, a partir de información disponible. Este criterio guía las acciones de adaptación, ya que se refiere a la condición que está cambiando y que presenta efectos adversos en la población, la infraestructura estratégica y los ecosistemas.

Es importante notar que las medidas seleccionadas enunciaban de manera explícita en sus objetivos los efectos adversos del cambio climático, a la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos que pretenden atender. Dichos efectos adversos pudieron haber sido analizados con información científico-técnica y/o con el conocimiento de la población local (INECC, 2020a). La conformación de la matriz de SbN de adaptación se basó en el proceso metodológico descrito en la figura 96, según el cual se consultaron las siguientes fuentes de información categorizadas como sigue:

- Fichas de proyectos de restauración académica y AbE

Se analizaron las 40 fichas de proyectos de restauración académica y AbE presentadas en el capítulo 2. De ellos, se extrajeron las medidas de adaptación de los 8 proyectos que reportan criterio climático (Anexo 3.1).

- Proyectos de restauración, conservación y manejo sustentable

Se hizo una búsqueda bibliográfica de otros proyectos de restauración, conservación y manejo sustentable de manglares en el Golfo de México. Se encontraron 49 nuevos proyectos, de los cuales se extrajeron las medidas de adaptación de los 20 que reportan criterio climático y que, aunque su propósito central no fuera necesariamente ese, atendían la vulnerabilidad (Anexo 3.2).

- Proyectos sombrilla

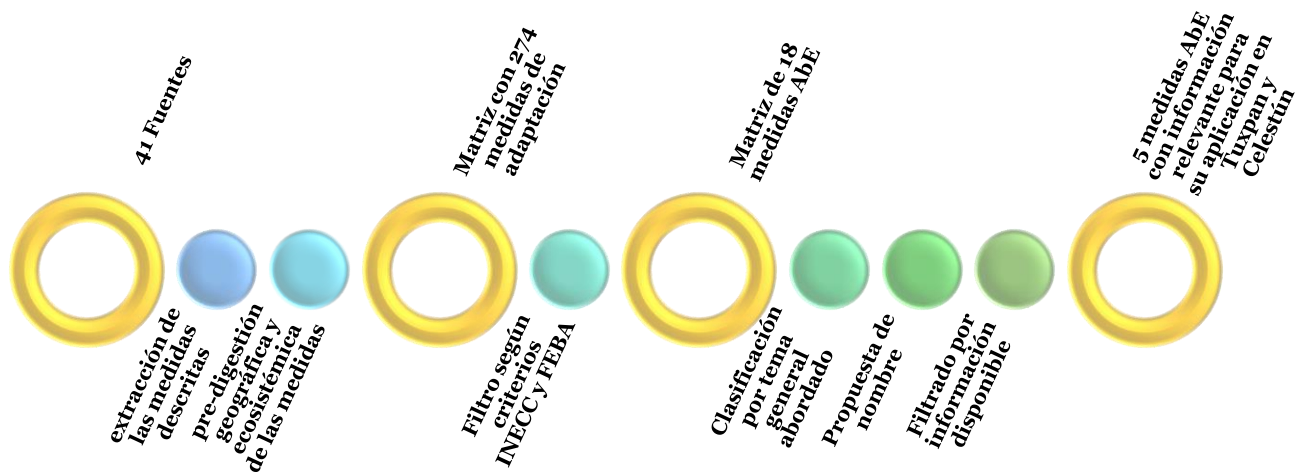
Se encontraron 11 proyectos o iniciativas que engloban a más de uno de los (sub)proyectos enlistados en el Anexo 3.1 y 3.2, y cuyo enfoque incluye la restauración, conservación y manejo sustentable de los manglares del Golfo de México, ya sea como ecosistema o en sitios piloto dentro de la región.

La hipótesis de base es que, si los proyectos sombrilla reportan criterio climático, también lo harán los subproyectos englobados, aparezcan o no claramente reportados en las fuentes encontradas; por el contrario, se puede dar el caso de que algún subproyecto reporte criterio climático sin que necesariamente el proyecto sombrilla lo incluya en su diseño. De los proyectos sombrilla encontrados, 4 reportan desde su concepción criterio climático, y de ellos, además, deriva la conceptualización, planeación y construcción de documentos relevantes como los Planes de Acción para el Manejo Integrado de Cuenca (PAMIC) o los Programas de Adaptación al Cambio Climático (PACC) en Áreas Naturales Protegidas (ANP); de estos 4 proyectos se extrajeron medidas de adaptación tanto transversales dentro de los proyectos, como particulares dentro de los subproyectos. Las fichas de los proyectos sombrilla aparecen en el Anexo 3.3.

- Documentos de difusión, síntesis, ordenamiento y planeación.

Se encontraron 8 documentos de los que se extrajeron medidas de adaptación de ámbito federal, estatal, municipal y local aterrizadas a los manglares del Golfo de México. La selección de los documentos se hizo de acuerdo con criterios de aplicabilidad geográficos para los 5 estados del Golfo de México y criterio climático reportado desde sus objetivos.

**Figura 82.** Proceso metodológico de la matriz de SbN de adaptación para los sitios piloto de Tuxpan y Celestún

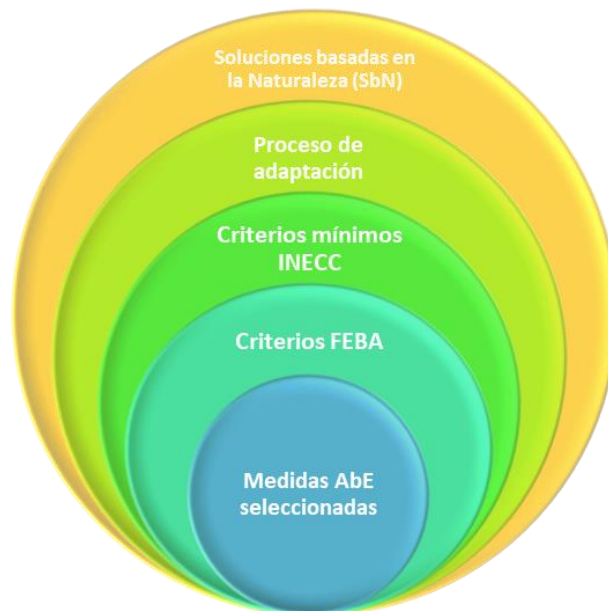


**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis previo de las medidas identificadas de las 41 fuentes que reportaron atender a la vulnerabilidad y criterio climático se hizo en función a criterios de aplicabilidad en ecosistemas de manglar. Este proceso arrojó un total de 274 medidas de adaptación (ver Anexo 3.5) que se incluyeron en el proceso de categorización según criterios AbE. De esa lista pre digerida de medidas, 24 son de ámbito federal, 8 regionales, 136 estatales y 108 locales, poniendo de manifiesto la relevancia de los instrumentos estatales y municipales en la adaptación al cambio climático (Figura 96).

## Proceso de selección de medidas AbE

De manera general este proceso consistió en seleccionar medidas que calificaran como Adaptación basada en Ecosistemas, a partir de un compendio inicial de Soluciones basadas en la Naturaleza, considerando como punto de partida el proceso de adaptación y en seguida se tomaron en cuenta criterios que cualifican a una medida como AbE (Figura 97). Al final del proceso se presenta una fase de pulido que considera los criterios mínimos para el diseño de medidas de adaptación.

**Figura 83.** Representación gráfica del proceso de selección de medidas AbE

**Fuente:** Elaboración propia.

El proceso de filtrado previo arrojó un total de 274 medidas (Anexo 3.5). Es importante señalar que para este paso sería deseable contar con los expedientes completos que detallen las acciones realizadas en los proyectos, para cada una de las 274 medidas iniciales, sin embargo, en la mayoría de los casos no fue posible localizarlas. Para resarcir este hueco de datos se consideraron los objetivos, alcances, estudios, resultados de talleres, descripciones generales de la medida y otra información que fuera de utilidad. Se podría decir que uno de los primeros hallazgos de este proyecto es la necesidad de mejorar los procesos de reporte de las medidas, bajo estándares de mínimos de información para reportar y la transparencia de los proyectos donde se gestan.

Como punto de partida y elemento marco de este filtro, se consideró el proceso de adaptación (SEMARNAT-INECC, 2015 y 2018). Bajo este contexto, se buscó que las medidas consideraran las 4 fases del proceso de adaptación:

1. Estudio de evaluación de vulnerabilidad actual y futura.
2. Diseño de la medida de adaptación respondiendo a las necesidades identificadas en la evaluación de la vulnerabilidad.
3. Implementación de la medida promoviendo el empoderamiento de actores clave y bajo enfoques de la adaptación.
4. Monitoreo y Evaluación.

Es decir, se identificó que las medidas contarán con alguna evaluación de la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático y que, a partir de ese análisis, se propusieran medidas enfocadas en incrementar la resiliencia y/o fortalecer las capacidades de las personas ante los efectos negativos del cambio climático (específicamente para aquellas amenazas y sus impactos que afectan Celestún y Tuxpan).

Aunque se dio prioridad aquellas medidas que se encontraran en proceso de implementación o que hubieran sido reportadas como “finalizadas”, el filtro también consideró medidas propuestas (en fase de diseño) por considerarlas cualitativamente aptas para los objetivos del proyecto. Pocas medidas atendieron la fase de monitoreo y evaluación en su proceso. La participación de la población en las distintas fases de la adaptación fue un criterio eje considerado en el filtrado.

De acuerdo con el documento “Criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático” (INECC, 2020a), del concepto de “Medida de Adaptación” (definido anteriormente), se derivan una serie de criterios mínimos que se considera deben cumplir las medidas de adaptación y que deben tomarse en cuenta desde su diseño para garantizar su éxito (Tabla 24).

Aunque en un principio y de manera idealizada, todos estos criterios quedarían cubiertos bajo el contexto del proceso de adaptación, es importante considerar que dada la naturaleza de la evolución de la adaptación en México y la relativamente nueva definición de conceptos y definiciones para las buenas prácticas en esta materia, el presente documento propone el uso de estos criterios mínimos de manera tal, que se distribuyan a lo largo del proceso de selección, yendo desde un enfoque general (proceso de adaptación, criterio Cm0 [criterio general]), luego hacia algo más específico (medidas AbE) y, finalmente, aplicar aquellos criterios que requieren de información más puntual a medidas donde se pudiera contar con más datos reportados, de esta manera se busca abarcar la mayor cantidad de detalles importantes a evaluar, optimizando el tiempo.

**Tabla 24.** Criterios mínimos que deben considerarse para el diseño de medidas de adaptación.

<b>Criterio*</b>	<b>Definición</b>
Cm0. Criterio general	La medida de adaptación debe buscar reducir la vulnerabilidad de poblaciones humanas, sistemas productivos, infraestructura estratégica y/o favorecer la resiliencia de los ecosistemas).
Cm1. Atiende condiciones climáticas	Atiende condiciones y problemáticas actuales y/o proyectadas, relacionadas directamente con el cambio climático, la variabilidad climática y eventos climáticos extremos, a partir de la información disponible.
Cm2. Cuenta con un enfoque sistémico	El sitio para el que se diseña una medida es un sistema en el que los elementos están interrelacionados. Permite una gestión integrada que considera la tierra, agua, clima, biodiversidad, así como la gestión de los servicios ambientales que brindan los ecosistemas.

Cm3. Es viable	Alude a la posibilidad de que una acción de adaptación pueda llevarse a cabo con base en sus atributos técnicos, económicos y sociales, así como el contexto en el que se promueve.
Cm4. Puede medirse	Debe partir de un diagnóstico, contar con metas claras que permitan un monitoreo y evaluación constante.
Cm5. Fortalece capacidades	Busca que la medida de adaptación fortalezca las habilidades, recursos y competencias con las que cuentan las personas, instituciones y comunidades para resolver problemas y plantear estrategias de forma innovadora que faciliten modificar las condiciones desfavorables, de una manera sostenible, a nivel comunitario e institucional.
Cm6. Consideración del contexto social	Se refiere a las características socioculturales, económicas y ambientales específicas del territorio donde se implementarán las AbE.
Cm7. Fortalecer la gobernanza y con enfoque de género	Debe involucrar activamente a la población, la sociedad civil y el gobierno, con un enfoque de derechos humanos, incorporando su conocimiento y experiencia en todas las fases del proceso de adaptación y promover la apropiación local de la medida. Este criterio debe considerar género, grupos de edad, justicia intergeneracional, comunidades indígenas, interculturalidad y poblaciones particularmente vulnerables al cambio climático.
Cm8. Alineación con políticas públicas	Se refiere a la articulación y congruencia que las acciones de adaptación guardan con los instrumentos de planeación del territorio y de política pública internacional, nacional y subnacional, a fin de contribuir con el cumplimiento de compromisos en la materia.
Cm9. Se sostiene en el tiempo	Después de concluida, la medida implementada debe seguir generando beneficios, y de ser posible mantenerse en el largo plazo.
Cm10. Busca la justa distribución de beneficios	Se refiere a que los efectos positivos de las medidas se repartan de manera equitativa, transparente e incluyente. Promoviendo la disminución de la brecha de desigualdad social.
Cm11. Propicia co-beneficios sociales	Estos pueden estar considerados o no dentro de la medida de AbE, y dependen del contexto social, son todos aquellos beneficios relacionados con el bienestar de la comunidad.
Cm12. Tiene la capacidad de ser flexible y reversible	Este criterio es deseable y hace referencia al dinamismo de las medidas planteadas, contemplando los aspectos socio ambientales cambiantes. Por otro lado, al ser reversibles, se asegura que, de no responder a las condiciones inicialmente planteadas, las medidas puedan ser revertidas, lo cual disminuye los costos económicos y sociales.

**Fuente:** INECC, 2020a.



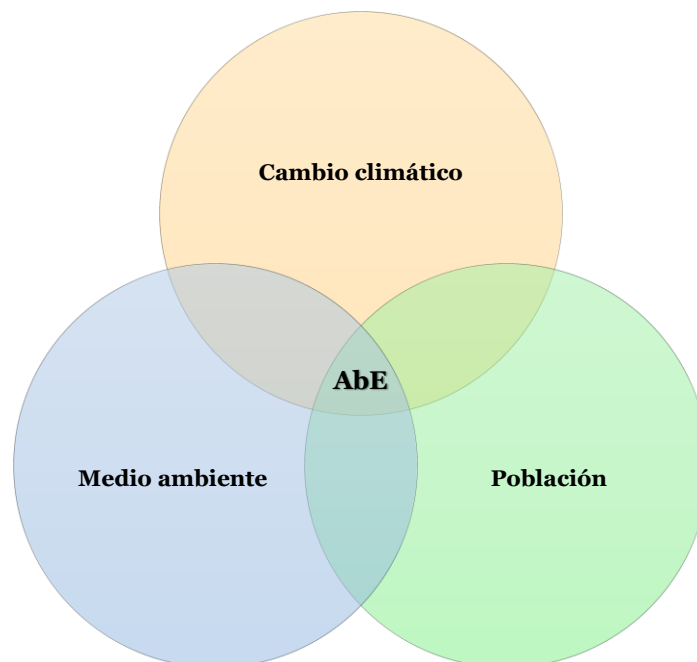
\*Para fines de identificación en el texto, se ha añadido una nomenclatura para cada criterio.

El siguiente elemento considerado dentro de este proceso se relaciona con la definición de la Adaptación basada en Ecosistemas, para los fines de este proyecto, se adoptó la siguiente:

*“... se refiere a la “utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia [...] de adaptación, para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático” (UICN, 2012). Considera tres elementos: 1) el uso de los servicios ecosistémicos o de los ecosistemas; 2) que redunde en beneficios sociales o mejore la calidad de vida de las personas, y 3) que considere amenazas climáticas actuales y futuras.” (SEMARNAT-INECC, 2018).*

Para la identificación de las medidas que calificaran dentro de esta definición, se consideró la guía del documento “Hacer que la adaptación basada en ecosistemas sea eficaz. Un marco para definir criterios de cualificación y estándares de calidad” (FEBA, 2021). De este documento, se extrajeron una serie de parámetros que se engloban en tres ejes básicos (Figura 98): población, cambio climático y medio ambiente, relacionados de tal forma que se buscaron medidas que atendieran una necesidad relacionada con el clima y que se apoyara del medio ambiente para aumentar la resiliencia de las personas ante esta problemática.

**Figura 84.** Elemento eje en la definición de Adaptación basada en los Ecosistemas



**Fuente:** Elaboración propia.

Estos tres criterios fueron enmarcados en el proceso de adaptación descrito anteriormente y dada la naturaleza de ambos elementos (FEBA y el proceso de adaptación), varios parámetros fueron coincidentes (véase la lista de criterios utilizados en la Tabla 25).

Un criterio más se usó para aterrizar las medidas a las necesidades del proyecto, de esta forma se localizaron aquellas acciones que incidieran o pudieran incidir en los ecosistemas de manglares, humedales y actividades productivas relacionados con ellos en el Golfo de México.

**Tabla 25.** Criterios utilizados para la definición de SbN-AbE. PA hace referencia a criterios del Proceso de Adaptación, AbE a criterios de medidas de Adaptación basada en Ecosistemas y Cm a los criterios mínimos de INECC (2020a).

<b>Criterio</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Aborda explícitamente el tema de variabilidad y cambio climáticos.</b>	PA y AbE Cm0 Cm1 Cm6	Se partió de la identificación de medidas propuestas y reportadas en estudios, proyectos y programas que incluyeran estudios de vulnerabilidad al cambio climático. Es importante señalar que se consideraron medidas que por el año de implementación/propuesta y su área de incidencia podrían no haber considerado escenarios de cambio climático, pero sí amenazas actuales.
<b>Atiende alguna necesidad derivada de un problema relacionado con el clima</b>	PA y AbE Cm0 Cm4	Se catalogaron aquí las medidas que señalaban el atendimento de alguna necesidad de la población que se relacionara con algún impacto derivado del cambio climático o de amenazas actuales de carácter hidrometeorológico.
<b>Promueve el uso de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos para atender las necesidades de las personas</b>	AbE Cm2	Engloba a las medidas que explícitamente mencionan el uso de los servicios ecosistémicos y/o de la biodiversidad para menguar los impactos en la población relacionados con el clima: inundaciones, fuertes vientos, temperaturas extremas, etc.
<b>Incrementa la resiliencia de las personas frente al cambio climático</b>	PA y AbE Cm0 Cm5	Se incluyeron aquellas medidas que se enfocaban en fortalecer o crear capacidades en la población o actores clave, a través relación de los temas de biodiversidad, ecosistemas y amenazas hidrometeorológicas y cambio climático.
<b>Restaura, mantiene o mejora la salud ecosistémica por medio de una</b>	AbE	Calificaron las medidas que implícita o explícitamente contenían actividades para mejorar o mantener la salud de los ecosistemas, ya fuera con acciones directas en campo o a

<b>acción directa o a través de la gestión o políticas</b>		través de algún instrumento de política o de planeación.
<b>Considera o reporta un enfoque en la comunidad: participación, perspectiva de género y/o promueve la equidad.</b>	PA y AbE Cm7 Cm10 Cm11	Aquí calificaron aquellas medidas que explícitamente promovieran el trabajo con comunidades o que en su reporte mencionaran talleres de participación como parte del proceso de adaptación. Cabe señalar que las medidas no reportaban datos de cuántos hombres o mujeres participaron o se beneficiaron, pero sí que se buscó la integración de ambos.
<b>Inciden sobre un ecosistema de manglar, humedales y actividades productivas</b>		Se seleccionaron aquellas acciones que explícitamente mencionaran a los manglares para su implementación o que provinieran de un documento, estudio o instrumento enfocado en ellos.

**Fuente:** Elaboración propia.

La Tabla 25 se organiza en tres columnas, en la primera, “Criterio” se refiere al parámetro que filtró las medidas. La columna “Tipo”, presenta los criterios que son contenidos dentro del cada parámetro. Se usa PA para aquellos parámetros que incluyen criterios del Proceso de Adaptación, AbE, los que abarcan criterios de FEBA y se escribe la nomenclatura de la tabla 24, para los criterios mínimos. Aunque Cm3, Cm8, Cm9 y Cm12 no se encuentran en la Tabla 25, son considerados más adelante, debido al detalle de información.

El siguiente objetivo que se buscó dentro del proceso de selección, fue lograr un balance en el tipo de las medidas seleccionadas. Para ello, se categorizaron las medidas en función de la tipología descrita en (INECC, 2020). De esta forma, se descartaron o unieron aquellas medidas que incidían sobre un mismo problema y tenían una misma tipología, es decir, abordaban la problemática con acciones similares.

De manera general, se puede decir que no se consideraron aquellas medidas que estaban enfocadas principalmente a la conservación y restauración de ecosistemas sin algún impacto en la población, más que la intervención para el mantenimiento de los ecosistemas en sí. Otras más eran programas federales o estatales generales que dada su naturaleza general abordaban ecosistemas completos u otras regiones del país fuera del Golfo de México y que se salían de los fines del proyecto. También quedaron fuera o englobadas en otras, aquellas que compartían objetivos similares y misma categoría.

Al final del proceso el resultado son 18 medidas (Tabla 25; véase Anexo 3.6 para matriz en extenso).

Una breve exploración sobre estas medidas permite identificar que se trata de acciones que se centran alrededor de tres temas: acciones que buscan promover la valoración de los servicios ecosistémicos, acciones que vinculan los servicios

ecosistémicos con los sectores productivos y acciones que se enfocan en el manejo del riesgo. Se debe enfatizar que esta división no afecta los resultados de esta consultoría, sólo se busca dar mayor claridad sobre los temas que abordan las medidas seleccionadas.

- Valoración de los servicios provistos: este grupo de medidas se basa en la importancia de otorgarle valor a los servicios ecosistémicos provistos por los manglares hacia comunidades y sectores productivos, así como la relevancia de recuperar y darle sustentabilidad en el tiempo a los mismos, para reducir la sensibilidad de la población ante los impactos del cambio climático. En este grupo se incluyen medidas relacionadas con la construcción de capacidades, acciones a nivel territorial y la creación de mecanismos de financiamiento.
- Sectores productivos: en este grupo se vincula la importancia de la salud ecosistémica del manglar para promover un desarrollo sustentable de sectores productivos tradicionales del Golfo de México (pesca, acuacultura y forestería) que reduzca la vulnerabilidad del sector ante los impactos del cambio climático. Resalta la inclusión de actividades novedosas y sustentables como la apicultura y el ecoturismo en manglar que fortalecen las salvaguardas sociales en las acciones de conservación y restauración. Este grupo engloba acciones dedicadas a la construcción de capacidades, a la información y difusión, a acciones a nivel territorial y a la creación de instrumentos normativos y de planificación estatal.
- Manejo del riesgo: Se incluyen las medidas que de manera explícita buscan fortalecer sistemas o capacidades ante riesgos derivados de los impactos del cambio climático. Este rubro agrupa categorías de promoción de infraestructura resiliente, tecnologías climáticas, construcción de capacidades, información y difusión y el desarrollo de instrumentos normativos y de planificación estatales.

Como un elemento extra se ha añadido una columna a la Tabla 25 que muestra en qué líneas de acción incidiría la medida para el cumplimiento de la Contribución Determinada a nivel Nacional actualizada a 2020 (SEMARNAT, 2020). De manera general se observa que la mayoría las medidas inciden en los ejes C y A que atienden asuntos relacionados con la biodiversidad y la prevención de impactos negativos en la población, respectivamente. El eje D, concerniente al sector hídrico, también se encuentra frecuentemente a lo largo de las 18 medidas.

**Tabla 26.** Medidas de Adaptación basada en Ecosistemas resultantes del proceso de selección (2009-2020).

Localizador*	Medida de Adaptación basada en Ecosistemas	Tipología	NDC**
<b>Valoración económica de los servicios provistos:</b>			
131	Capacitación, sensibilización y puesta en valor de la biodiversidad	Construcción de capacidades	A2, C3, D2
148	Restauración de manglares degradados como base de actividades pesqueras y turísticas y mejoras en las condiciones de vida de las familias de la zona costera.	Acciones a nivel territorial	B2, C3
252	Crear un fondo estatal para la restauración y el fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas más degradados y más vulnerables al cambio climático, así como la prevención y recuperación de ecosistemas afectados por eventos climáticos extremos.	Mecanismos de financiamiento	A5, B5, C3
<b>Sectores productivos:</b>			
22	Fomento y desarrollo de técnicas sustentables basadas en el conocimiento tradicional y científico para el aprovechamiento de especies nativas acuícolas que intensifique la cooperación entre comunidades, cooperativas pesqueras, instituciones gubernamentales, academia y afines	Construcción de capacidades	C3, D2
134	Incluir, dentro de los planes de ordenamiento pesquero, medidas precautorias a adoptarse para evitar efectos negativos a los recursos y al sector pesquero	Instrumentos normativos y de planificación	B2, C3, D2
135	Promocionar la pesca sustentable y sostenible basada en un enfoque de manejo ecosistémico en un contexto de cambio climático	Información y difusión	B2, C3, D2
136	Implementar tecnologías de cultivo de especies piscícolas de mayor importancia comercial	Acciones a nivel territorial	C3, D2
207	Capacitación para el mejoramiento de prácticas silvícolas y fomento de esquemas de compensación económica, para	Construcción de capacidades	A5, C3, C5

	incrementar la productividad y la biomasa forestal, la diversidad de especies, y la conservación de los suelos.		
261	Restauración comunitaria de manglar para el aprovechamiento sustentable de los servicios provistos (ecoturismo y carbono azul)	Acciones a nivel territorial	A2, A3, C3
264	Apicultura en manglar	Acciones a nivel territorial	A2, A3, B1, C3
<b>Manejo del riesgo:</b>			
9	Construcción de palafitos con ecotecnias demostrativas	Infraestructura resiliente	D1, D2, D4
10	Instalación de un sistema de captación y potabilización de agua de lluvia	Tecnologías climáticas	D1, D2, D4
15	Fortalecimiento de capacidades de las comunidades para apropiación e implementación de las medidas de adaptación	Construcción de capacidades	A3, A4
42	Impulsar un programa de educación ambiental a las comunidades locales enfocado a las cortinas amortiguadoras contra huracanes o a establecerlas, entre otras	Información y difusión	A3, A4
44	Promover la participación local en las acciones enfocadas a la prevención y o establecer cortinas amortiguadoras contra huracanes, entre otras	Construcción de capacidades	A3, A4
55	Integrar una brigada permanente para la prevención, control y combate de incendios forestales y contingencias ambientales	Construcción de capacidades	A3, A4, C3
170	Desarrollar un programa estatal de monitoreo ambiental, sensibilización, formación y refuerzo institucional en la gestión de la demanda hídrica.	Instrumentos normativos y de planificación	A2, D1, D2, D4
212	Reforestación y restauración ecológica con el fin de proteger las zonas turísticas, portuarias e industriales contra los efectos de cambio climático.	Acciones a nivel territorial	A2, A3, E1

**Fuente:** Elaboración propia.



\* Se refiere al número con el que se identifica en la matriz inicial.

\*\* Contribución determinada a Nivel Nacional (2020)

Se puede decir que las fuentes de las medidas seleccionadas son de reciente publicación, siendo 2009 la fecha más antigua con la publicación del Programa Veracruzano ante el Cambio Climático, y existen soluciones novedosas como las publicadas por el Proyecto Resiliencia en 2020. Algo importante a resaltar en la matriz, es la relevancia del ámbito estatal en la planeación de las medidas AbE y del ámbito local en su implementación en proyectos concretos; gracias a este análisis se distingue la presencia de documentos de ámbito estatal y local como los PEACC, los PAMIC, los Programas de Manejo que, si bien muchos de ellos corresponden a iniciativas federales e incluso con financiamiento y acompañamiento de cooperación internacional, son diseñados con un fuerte componente de implementación en el territorio y foco comunitario, que no es usual en las medidas encontradas en documentos de ámbito federal. La *construcción de capacidades* es la tipología predominante, seguida de *acciones a nivel territorial* y la *creación de instrumentos normativos y de planificación*.

Para los fines de este proyecto la redacción de algunas medidas fue modificada (con base en las líneas de acción de la NDC actualizada en la que abonan) ya que, a pesar de atender el tema de cambio climático, no estaba contenido explícitamente en su nombre (Tabla 27), y se entendían a primera vista como medidas del tipo SbN.

**Tabla 27.** Medidas de adaptación seleccionadas, con modificaciones en el nombre para hacer más explícito el tema de cambio climático.

Localizador*	Medida de Adaptación basada en Ecosistemas	Tipología	NDC**
<b>Valoración económica de los servicios provistos:</b>			
131	Valoración económica de la biodiversidad a través de la sensibilización de sus servicios ecosistémicos y capacitación para su uso y manejo sustentable, como mecanismo para fortalecer capacidades en la población ante los efectos del cambio climático	Construcción de capacidades	A2, C3, D2
148	Restauración de manglares degradados como base de actividades pesqueras y turísticas para mejorar las condiciones de familias en la zona costera, para disminuir los impactos del cambio climático en las actividades económicas.	Acciones a nivel territorial	B2, C3
252	Creación de un fondo estatal para la prevención, recuperación, restauración y el fortalecimiento de la resiliencia de los	Mecanismos de financiamiento	A5, B5, C3

	ecosistemas más degradados y vulnerables a fenómenos climáticos extremos, enfocado en la gestión de riesgos de desastres para fortalecer la resiliencia de la población ante los impactos negativos del cambio climático.		
<b>Sectores productivos:</b>			
22	Fomento y desarrollo de técnicas sustentables basadas en el conocimiento tradicional y científico para el aprovechamiento de especies nativas acuícolas que intensifique la cooperación entre comunidades, cooperativas pesqueras, instituciones gubernamentales, academia y afines con el fin de promover la conservación de la biodiversidad y restauración de los ecosistemas para reducir los impactos del cambio climático en las actividades productivas.	Construcción de capacidades	C3, D2
134	Proteger los servicios ambientales hidrológicos, Incluyendo dentro de los planes de ordenamiento pesquero y cadenas de valor, medidas precautorias a adoptarse para evitar efectos negativos del cambio climático a los recursos acuícolas y al sector económico pesquero.	Instrumentos normativos y de planificación	B2, C3, D2
135	Sensibilizar y promover la importancia de la pesca sustentable y sostenible como medio para proteger y conservar los servicios ambientales hidrológicos en un contexto de cambio climático	Información y difusión	B2, C3, D2
136	Implementación de tecnologías de cultivo de especies piscícolas de mayor importancia comercial. para proteger y conservar los servicios ambientales hidrológicos con el fin de reducir los impactos del cambio climático en las actividades productivas.	Acciones a nivel territorial	C3, D2
207	Capacitación para el mejoramiento de prácticas silvícolas y fomento de esquemas de compensación económica, para	Construcción de capacidades	A5, C3, C5

	incrementar la productividad y la biomasa forestal, la diversidad de especies, y la conservación de los suelos como medio para construir capacidades ante el cambio climático		
261	Protección, restauración y conservación comunitaria de manglar para el aprovechamiento sustentable de los servicios provistos (ecoturismo y carbono azul), como una estrategia integral de adaptación al cambio climático.	Acciones a nivel territorial	A2, A3, C3
264	Promover e implementar la apicultura en manglar como práctica sustentable y sostenible para conservar y restaurar la biodiversidad de los manglares y disminuir la sensibilidad de la población y de los ecosistemas ante los impactos del cambio climático.	Acciones a nivel territorial	A2, A3, B1, C3
<b>Manejo del riesgo:</b>			
9	Construcción de palafitos con ecotecias demostrativas (captación de agua de lluvia y uso de energía solar), como medio de resguardo de los bienes de la comunidad, empleando el conocimiento comunitario para adaptarse a los impactos del cambio climático	Infraestructura resiliente	D1, D2, D4
10	Instalación de un sistema de captación y potabilización de agua de lluvia y capacitación de la población sobre la importancia del uso sostenible de los recursos hídricos y el papel de la conservación y restauración de las cuencas para reducir los impactos negativos del cambio climático.	Tecnologías climáticas	D1, D2, D4
15	Fortalecimiento de capacidades de las comunidades con la participación de instituciones en los tres órdenes de gobierno para la apropiación e implementación de las medidas de adaptación al cambio climático	Construcción de capacidades	A3, A4
42	Impulsar un programa de educación ambiental en las comunidades enfocado en la preservación del manglar como cortina para amortiguar los efectos de los	Información y difusión	A3, A4

	ciclones tropicales y prevenir desastres y daños a la población.		
44	Promover la participación local y de los tres órdenes de gobierno en las acciones enfocadas en el establecimiento de cortinas naturales de manglares, es como medida preventiva de desastres ante los efectos de los ciclones tropicales.	Construcción de capacidades	A3, A4
55	Proteger a la población y a los ecosistemas implementados una brigada permanente que coordine a los tres niveles de gobierno, para la prevención, control y combate de incendios forestales y contingencias ambientales, incorporando criterios de adaptación al cambio climático.	Construcción de capacidades	A3, A4, C3
170	Desarrollar un programa estatal de monitoreo ambiental, sensibilización, formación y refuerzo institucional en la gestión de la demanda hídrica para condiciones actuales y de cambio climático que considere un enfoque de cuenca con la finalidad de fortalecer la resiliencia de los ecosistemas y los asentamientos humanos.	Instrumentos normativos y de planificación	A2, D1, D2, D4
212	Reforestación y restauración ecológica para aprovechar sus servicios ecosistémicos como medida de acción y prevención para proteger las zonas turísticas, portuarias e industriales contra los efectos de cambio climático.	Acciones a nivel territorial	A2, A3, E1

**Fuente:** Elaboración propia.

\* Se refiere al número con el que se identifica en la matriz inicial.

\*\* Contribución determinada a Nivel Nacional (2020)

Aunque estas 18 medidas cumplen con los elementos deseables para los fines de esta consultoría, a manera de ejercicio exploratorio se hizo un último filtro aplicando los criterios mínimos de INECC (2020a) que no habían sido considerados por requerir de más información.

- Cm3. Viabilidad
- Cm8. Alineación con políticas públicas
- Cm9 Se sostiene en el tiempo
- Cm12. Tiene la capacidad de ser flexible y reversible

Para cada una de las 18 medidas se hizo otro rastreo de información, procurando obtener más información que sirviera para evaluarlas bajo estos criterios. El Cm12 se trata de un criterio deseable, por lo que se descartó. Se considera que, para poder evaluarlo, se debe tener un conocimiento profundo de las medidas que

podría obtenerse a través de entrevistas con los diseñadores e implementadores. En la mayoría de los casos no se obtuvieron más datos que los que ya se conocían. Sin embargo, es importante destacar los siguientes casos (Tabla 28, se usa el nombre original).

**Tabla 28.** Medidas de adaptación con información relevante que puede considerarse para su implementación.

Localizador*	Medida de Adaptación basada en Ecosistemas	Tipología	NDC**
<b>Sectores productivos:</b>			
261	Restauración comunitaria de manglar para el aprovechamiento sustentable de los servicios provistos (ecoturismo y carbono azul)	Acciones a nivel territorial	A2, A3, A5, C3
264	Apicultura en manglar	Acciones a nivel territorial	A2, A3, B1
<b>Manejo del riesgo:</b>			
9	Construcción de palafitos con ecotecias demostrativas	Infraestructura resiliente	D1, D2, D4
10	Instalación de un sistema de captación y potabilización de agua de lluvia	Tecnologías climáticas	D1, D2, D4
55	Integrar una brigada permanente para la prevención, control y combate de incendios forestales y contingencias ambientales	Construcción de capacidades	A3, A4, C3

**Fuente:** Elaboración propia.

\* Se refiere al número con el que se identifica en la matriz inicial.

\*\* Contribución determinada a Nivel Nacional (2020)

Para el caso de las medidas 9 y 10, éstas se implementaron en el marco del proyecto Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático. Entre otras cosas, el éxito en ambos casos se debió a la inclusión de la población, lo que ha permitido su sostenibilidad en el tiempo, particularmente la relacionada con la potabilización de agua. Así mismo, respondían a necesidades locales y se alineaban a la política de adaptación que permitieran y apoyaran su implementación (Gobierno de México, 2021a). Actualmente, se encuentran alineadas en la NDC actualizada a 2020, como se muestra en la columna del extremo derecho.

Para el caso de las brigadas de prevención (medida 55), esta ha sido una acción que se ha impulsado desde hace años a través del Programa Nacional de

Protección contra Incendios Forestales (Gobierno de México, 2021) que ha sido estructurado, de manera que actualmente cuentan con guías sobre cómo prevenirlos, detectarlos y combatirlos, además de cómo llevar a cabo un buen manejo del fuego.

Para las medidas 261 y 264, los casos son bastante interesantes, el primero nace como una especie de adaptación autónoma que derivó de las necesidades que debían atenderse a partir de los huracanes Roxana y Ópalo. La población comprendió la importancia de la salud de los ecosistemas para tener resiliencia ante los ciclones tropicales. Incorporaron en sus actividades económicas el ecoturismo para la conservación del manglar (Organización de los Estados Americanos, 2021). La medida 264 se muestra como parte de una solución para enfrentar las plagas y efectos del cambio climático sobre las actividades agrícolas en el Golfo de México (El Sol de Tampico, 2021). Ambos casos cuentan con bastante aceptación de la población y se han replicado en otros lugares del Golfo. Y existen otros que se encuentran interesados (como se mencionó en el taller del 15 de marzo). Ambas medidas se encuentran apropiadas por la población y que se hayan encontrado los instrumentos de política pública que den pie a su implementación.

## 7.4 SOCIALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS CON EXPERTOS

Como parte del proceso seguido para este proyecto y para encaminar estos resultados a una buena adaptación, el 15 de marzo de 2021 se tuvo una reunión-taller con expertos en proyectos de restauración de Tuxpan y Celestún. Dadas las condiciones actuales derivadas de la pandemia causada por la COVID-19, el evento se llevó a cabo de manera digital y duró una hora (véase la carta descriptiva del evento en el Anexo 3.7).

Para este evento se convocó a 3 expertos; el Dr. Agustín Basáñez de la Universidad Veracruzana (UV), el Dr. Jorge Herrera del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-Unidad Mérida) y la Dra. Claudia Teutli, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para que compartieran su experiencia en la implementación de proyectos relacionados con la conservación/restauración de manglares desde el diseño a la implementación, considerando la integración de la población en estas actividades. En la reunión también participó Marisol Hernández (TOF) y Sarai Rodríguez (WRI), así como los consultores Elisa López y Pablo Hernández.

Para atender esta reunión se siguió la lógica consistente en identificar cómo se percibe el tema de cambio climático en las comunidades (amenazas, impactos) y en seguida, presentar la cartera de medidas seleccionadas para recibir retroalimentación.



Este evento se realizó para cubrir dos objetivos.

1. Balancear la información en cuanto a la percepción social hacia proyectos de restauración de manglar como SbN entre las comunidades de Tuxpan y Celestún.
2. Presentar y validar localmente las 16 medidas seleccionadas (sólo para este ejercicio del total de 18, 4 se unieron para formar dos que tenían el mismo enfoque).
3. Recibir retroalimentación local.

En lo que respecta al objetivo 1, se solicitó al Dr. Agustín Basáñez, profesor de la Universidad Veracruzana y experto local en la cuenca de Tuxpan, compartir los puntos más relevantes encontrados de la implementación de proyectos SbN en Tuxpan y cómo los ha percibido la población. Las comunidades de Tuxpan, dijo, perciben diferente los beneficios de los manglares de acuerdo con el uso directo que tienen de él (pesca, turismo, leña). En cuanto al beneficio a la comunidad percibido por los participantes en proyectos de restauración, el Dr. Basáñez dice que es principalmente económico pues los participantes recibieron jornales por llevar a cabo los trabajos. No se mencionan beneficios que se derivarían de la rehabilitación o restauración del manglar (servicios ecosistémicos).

Para conocer la percepción de la población y autoridades de Celestún sobre las experiencias de SbN, los expertos en proyectos de restauración implementados en la zona, la Dra. Claudia Teutli y el Dr. Jorge Herrera consideran que existe desconocimiento en cuanto a la implementación y evaluación de estas medidas; la restauración se sigue apoyando, dicen, por ser considerada como fuente de empleo. En cuanto a otros beneficios, ambos distinguieron entre la percepción de aquellos que habían participado en proyectos de restauración (particularmente el caso de estudio de los Manglares de Dzinitun) concientizados tras 12 años de trabajos en los co-beneficios de la restauración (protección costera, turismo) y otras comunidades, insensibles dicen hacia los servicios provistos por los manglares y su relación con el cambio climático. En cuanto al gobierno municipal, dicen, no han visto acciones contundentes enfocadas a la reducción del riesgo o vulnerabilidad, y achacan esta falta de contundencia a: (1) la escasa continuidad de los planes públicos de mediano y largo plazo, y (2) a la desconexión entre el concepto de adaptación, soluciones basadas en la naturaleza, reducción de riesgo, de vulnerabilidad con las comunidades.

Para atender al Objetivo 2 de la agenda, se compartieron de manera muy general las metodologías seguidas para la selección de las 18 medidas y se les presentó parte del contenido de la Tabla 25. Se solicitó a los asistentes que las leyeran y se discutió con los expertos sobre la factibilidad de las mismas en los sitios piloto de Tuxpan y Celestún.

Los tres expertos coincidieron en la factibilidad de las 18 medidas, enmarcadas en los instrumentos existentes y de las condiciones propias de la zona. Sin embargo, dicen, existen riesgos en cuanto a la aplicabilidad de estas medidas:

- Falta de coordinación administrativa que promueva la homologación en la implementación de proyectos en la región,
- Falta de comunicación sobre la existencia, implementación y ejecución de proyectos que apliquen SbN en la zona para evitar duplicidad de esfuerzos.

Para mitigar estos riesgos, los expertos están de acuerdo en las siguientes propuestas:

- Fortalecimiento de la coordinación entre municipios, estados y Federación y contemplarse apoyos a largo plazo. Los expertos sugieren, además, que la coordinación de la implementación de las medidas de adaptación deberá recaer en entes independientes desvinculados de los periodos de cambio del gobierno municipal.
- Inclusión de la población en la implementación de las medidas de adaptación desde el inicio para promover la apropiación del proyecto y coordinación comunitaria (o cercana a la misma).
- Inclusión de las autoridades sin que recaiga la responsabilidad en una sola dependencia para que se promueva la coordinación interinstitucional y no se dupliquen esfuerzos.
- Concepción clara y homologada de los conceptos (mencionan la definición de manglar, restauración y reforestación).

Como comentario adicional, los tres expertos concuerdan en situar la restauración ecológica (es decir, socialmente aceptable, ecológicamente funcional y económicamente viable) como la mejor medida SbN para minimizar los riesgos climáticos de las comunidades asociadas con el manglar; esta, dicen, es una medida que implica que desde el inicio el involucramiento comunitario a través de talleres, capacitaciones y trabajo temporal, y se promueve que su gobernanza; además, dicen, gracias a estas acciones, se promueve que los participantes valoren los beneficios, para finalmente apropiarse de la medida. Para finalizar, y como respuesta al Objetivo 3 de la reunión, el grupo sugirió modificaciones de redacción a las medidas (Tabla 29).

**Tabla 29.** Modificaciones en la redacción (negritas) de algunas medidas, solicitadas por los expertos que participaron en el taller.

Localizador*	Medida de Adaptación basada en Ecosistemas	Tipología
148	Restauración <b>ecológica comunitaria</b> de manglares degradados como base de actividades pesqueras y turísticas para mejorar las condiciones de vida de las familias de la zona costera y disminuir los impactos del cambio climático en las actividades económicas.	Acciones a nivel territorial
170	Desarrollar un programa estatal de monitoreo ambiental, sensibilización, formación y refuerzo institucional en la gestión <b>ambiental</b> para condiciones actuales y de cambio climático.	Instrumentos normativos y de planificación

**Fuente:** Elaboración propia.

## 7.5 PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Aunque esta parte del proceso está fuera de los alcances de este producto, es importante mencionar que las medidas de adaptación deben pasar por un proceso de priorización. Este debe hacerse a través de la integración de la participación de los implicados de manera metodológica, de forma tal que las opiniones de expertos, tomadores de decisiones y sociedad civil sean parte medular del proceso de priorización. Esto asegura que los resultados de la priorización sean representativos de la realidad, pues considerarán distintos enfoques y conocimientos. En el capítulo 4: Análisis de costo-beneficio para las opciones de SbN: adaptación basada en ecosistemas costeros en la cuenca baja de Tuxpan; se presenta información más detallada sobre este proceso.

Se sugiere que los tomadores de decisiones y responsables asignados para la implementación de las medidas de adaptación preseleccionadas en este reporte se apoyen del documento “Criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático” (INECC, 2020a) y de los doce criterios de priorización publicados en la *Estrategia Nacional de Cambio Climático* (SEMARNAT, 2013), así como en la *Metodología para la priorización de medidas de adaptación frente al cambio climático* (SEMARNAT-GIZ, 2015) que retoma estos criterios e incorporar un análisis multi criterio y de costo-beneficio y costo-efectividad para orientar a los implementadores en el orden de prioridad de las medidas de adaptación.

## 7.6 CO-BENEFICIOS ESPECÍFICOS PARA LAS MEDIDAS ENCONTRADAS DE TUXPAN Y CELESTÚN

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), define servicio ecosistémico como aquel beneficio que la sociedad obtiene de un ecosistema, y un ecosistema será capaz de brindar estos beneficios siempre y cuando su funcionalidad y salud sean preservadas. En caso de que su funcionalidad haya sido comprometida, conservar y restaurar la salud de los ecosistemas a través del monitoreo, vigilancia y restauración ecológica, es decir, socialmente aceptable, ecológicamente funcional y económicamente viable, implicará asegurar el flujo de servicios y bienes hacia las comunidades aledañas.

Según el capítulo 4, los medios de vida de la población de la cuenca baja de Tuxpan dependen directa e indirectamente de la salud del ecosistema del manglar, y *por ende* se verán beneficiados por las acciones de restauración. El municipio de Tuxpan es vulnerable a diferentes eventos meteorológicos, que van desde ondas cálidas, sequías severas, frentes fríos, tormentas tropicales, huracanes e inclusive, granizada; por lo que la protección costera será un co-beneficio asociado a las labores de restauración del manglar como cortina anticiclónica, además del control de inundaciones, depuración de masas de agua y el aprovisionamiento de usos maderables del mismo;(Basañez, *et al.*, 2006) identificaron los usos maderables de los manglares en el estero de Tumilco, el 24% se destina a leña, 23% al cercado de propiedades, 23% en la fabricación de artes de pesca, 12% a la venta, 9% para la construcción, 5% como uso medicinal y 4% en la fabricación de muebles. Por otra parte, en el capítulo 4 se especifican los recursos pesqueros derivados del manglar, y su importancia como sustento de la biodiversidad, vinculado este último con el potencial de desarrollar actividades turísticas sostenibles en la zona.

Respecto a Celestún, las comunidades y sus medios de vida están íntimamente ligadas con la salud de los ecosistemas de manglar. En este municipio, la pesca, el comercio al por menor y el turismo son las principales actividades, razones que hacen extremadamente relevante la restauración ecológica de sus manglares en relación con los servicios pesca y turismo por su valor estético recreativo. Arceo-Carranza (2016) demuestra la función del manglar de Celestún como zona de crianza y alimentación para especies marinas, así como la restauración de sus canales de marea como potencializador de este servicio. Además, los efectos negativos provocados por cambios en patrones climatológicos, en conjunto con la pérdida de los manglares, aumentan la vulnerabilidad socioambiental y productiva, por lo que el servicio protección costera es doblemente importante. El turismo es una actividad que ha ganado importancia en el área en los últimos 25 años, con un importante interés hacia la riqueza natural de la Reserva, por lo que la restauración de sus manglares tendrá un co-beneficio directo a las comunidades a través de la actividad de ecoturismo (Arceo-Carranza, 2016).

Se debe agregar que las labores de monitoreo, vigilancia y restauración están asociadas a pagos de jornales a las comunidades y contrapartidas financieras ya sea de subvenciones públicas o inversiones privadas, un ejemplo claro de esto es el caso de los manglares de Dzinitum en la Reserva de la Biósfera Ría Celestún, que, tras 12 años de labores de restauración exitosa por parte de la comunidad, muchos han sido capaces de migrar sus medios de vida de la pesca al ecoturismo.

Otros co-beneficios asociados a las medidas de adaptación encontradas para estos sitios son el control de la erosión costera, refugio de flora y fauna silvestres, hábitat para pesquerías y crecimiento de peces, crustáceos y moluscos; microclima; contribución importante de materia orgánica a la cadena de alimentos vía detritus, trampa de carbono, acreción, sedimentación y formación de turbas en comunidades aledañas, barrera para intrusión salina, banco de genes, descarga de acuíferos, mantenimiento de procesos naturales como respuesta al incremento del nivel del mar.

Finalmente, un co-beneficio asociado a la conservación, restauración y manejo sustentable del manglar, es la sustentabilidad del servicio secuestro de carbono (azul) y mitigación al cambio climático, haciendo de medidas como la #148 y #261 SbN transversales. Por otro lado, en proyectos como el de la restauración del manglar de San Crisanto (Ficha #40) está buscando, además de los servicios relacionados con la actividad ecoturística y todos los co-beneficios arriba mencionados, un beneficio indirecto adicional en forma de ingresos a la comunidad (a los ejidatarios y propietarios de las parcelas restauradas) en forma de recursos derivados de la venta de bonos de carbono en el mercado voluntario.

Un co-beneficio adicional en algunas de las medidas encontradas (muy presente en la medida #252) se relaciona con beneficios indirectos de sustentabilidad de las acciones en campo en el largo plazo a través de mecanismos financieros como puede ser un fondo ambiental. La principal función de un fondo ambiental es la de coleccionar recursos de otras fuentes de financiamiento (ej. fondos públicos, filantropía, herramientas de financiamiento climático, fundaciones privadas, entre otros.), administrarlos y canalizarlos a prioridades de conservación, restauración y manejo sustentable de los recursos naturales en un ámbito geográfico definido, con todos los co-beneficios arriba mencionados.

Sin embargo, este tipo de estrategias financieras, pueden traer asociados co-beneficios indirectos innovadores que permitan impulsar proyectos económicos en estas comunidades para garantizar la sostenibilidad económica de la conservación y restauración a largo plazo, tales como la catálisis de negocios verdes, compensaciones ambientales, incentivos fiscales, creación de áreas voluntarias destinadas a la conservación, concesiones de conservación, entre otros; todos ellos estímulos altamente exitosos en asegurar que las comunidades sean incluidas de manera socialmente justa y minimizando el riesgo de no permanencia del proyecto por causas sociales. Al mismo tiempo, se incrementa el bienestar de las comunidades y se salvaguardan los recursos forestales. Dicha

distribución de beneficios permitirá cambiar el comportamiento de las comunidades costeras en torno a la deforestación y degradación, de manera que la restauración y conservación de los ecosistemas, pueda resultar en un activo financiero para los dueños o usufructuarios de las áreas de distribución de los manglares (INECC-PNUD, 2017).

Un ejemplo de implementación de incentivos para la conservación que influye en el comportamiento de las comunidades es el Fondo Monarca (Gobierno de México, 2021). La Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM) se localiza en el Eje Neovolcánico Transversal, al este del estado de Michoacán y al oeste del Estado de México. El Fondo público-privado busca que las comunidades consideren a sus recursos forestales como un activo en el largo plazo, mientras realizan acciones de protección para una especie migratoria; con los intereses generados por el Fondo Monarca, se crea el Fideicomiso del Fondo Monarca que establece dos incentivos económicos a 34 ejidos, comunidades indígenas y propiedades privadas de los 38 incluidos en la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera Fondo Monarca; así, el FM es un mecanismo diseñado para resguardar recursos a perpetuidad, brinda confianza y garantía a los núcleos agrarios de que siempre habrá recursos para la conservación de su bosque (INECC-PNUD, 2017).

Centrándonos en la región que nos ocupa, el Fondo Golfo (Fondo Golfo de México, 2021) es una asociación civil que financia iniciativas, alinea esfuerzos e impulsa el fortalecimiento de capacidades de diferentes actores para la conservación y el uso sustentable de los recursos naturales en la región del Golfo de México. Este fondo ambiental privado, se constituyó en 2013 derivado de la necesidad surgida durante el diseño del proyecto C6 (ver Anexo 3.3) de desarrollar fondos regionales privados, construidos sobre bases operativas sólidas y con un enfoque más cercano a las necesidades locales. La gestión con los gobiernos estatales, el acompañamiento a socios locales a cargo de los subproyectos y la captación de recursos financieros de menor escala geográfica con mayor conocimiento local son prioritarios para el proyecto.

Un tercer ejemplo son los Fondos de Agua (Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, 2021) que, mediante una alianza entre sectores público, social y privado, buscan alcanzar y mantener la seguridad hídrica como soluciones basadas en la naturaleza; la sistematización, gestión y difusión del conocimiento; el desarrollo de capacidades y acompañamiento técnico; entre otros factores.

Un fondo ambiental para la conservación y restauración de los manglares puede ser un mecanismo de largo plazo que combine distintas fuentes de financiamiento y de sustentabilidad a los proyectos iniciados, siendo este uno de los principales riesgos descritos por los expertos para las acciones de restauración en el campo tanto para Celestún como para Tuxpan.



## 7.7 PROPUESTA DE INDICADORES PARA EL MONITOREO Y EVALUACIÓN DE MEDIDAS ABE

Este ejercicio de propuesta de indicadores se basó en las 17 medidas generadas en el filtro y se utilizó la *Nota técnica: Propuesta de indicadores para el monitoreo y evaluación de la adaptación al cambio climático en México* (INECC, 2020). Este documento menciona cuatro herramientas para el Monitoreo y Evaluación de la adaptación; consistentes en una ficha de análisis de cada medida y un cuestionario.

La mayoría de las medidas no cuentan con un reporte que defina explícitamente para ellas, más bien son presentadas y englobadas en reportes de proyectos más generales (capítulo 2: Compilación de información) de proyectos previos relacionados con la restauración de manglar, incluyendo experiencias en el sitio piloto y otros proyectos relevantes de soluciones basadas en la naturaleza, con énfasis en el Golfo de México, ligado al programa C6, aprovechando sus resultados).

En este capítulo también se presentan una serie de entrevistas ejecutadas en sitio (Tuxpan) y que proporcionan información orientativa para la selección de indicadores. Sin embargo, para el caso de los talleres las condiciones actuales impiden su ejecución. Las personas involucradas viven en comunidades con poco o nulo acceso a internet lo que impide establecer algún tipo de contacto a través de plataformas digitales. Así mismo, las restricciones en el traslado de personas y el riesgo a contraer o contagiar el COVID-19, imposibilitan el trabajo en campo. Dado lo anterior, se recomienda que estas herramientas se ejecuten cuando las condiciones lo permitan y cuando se hayan priorizado las medidas de adaptación.

Aún con lo anterior, este capítulo presenta una serie de indicadores que se buscó cumplieran las siguientes características para cumplir con una función de monitoreo y evaluación.

- Alineación al objetivo – Se consideraron indicadores de impacto, pero también de gestión y que midieran específicamente los avances en el objetivo de la medida.
- Unidades sencillas – Indicadores sencillos de “traducirse” o aplicarse a la realidad.
- Competencia – Para el caso de los indicadores de escala local, se procuró que los datos requeridos estuvieran dentro de sus atribuciones para calcularlos o solicitarlos. Cuando no era de su competencia, se agregó una liga para rastrear la información.
- Enfoque múltiple- Se proponen indicadores que monitorearan/evaluaran más de un criterio.

Es importante mencionar que los indicadores fueron propuestos como una base de datos general para dar más libertad al proceso de M&E de los responsables de la medida. La idea es que, una vez que los responsables de la medida se encuentren en la fase de diseño, se apoyen de esta matriz para seleccionar indicadores que podrían ajustarse a sus necesidades, según el criterio y fase que ellos consideren mejor para el monitoreo y evaluación de su medida.

La tabla generada (Tabla 31) se organiza en los siguientes campos:

- **Indicador.**- Se refiere al nombre con el que se identifica al indicador.
- **Tipo.**- Se refiere a si el indicador corresponde a Monitoreo (M) o Evaluación (E) o ambos (M&E).
- **Justificación.**- Presenta el argumento por el cual se propone ese indicador.
- **Competencia.**- Menciona quién proporciona o proporcionará la información. Para los casos en los que se señale local, se refiere a que será competencia de las autoridades locales generar el dato. Para los casos en que la información la genera una dependencia federal, se agregó la liga que lleva a los datos en el campo indicador.
- **Línea base.**- Se refiere al dato que servirá como referencia para medir el avance, retroceso u otros cambios necesarios para monitorear y evaluar las medidas.
- **Unidad de medida.**- Se indica la unidad con la que será reportado el indicador.
- **Periodicidad.**- Se refiere al tiempo que pasa para que se actualice el indicador. Para el caso de los datos que se extraen en campo (local), el tiempo puede variar según las necesidades de los responsables de la medida.

Aunque en un principio no estaba contemplado, la matriz agrupa a los indicadores en 4 temas, que surgieron a partir de una breve exploración por los temas que abordaban:

- *Indicadores relacionados con el tema de medio ambiente.*- Como su nombre lo indica contiene indicadores relacionados aspectos ambientales, como la reforestación, la extensión de manglares, pago por servicios ambientales, etc.
- *Indicadores relacionados con el tema agua.*- Aquí se encuentran indicadores que tienen que ver con el tema hídrico, como cantidad de agua concesionada o volumen de agua extraído de los mantos acuíferos, número de sistemas de captación de agua de lluvia, gestión y uso del agua, etc.
- *Indicadores relacionados con el tema de gestión del riesgo.*- Contiene indicadores enfocados en medir el manejo de amenazas o de riesgos como lo son total de hectáreas afectadas por incendios, casos y defunciones por dengue, vulnerabilidad por ondas cálidas, etc.

- *Indicadores relacionados con el temas sociales y de beneficiarios de la medida.*- Se encuentran aquellos indicadores para monitorear o evaluar los impactos de la medida en la población como el índice de marginación, grado de vulnerabilidad social, nivel de aceptación de la medida de adaptación, personas que cuentan con agua potable, etc.

**Tabla 30.** Indicadores propuestos para el M&E de las medidas AbE seleccionadas.

INDICADORES PROPUESTOS						
Indicador	Ti p o	Justificación	Compe tencia	Línea base	Unidad de medida	Periodici dad
<b>Indicadores relacionados con el tema de medio ambiente</b>						
Número de hectáreas forestales en el municipio ( <a href="https://snigf.cnf.gob.mx/inventario-estatales/">https://snigf.cnf.gob.mx/inventario-estatales/</a> )	M	Permitirá monitorear los avances de las medidas que contemplan la reforestación/conservación de sus recursos forestales.	SNICF	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hectáreas	Anual
Incendios forestales por entidad ( <a href="https://datos.gob.mx/busca/organization/conafor">https://datos.gob.mx/busca/organization/conafor</a> ; <a href="http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA05_01&amp;IBIC_user=dgeia_mce&amp;IBIC_pass=dgeia_mce&amp;NO_MBREENTIDAD=*&amp;NO_MBREANIO=*">http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA05_01&amp;IBIC_user=dgeia_mce&amp;IBIC_pass=dgeia_mce&amp;NO_MBREENTIDAD=*&amp;NO_MBREANIO=*</a> )	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	SEMAR NAT	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de incendios	Anual
Programas de Adaptación al Cambio Climático en ANP ( <a href="https://www.gob.mx/conanp/documentos/programas-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-areas-naturales-protégidas">https://www.gob.mx/conanp/documentos/programas-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-areas-naturales-protégidas</a> )	M & E	Permite monitorear la inclusión del tema de cambio climático en los instrumentos políticos para ANP. Útil para aquellas medidas que contemplan el desarrollo/implementación de programas con enfoque de adaptación al cambio climático. También permite conocer el contexto del sitio o ANP donde se pretende implementar/diseñar la medida.	CONAN P	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	No aplica	Anual
Número de beneficiarios por Pago de Servicios Ambientales en el estado (Diferenciarlos por edad y sexo).	M	Permite monitorear los avances de las medidas con metas de conservación, restauración de ecosistemas que utilizan los PSA como mecanismos para	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implement	Número de beneficia rios	Anual

		alcanzarlos. También permite conocer la distribución de estos beneficiarios, para conocer brechas de género, para identificar las diferencias de género en el acceso y beneficio de estos incentivos que podrían orientar en ajustes o lecciones aprendidas dentro de la misma medida.		ación de la medida.		
Hectáreas reforestadas anualmente por estado ( <a href="http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA09_06&amp;IBIC_user=dgeia_mce&amp;IBIC_pass=dgeia_mce&amp;NOMBREENTIDAD=*&amp;NOMBREANIO=*">http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA09_06&amp;IBIC_user=dgeia_mce&amp;IBIC_pass=dgeia_mce&amp;NOMBREENTIDAD=*&amp;NOMBREANIO=*</a> )	M	Permitirá monitorear los avances de las medidas que contemplen la reforestación/conservación de sus recursos forestales entre sus metas.	SEMAR NAT	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hectáreas	Anual
Número de programas estatales y municipales implementados que contemplen entre sus objetivos la restauración de manglares degradados.	E	Permite evaluar el contexto ambiental para detectar necesidades al momento de diseñar medidas o acciones dentro de las medidas AbE.	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de programas	Anual
Extensión de humedales y zonas costeras (por estado, Total de manglar bajo protección por estado, Total de sitios prioritarios de manglar por estado, Extensión de línea de costa por estado ( <a href="https://www.biodiversidad.gob.mx/v_ingles/ecosystems/mangroves/nationalInventory1.html">https://www.biodiversidad.gob.mx/v_ingles/ecosystems/mangroves/nationalInventory1.html</a> ))	M	Permitirá monitorear los avances de las medidas que contemplen la conservación de ecosistemas entre sus metas.	CONABIO (Están actualizando la liga)	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hectáreas	*
Número de hectáreas de manglar rehabilitadas y reforestadas	M	Permitirá monitorear los avances de las medidas que contemplen la rehabilitación y reforestación del manglar entre sus metas.	Local	Número de hectáreas de manglar propuestas en el proyecto para rehabilitar	Hectáreas	Anual
Tasa de cambio de uso de suelo en el ecosistema de manglar.	M	Permitirá monitorear los avances de las medidas que contemplen la conservación o reforestación de manglar entre sus metas.	Local	Tasa de cambio de uso de suelo al momento de iniciar la implementación de la medida	%/año	Anual

Número de proyectos de conservación, restauración y protección que se desarrollan para el humedal <a href="https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/cb/CP/C/index.html">https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/cb/CP/C/index.html</a>	E	Permite evaluar el contexto ambiental para detectar necesidades al momento de diseñar medidas o acciones dentro de las medidas AbE.	CONABIO (Están actualizando la liga)	Número de proyectos de conservación, restauración y protección que se desarrollan para el humedal al momento de iniciar la implementación de la medida	Número de proyectos	Anual
Numero de programas estatales/municipales para la protección y conservación de los humedales creados desde la implementación del proyecto y que han incidido o podrían incidir en él.	E	Permite evaluar el contexto ambiental para detectar necesidades al momento de diseñar medidas o acciones dentro de las medidas AbE.	Estatal/Municipal	Numero de programas estatales/municipales para la protección y conservación que se desarrollan para el humedal al momento de iniciar la implementación de la medida	Número de programas	Anual
Principales especies de flora y fauna amenazados por cambio climático en la entidad (agregar una lista de especies y al lado una columna para agregar el grado de peligro según la Norma Oficial Mexicana NOM-059)	E	Permite evaluar cobeneficios para aquellas medidas que contemplan entre sus metas la conservación/rehabilitación de ecosistemas.	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Listado de especies amenazadas	Anual
<b>Indicadores relacionados con el tema agua</b>						
Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas, Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea, Descarga Natural Comprometida, Recarga Media Anual ( <a href="https://sigagis.conagua.gob.mx/gasl/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html">https://sigagis.conagua.gob.mx/gasl/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html</a> )	M & E	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que contemplan la conservación/rehabilitación de los servicios ecosistémicos de los manglares. También sirve para evaluar las condiciones ambientales actuales del sitio donde se implementará/diseñará la medida.	CONAGUA	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hm3/año	Anual

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs) activas en la zona ( <a href="https://agua.org.mx/biblioteca/catalogo-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-2016/">https://agua.org.mx/biblioteca/catalogo-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-2016/</a> )	E	Permite evaluar el contexto local para aquellas medidas contempladas entre sus metas acciones relacionadas con el recurso hídrico o los servicios ecosistémicos hidrológicos.	CONAG UA	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de plantas	Anual
Plantas potabilizadoras en la zona ( <a href="https://agua.org.mx/biblioteca/inventario-plantas-potabilizadoras-municipales-2016/">https://agua.org.mx/biblioteca/inventario-plantas-potabilizadoras-municipales-2016/</a> )	E	Permite evaluar el contexto local para aquellas medidas contempladas entre sus metas acciones relacionadas con el recurso hídrico o los servicios ecosistémicos hidrológicos.	CONAG UA	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de plantas	Anual
Número de convenios/acuerdos entre municipios o estados encaminados a fortalecer la gestión del agua en las cuencas hidrográficas.	E	Permite evaluar el contexto local para aquellas medidas contempladas entre sus metas acciones relacionadas con el recurso hídrico o los servicios ecosistémicos hidrológicos.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de convenios	Anual
Número de sistemas de captura de agua de lluvia en la entidad/municipio	M	Permite monitorear los avances de las medidas que contemplen entre sus metas la instalación de sistemas de captura de agua de lluvia.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de sistemas	Anual
<b>Indicadores relacionados con el tema de gestión de riesgos</b>						
Número de habitantes (diferenciados por sexo y edad) que viven en zonas consideradas de alto riesgo por inundaciones, deslaves y huracanes, (Atlas de riesgo municipal o estatal).	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro, así como la evaluación de los diferentes riesgos que enfrentan hombres y mujeres.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
Total de hectáreas afectadas por incendio por año por estado ( <a href="https://www.gob.mx/conafor/documentos/reportes-semanal-de-incendios">https://www.gob.mx/conafor/documentos/reportes-semanal-de-incendios</a> )	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	CONAF OR	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hectáreas	Anual
Duración promedio de los incendios en el año por entidad ( <a href="https://www.gob.mx/conafor/documentos/reportes-semanal-de-incendios">https://www.gob.mx/conafor/documentos/reportes-semanal-de-incendios</a> )	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	CONAF OR	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la	Horas	Anual



porte-semanal-de-incendios)				implementación de la medida.		
Número de hectáreas anuales afectadas por incendios en las ANP del municipio/estado ( <a href="http://incendios.conabiogob.mx/">http://incendios.conabiogob.mx/</a> )	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	CONABIO	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hectáreas	Anual
Casos de dengue y defunciones por dengue 2019 por estado ( <a href="https://www.gob.mx/salud/documentos/panorama-epidemiologico-de-dengue-2019">https://www.gob.mx/salud/documentos/panorama-epidemiologico-de-dengue-2019</a> )	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	SS	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de caso	Anual
Defunciones por dengue a nivel municipal 2017 ( <a href="https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/407/study-description?idPro=">https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/407/study-description?idPro=</a> )	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	INEGI	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de defunciones	Anual
Vulnerabilidad por ondas cálidas 2019 ( <a href="http://www.atlasmaderialderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html">http://www.atlasmaderialderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html</a> )	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	CENAPRED	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo	*
Planes de protección civil con criterios de cambio climático existentes publicados y en operación en el municipio/entidad actualizados al 2018.	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos del sitio donde se implementará la medida.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de planes	Anual
Número de brigadas contra incendios por estado	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de brigadas	Anual
Número de capacitaciones a las brigadas contra incendios al año, por estado	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la	Número de capacitaciones	Anual

				implementación de la medida.		
Número de comunicados y campañas para la prevención de los incendios forestales	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de comunicados	Anual
Número de personas (diferenciadas por sexo y edad) involucradas para la implementación de la medida.	E	Permite evaluar el aspecto de inclusión de la población para la implementación de la medida.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
Número de personas capacitadas para el manejo de incendios en el estado (diferencias por sexo y edad).	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
Número de programas que contemplen mecanismos de planeación intermunicipales para la contención del dengue, chikungunya y zika (reportarlos separados).	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de programas	Anual
Número de programas intermunicipales, convenios o acuerdos institucionales que contemplen la descacharrización para evitar enfermedades transmitidas por vectores.	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de convenios o acuerdos	Anual
Número de programas o acciones dentro del municipio encaminadas a la reducción de casos de dengue, chikungunya y/o zika).	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de programas	Anual
Número de casos de dengue, chikungunya, zika (separados) reportados anualmente en el municipio.	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implement	Número de casos	Anual

		medición de co-beneficios en el futuro.		acción de la medida.		
Número de acciones, programas, convenios, Etc. intermunicipales que contemple el desazolve, rehabilitación de sistemas riparios.	M	Permite monitorear las medidas que contemplen entre sus metas la conservación/rehabilitación de ecosistemas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de acciones/programas/convenios	Anual
Número de oficinas, dependencias o áreas encargadas directamente de la contención de enfermedades transmitidas por vector.	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de áreas/dependencias	Anual
Programas de comunicación social orientados a la prevención y alerta de inicios de las temporadas de contagio (dengue y zika)	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de programas	Anual
Grado de peligro por ciclones tropicales hasta el 2015, según el CENAPRED <a href="http://www.atlasnacion.alderiesgos.gob.mx/arc_hivo/visor-capas.html">http://www.atlasnacion.alderiesgos.gob.mx/arc_hivo/visor-capas.html</a>	E	Permite evaluar el contexto relacionado con peligros por ciclones tropicales del sitio donde se implementará la medida.	CENAPRED	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo	10 años
Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones del ANVCC <a href="https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/">https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/</a>	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con vulnerabilidad del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	INECC	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	No aplica	*
Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves del ANVCC <a href="https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/">https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/</a>	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con vulnerabilidad del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	INECC	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	No aplica	*
Vulnerabilidad de la población ante incremento de distribución de dengue del ANVCC	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con vulnerabilidad del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base	INECC	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la	No aplica	*

<a href="https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/">https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/</a>		también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.		implementación de la medida.		
Número de declaratorias en el municipio por fenómenos hidrometeorológicos ( <a href="http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/">http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/</a> )	E	Permite evaluar el contexto relacionado con fenómenos hidrometeorológicos que han afectado el sitio donde se implementará la medida.	CENAP RED	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de declaratorias	Anual
Número de talleres organizados para informar a la comunidad sobre la medida, número de participantes por sexo, edad y condición étnica.	E	Permite evaluar el aspecto de inclusión de la población para la implementación de la medida.	Local	Número de talleres relacionados con la medida de implementación, es decir, habría cero en el momento previo a la implementación de la medida.	Número de talleres	Anual
Número de personas que enferman anualmente de padecimientos relacionados con la calidad del agua, de acuerdo a la edad y el sexo	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con calidad del agua del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
Para el caso de calidad del agua, la Red Nacional de la Calidad del Agua propone una serie de indicadores que, dado el conocimiento técnico que se necesita para su selección, se dejará a criterio de los expertos implementadores la base de datos, para que ellos elijan según los criterios que mejor les convengan. La información se encuentra en la siguiente forma Sistema Nacional de información del agua: <a href="http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=calidadAgua">http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=calidadAgua</a> Documento que explica cómo se usan los indicadores: <a href="http://sina.conagua.gob.mx/sina/mapas/Calidaddelagua.pdf">http://sina.conagua.gob.mx/sina/mapas/Calidaddelagua.pdf</a> Bases de datos en Excel de los indicadores por estado y municipio: <a href="https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua">https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua</a>						
<b>Indicadores relacionados con el contexto social y los beneficiarios de la medida</b>						
Población en situación de pobreza por estado ( <a href="https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx">https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx</a> ).	E	Permite evaluar el contexto social del sitio donde se implementará la medida.	CONEVAL	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	10 años
Población con carencia a espacios de salud, seguridad social y servicios básicos en la vivienda por estado ( <a href="https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx">https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx</a> ).	E	Permite evaluar el contexto social del sitio donde se implementará la medida.	CONEVAL	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	10 años

inas/AE_pobreza_2018.aspx)				acción de la medida.		
Índice de marginación, grado de vulnerabilidad social, población indígena, población con discapacidad, población de mujeres ( <a href="http://www.atlasnacionaldriesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html">http://www.atlasnacionaldriesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html</a> )	E	Permite evaluar el contexto social del sitio donde se implementará la medida.	CENAP RED	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	No aplica	10 años
Población que cuenta con abastecimiento de agua potable ( <a href="https://datos.gob.mx/busca/dataset?tags=agua-potable">https://datos.gob.mx/busca/dataset?tags=agua-potable</a> ; <a href="https://www.inegi.org.mx/temas/agua/default.html#Mapas">https://www.inegi.org.mx/temas/agua/default.html#Mapas</a> )	E	Permite evaluar el contexto social del sitio donde se implementará la medida.	INEGI	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	10 años
Número de personas (diferenciadas por sexo y edad) beneficiadas directamente con la implementación de la medida.	E	Permite evaluar el aspecto de beneficiarios de la medida.	Local	Número de personas beneficiadas directamente con la medida de implementación, es decir, habría cero en el momento previo a la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
Nivel de aceptación de la medida por parte de grupos étnicos, comunidades, pueblos indígenas, organizaciones civiles, y/o la población en general. (Obtenerlo a través de encuestas)	E	Permite evaluar el aspecto de inclusión de la población para la implementación de la medida y las condiciones que la hacen de viabilidad.	Local	Resultado cuestionario de aceptación de la medida, antes de la implementación de la medida.	Número de personas que aceptan la medida/número de personas que no la aceptan	Anual
Percepción de la población que identifica cambios en su vulnerabilidad al cambio climático y/o la de su entorno. (Obtenerlo a través de encuestas)	E	Permite evaluar la percepción de la población en lo que respecta a los resultados de la medida. Esto puede orientar para las lecciones aprendidas y a localizar áreas de oportunidad en otros sitios donde se desee implementar.	Local	Resultado cuestionario de percepción de riesgos relacionados con cambio climático, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	Anual

Número de reuniones entre los responsables de la medida y los actores clave de la localidad para la implementación y seguimiento	E	Permite evaluar el aspecto de inclusión de la población para la implementación de la medida y las condiciones que la hacen de viabilidad.	Local	Número de reuniones relacionadas con la implementación, es decir, habría cero en el momento previo a la implementación de la medida.	Número de reuniones	Anual
<b>Indicadores relacionados con actividades económicas</b>						
Número de toneladas capturadas de la especie de mayor valor comercial en la zona	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que contemplan cambios en la producción pesquera entre sus metas.	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de toneladas	Anual
Número de personas que se dedican a actividades relacionadas con la pesca en la zona (diferenciadas por sexo y edad)	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que contemplan cambios en la producción pesquera entre sus metas.	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
Número de programas de producción sustentable de especies piscícolas que se han implementado en la zona	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que contemplan producción pesquera sustentable entre sus metas.	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de programas	Anual
Número de pescadores que han sido capacitados por implementar programas de pesca sustentable	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que contemplan producción pesquera sustentable entre sus metas.	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de pescadores	Anual
Número de pescadores que emplean la pesca sustentable	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que contemplan producción pesquera sustentable entre sus metas.	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de pescadores	Anual



Número de agencias u hoteles que promueven actividades ecoturísticas en la zona relacionadas con el manglar.	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que entre sus metas consideran el uso del ecoturismo para conservación del manglar	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de agencias y/u hoteles	Anual
Número de personas que anualmente solicitan recreación en actividades ecoturísticas relacionadas con el manglar	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que entre sus metas consideran el uso del ecoturismo para conservación del manglar	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
Número de personas que se dedican a actividades ecoturísticas relacionadas con el manglar	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que entre sus metas consideran el uso del ecoturismo para conservación del manglar	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
*Indica que no existe certeza de la temporalidad en la que se actualiza el índice						

## 7.8 CONCLUSIONES

Este capítulo presentó una serie de indicadores que se buscó tuvieran las siguientes características para cumplir con una función de monitoreo y evaluación.

- Alineación al objetivo – Se consideraron indicadores de impacto, pero también de gestión y que midieran específicamente los avances en el objetivo de la medida.
- Unidades sencillas – Indicadores sencillos de “traducirse” o aplicarse a la realidad.
- Competencia – Para el caso de los indicadores de escala local, se procuró que los datos requeridos estuvieran dentro de sus atribuciones para calcularlos o solicitarlos. Cuando no era de su competencia, se agregó una liga para rastrear la información.

Una vez que se conocen los proyectos previamente implementados con enfoque de SbN y AbE, es necesario realizar la aproximación de la viabilidad económica de las medidas de AbE más comúnmente utilizadas en los sitios de estudio.

## 8. CAPÍTULO IV

# ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO PARA LAS OPCIONES DE SBN

## 8.1 INTRODUCCIÓN

Con el propósito de generar información que apoye la implementación de dichas medidas, el objetivo de este capítulo es desarrollar un Análisis Costo-Beneficio (ACB) de la conservación de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan, Veracruz. Para lograr dicho objetivo, se realiza la delimitación geográfica de la zona de estudio para identificar la oferta y demanda de los servicios ecosistémicos que brindan los manglares, una revisión sistemática de la literatura sobre métodos de valoración económica de servicios ecosistémicos que brindan los manglares, se describen las metodologías seleccionadas y se presentan los resultados de las distintas valoraciones económicas de beneficios y costos de la conservación. Además de lo anterior, se diseña un instrumento de recopilación de información para un experimento de elección que podría utilizarse cuando las condiciones sanitarias lo permitan.<sup>13</sup> Es importante resaltar que los beneficios y costos se asocian directamente a los servicios ecosistémicos (SE) que brinda el manglar.

Con base en una consulta a cinco expertas y expertos que se realizó mediante cuestionarios enviados por correo electrónico para conocer sus opiniones sobre cuáles podrían considerarse los principales beneficios directos que ofrecen los manglares para las comunidades de Tuxpan, se obtuvieron resultados ~~estuvieron~~ en gran medida acorde a los cuatro SE seleccionados para el presente análisis: i) protección costera contra inundaciones, tormentas, vientos y huracanes; ii) provisión de recursos pesqueros; iii) provisión de recursos maderables; y iv) servicios de recreación. En dichas consultas también se indicaron otros SE como reciclaje de nutrientes, provisión de hábitat para aves, producción de miel y mejora de la calidad del agua. Sin embargo, estos no fueron considerados para el presente análisis. Los resultados de los cuestionarios, así como los nombres de las personas consultadas se muestran en el Anexo 4.1.

El conjunto de beneficios que se originan por los SE que brinda el manglar comprende lo siguiente: De acuerdo con simulaciones realizadas en *Coastal Risk Screening Tool* y con datos del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2011), aproximadamente, entre 24,435 y 30,377 hogares del área de estudio podrían

---

<sup>13</sup> Originalmente, se utilizaría el método de experimentos de elección para identificar el valor de los servicios ecosistémicos que brinda el manglar (beneficios). Sin embargo, la contingencia sanitaria por COVID-19 impidió llevar a cabo el trabajo de campo necesario para recolectar las preferencias de los beneficiarios de dichos servicios. No se descarta que en el futuro este instrumento pueda ser utilizado para validar los resultados presentados en este documento.

beneficiarse de la protección costera que brindan los manglares dependiendo del escenario de cambio climático que se considere en el análisis. Asimismo, para satisfacer el nivel de consumo promedio local de pescados y mariscos, se necesitarían entre 1,172.8 y 1,607.4 toneladas de recursos pesqueros al año, dependiendo del número de localidades urbanas y rurales que se consideren.<sup>14</sup>

La demanda de recursos maderables en la región se limita al uso de madera para leña, cercado de propiedades, fabricación de instrumentos de pesca, venta limitada, construcción, uso medicinal y fabricación de muebles (Basáñez, *et al.*, 2006). A pesar de que, actualmente, no se llevan a cabo actividades de recreación de manera intensiva en manglares, se espera que el avistamiento de aves, de sus paisajes y de vida silvestre incrementen su popularidad. Para identificar el valor económico de dichos beneficios se utilizan los métodos de **costos de reemplazo** (*para protección costera*), **precios de mercado** (*para recursos pesqueros y maderables*) y **transferencia de beneficios** (*para recreación*). De igual forma, en el Anexo 4.2 se presenta una propuesta para el cálculo de beneficios mediante el método de **experimentos de elección** el cual identifica los valores de uso y no uso de los SE que brinda el ecosistema de manglar. En su momento, experimentos de elección se utilizaría para el cálculo de beneficios, pero debido a la contingencia sanitaria causada por la COVID-19 y las dificultades para realizar las encuestas necesarias, se utilizaron métodos alternativos para el cálculo del valor económico de los beneficios. La propuesta metodológica en el Anexo 4.2 representa una oportunidad posterior para realizar el cálculo de beneficios con experimentos de elección.

La provisión de los SE mencionados anteriormente involucran costos de oportunidad de la conservación del ecosistema. Para identificar dichos costos y tener un mejor contexto sobre el sitio, se presenta una descripción de la oferta de los SE. El ecosistema de manglar de la cuenca baja de Tuxpan representa una barrera natural contra vientos, tormentas, inundaciones y huracanes de 19.6 km de longitud. Respecto al SE de provisión de alimentos, de acuerdo con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en el ecosistema se pueden encontrar recursos pesqueros como cangrejos, jaibas, camarones, langostinos, bagre, lisa, mojarra, pargos, robalo y sábalo.

Respecto al SE de provisión de recursos maderables, Lara-Domínguez *et al.* (2009) señalan que existen 1,433 árboles/ha en los manglares de borde en las localidades de Tumilco y Tampamachoco, mientras que en estas mismas localidades para manglar interno la cifra es 2,300 árboles/ha; sin embargo, no todos son idóneos para su aprovechamiento. Por último, La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO; 2018) indica que, para el avistamiento de aves, fauna silvestre y de paisajes naturales, el manglar ofrece la existencia de 1,164 especies, de las cuales, 87 se encuentran en alguna categoría

---

<sup>14</sup> La Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) reporta un consumo per cápita de pescados y mariscos de aproximadamente 13.2 kg por año en México. El consumo local de recursos pesqueros se aproxima multiplicando el consumo per cápita por la población total.

de riesgo y 6 especies se encuentran en peligro de extinción, lo cual puede ser un impedimento para llevar a cabo actividades de recreación en ciertas áreas. Para estimar el valor económico del costo de la conservación se utiliza el método de precios de mercado, o de **ingresos netos**, el cual identifica el costo de oportunidad de mantener la tierra en el uso de suelo actual y no convertirla en tierra de uso agrícola o ganadera. La tabla 32 resume los SE y costos a valorar y sus respectivos métodos.

**Tabla 31.** Servicios ecosistémicos por valorar en el ACB de la conservación de los manglares de la Cuenca Baja de Tuxpan.

	Concepto	Metodología
Costos	Costo (de oportunidad) de conservación	Ingresos netos
Beneficios	Protección costera	Costos de reemplazo
	Recursos pesqueros	Precios de mercado
	Recursos maderables	Precios de mercado
	Turismo (recreación)	Transferencia de beneficios

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** En el Anexo 4.2 se encuentra la propuesta metodológica para el cálculo de beneficios mediante experimentos de elección.

Para presentar el ACB, este capítulo se estructura de la siguiente manera. La primera sección corresponde a la introducción. En la segunda sección se presenta la delimitación geográfica, la oferta y la demanda de los SE en el sitio de estudio. En la tercera sección, se presenta una revisión de literatura sobre los estudios que se han llevado a cabo a nivel internacional para la valoración económica de los SE que brindan los manglares. La cuarta sección presenta la metodología que se utiliza para obtener el valor económico de los beneficios y costos de los SE. La quinta sección presenta los resultados del ACB. Y, por último, la sexta sección presenta un conjunto de consideraciones finales y pasos siguientes en el análisis de costo-beneficio de la conservación de manglares en la cuenca baja de Tuxpan como medida de AbE.

## 8.2 ORIGEN DE LA OFERTA Y DE LA DEMANDA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los manglares proveen SE relacionados con la provisión de recursos maderables, recursos pesqueros, servicios de filtración de agua, hábitat de especies, protección costera, belleza escénica, recreación y captura de carbono (Vo *et al.*, 2012). Con base en la consulta a expertas y expertos mencionada anteriormente y presentada en el Anexo 4.1, los principales servicios ecosistémicos que proveen los manglares de Tuxpan son:

- protección costera,
- recursos pesqueros,
- recursos maderables y
- recreación.

Las localidades cercanas a los manglares, especialmente las que se encuentran detrás de la franja de mangle que colinda con el mar, obtienen los beneficios que brinda este ecosistema por la protección contra huracanes, tormentas tropicales, inundaciones, aumento del nivel del mar y erosión de costas. Asimismo, estos ecosistemas son criaderos de peces y crustáceos, los cuales representan una fuente de alimento para los pobladores de comunidades cercanas. De la misma manera, la posibilidad de llevar a cabo actividades de recreación en el ecosistema representa una potencial fuente de ingresos para las comunidades que poseen o manejan el ecosistema. A pesar de que no se hacen extracciones de recursos maderables en grandes extensiones del manglar, en el estero de Tumilco se reporta extracción de leña para consumo de los hogares cercanos (Basáñez *et al.*, 2006). Bajo estas condiciones, la conservación del manglar representa diversos beneficios para los usuarios de los servicios ecosistémicos y costos para los poseedores del territorio que abarca el manglar.

### Origen de la oferta de servicios ecosistémicos

En este apartado se presenta una breve descripción del origen de la oferta de los SE de protección costera, recursos pesqueros, recursos maderables y recreación que brinda el ecosistema de manglar de la cuenca baja de Tuxpan.

#### Protección costera

La oferta de servicios ecosistémicos que proveen los manglares de la cuenca baja de Tuxpan se puede describir de la siguiente manera. CONABIO (2018) indica que el ecosistema abarca 4,441.73 hectáreas de manglar de borde y de manglar interno. El primer tipo comprende las especies *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y *Avicennia germinans* (mangle negro), mientras que el segundo tipo comprende las especies de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco). La franja de manglar frente a la costa ofrece una barrera natural contra fuertes vientos, tormentas e inundaciones de 19.6 km lineales. Con ello,

este ecosistema disminuye daños potenciales que tendría un escenario de cambio climático pesimista<sup>15</sup> sobre las localidades urbanas y rurales (ver Figuras 4.4, 4.5 y 4.6).

### Recursos pesqueros y maderables

El ecosistema de manglar de la cuenca baja de Tuxpan ofrece diversos recursos pesqueros. Dentro del grupo de crustáceos, se pueden encontrar jaibas (*Callinectes sapidus*), cangrejos (*Goniopsis cruentata*) y camarones (*Litopenaeus setiferus*) (GS Ingeniería Integral, 2003). El grupo de moluscos incluyen a las especies de *Cerithidea pliculosa*, *Acteocina canaliculata*, *Mulinia lateralis*, *Littoridina sphinctostoma*, *Mytilopsis leucophaeata* y *Neritina reclivata*. Gonzalez *et al.* (2012) lleva a cabo un proceso de identificación de peces en Tuxpan e indica que en dicho ecosistema se pueden encontrar 22 especies de la familia *Sciaenidae*, 22 especies de la familia *Serranidae*, 18 especies de la familia *Carangidae* y 18 especies de la familia *Gobiidae*. Asimismo, la CONAFOR indica que en el manglar se pueden encontrar especies comerciales como cangrejos, jaibas, camarones, langostinos, bagre, lisa, mojarra, pargos, robalo y sábalo.

**Tabla 32.** Existencias de recursos forestales y producción de hojarasca.

Especie	Altura promedio (metros)	Densidad (árboles/ha)	Producción de hojarasca (g m <sup>2</sup> /día)	Uso maderable
<i>Rhizophora mangle</i>	7.0	1,433-2,300	3.07	Construcción de viviendas rurales, carbón y leña
<i>Avicennia germinans</i>	8.0	1,433-2,300	3.00	Postes, pilotes y leña
<i>Laguncularia racemosa</i>	4.0	1,433-2,300	2.70	Vigas, postes y leña
<i>Conocarpus erectus</i>	3.1	1,433-2,300	0.48	Carbón y leña

**Fuente:** elaboración propia con datos de Basáñez *et al.* (2008) y de Domínguez y Martínez (2019)

Basáñez *et al.* (2006) indica que las especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*) se utilizan para obtener recursos forestales maderables<sup>16</sup>, especialmente, para leña e insumos para la construcción de viviendas. La última columna de la tabla 33 muestra los usos maderables que suelen darse a las diferentes especies de mangle en otras regiones (Domínguez y Martínez, 2019).

<sup>15</sup> Un escenario pesimista se refiere a las consecuencias esperadas cuando se presenta una trayectoria de concentración de GEIs correspondiente al [RCP8.5](#).

<sup>16</sup> La NOM-022-SEMARNAT 2003 define a los recursos forestales maderables como todos aquellos recursos constituidos por árboles y los recursos forestales no maderables comprenden semillas, resinas, fibras, gomas, ceras, rizomas, hojas, pencas y tallos provenientes de vegetación forestal, así como los suelos de los terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal.



Es importante señalar que tanto Basáñez *et al.* (2006) como Domínguez y Martínez (2019) indican que la mayor parte del aprovechamiento de los recursos maderables lo hacen los usuarios locales, no se trata de un aprovechamiento intensivo. Asimismo, la tabla 33 muestra la altura promedio de árboles, el rango de densidad de árboles por hectárea y la producción de hojarasca en el ecosistema de manglar. Si tomamos en cuenta la extensión del ecosistema y los rangos de densidad, el número total de árboles es de aproximadamente 9.4 millones. Sin embargo, no todos los recursos forestales maderables pueden ser aprovechados (ver NOM-022-SEMARNAT-2003 y NOM-012-RECNAT-1996).<sup>17</sup>

### Turismo (recreación)

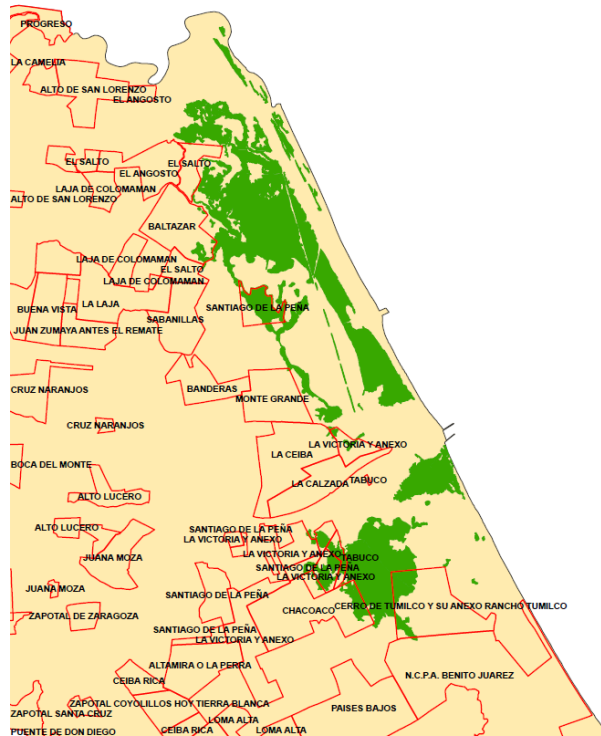
Para el avistamiento de vida silvestre el ecosistema ofrece lo siguiente. CONABIO (2018) reporta la existencia de 1,164 especies, de las cuales, 811 pertenecen al reino animal. De este último grupo, 287 son invertebrados, 14 anfibios, 37 reptiles, 125 peces, 296 aves y 39 mamíferos. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, 87 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo, lo que podría limitar la oferta de servicios de recreación en el manglar. Por ejemplo, las tortugas marinas *Chelonia mydas*, las aves *Cairina moschata*, *Setophaga chrysopariason* (Argüelles-Jiménez *et al.*, 2017), *Geothlypis flavovellata*, *Amazona viridigenalis* y *A. oratrix* (Morales-Martínez *et al.*, 2018) son reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies prioritarias para la conservación por ser catalogadas como especies en peligro de extinción. A pesar de que algunas especies se encuentran amenazadas, existe la posibilidad de desarrollar esquemas de turismo sostenible que permitan la conservación de dichas especies mediante la restauración de sus hábitats. Por ejemplo, algunas de las 182 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de México tienen algún tipo de vocación turística (CONANP, 2021).

Para obtener los costos de conservación se identifica a los proveedores de los SE del manglar. De acuerdo con el *Diagnóstico social y ambiental de Tuxpan* la propiedad del suelo es privada y ejidal. Dentro del primer régimen, se pueden encontrar algunos propietarios privados que se localizan del lado izquierdo del manglar y llevan a cabo, principalmente, actividades ganaderas. Respecto al segundo régimen de propiedad, la Figura 99 muestra la distribución geográfica de los polígonos ejidales que se encuentran listados en el Registro Agrario Nacional. Como se puede observar, los ejidos que cuentan con una mayor extensión de tierra con mangle son: Santiago de la Peña, Baltazar, Victoria y anexo, Tabuco, Chacoaco y Cerro de Tumilco y su anexo Rancho Tumilco. Además de los ejidos mencionados anteriormente, algunas localidades realizan algún tipo de actividades de conservación, tales como, Barra Galindo, Ejido Barra de Galindo y la comunidad de San Antonio.

---

<sup>17</sup> En el ejercicio de valoración económica, presentado en el capítulo 4, se detalla de manera precisa la cantidad de recursos forestales maderables que se pueden aprovechar en el ecosistema de manglar de la cuenca baja de Tuxpan.

Figura 85. Propiedad ejidal del manglar

**Ejidos:**

- Baltazar
- Santiago de la peña
- Monte grande
- La Victoria y anexo
- La Ceiba
- Tabuco
- Chacoaco
- Cerro de Tumilco y su anexo Rancho Tumilco
- NCPA Benito Juárez

**Fuente:** elaboración propia con datos del Registro Agrario Nacional (RAN, 2021)

Como resumen de este apartado, por el lado de la oferta el ecosistema de manglares de la cuenca baja de Tuxpan representa una barrera natural contra vientos, tormentas e inundaciones de 19.6 km de longitud. Respecto a los recursos maderables, con base en Lara-Domínguez, *et al.* (2009) se estima que existen aproximadamente 9.4 millones de árboles en el ecosistema, sin embargo, no todos son idóneos para su extracción. Por último, CONABIO (2018) indica que, para el avistamiento de aves, especies silvestres y de paisajes naturales, el manglar ofrece la existencia de 1,164 especies, de las cuales, 87 se encuentran en alguna categoría de riesgo y 6 especies se encuentran en peligro de extinción.

## Origen de la demanda de servicios ecosistémicos

Ahora se presenta una breve descripción del origen de la demanda de los SE de protección costera, recursos pesqueros, recursos maderables y recreación que brinda el ecosistema de manglar de la cuenca baja de Tuxpan. Se asume que las localidades próximas al ecosistema del manglar demandan dichos servicios para, entre otras cosas, adaptarse al cambio climático (protección costera), contar con alimento (recursos pesqueros), y aumentar los ingresos de los hogares

provenientes del aprovechamiento y uso de recursos maderables y de actividades de recreación. El bienestar de las comunidades próximas a manglares depende de los servicios que brinda este ecosistema. Por lo tanto, el origen de la *demanda* de los cuatro SE mencionados anteriormente se puede describir como sigue.

### Protección costera

En términos de protección costera, referido al primer servicio ecosistémico, se espera que el nivel del mar se incremente en los años próximos como consecuencia del calentamiento global. Utilizando la herramienta *Coastal Risk Screening Tool*, desarrollada por *Climate Central*, se obtuvieron escenarios potenciales de riesgo de inundación en la región de Tuxpan, Veracruz<sup>18</sup> basados en diferentes proyecciones de la trayectoria de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Esto es, cuanto mayor sea el nivel de emisiones de GEI en los años siguientes, el aumento en el nivel del mar alcanzaría un nivel mayor (por calentamiento global) y, por lo tanto, áreas más extensas estarían en riesgo de inundación.

Se muestran cuatro escenarios (figuras 100, 101, 102 y 103) posibles de riesgo de inundación en Tuxpan para los años 2050 y 2100 y las áreas que potencialmente se inundarían. Las Figuras 100 y 101 muestran la proyección del aumento del nivel del mar más la altura promedio de inundaciones anuales de la zona<sup>19</sup> y se utiliza el valor del 50vo. percentil de las proyecciones de aumento en el nivel del mar. Por otro lado, las Figuras 102 y 103 muestran la proyección del aumento del nivel del mar más la altura de una inundación moderada en la zona, se asume un escenario de aumento continuo de emisiones anuales hasta el final del siglo<sup>20</sup> y se utiliza el valor del 95vo. percentil de las proyecciones de aumento en el nivel del mar. Es importante mencionar que, tanto en los escenarios *medios* como en los escenarios *pesimistas*, las proyecciones de riesgos de inundación excluyen áreas potencialmente protegidas por diques, crestas naturales u otro tipo de protección, es decir, estas figuras muestran las zonas que potencialmente se inundarían en ausencia de protección natural o artificial.

Al igual que los riesgos de inundación, diferentes tipos de tormentas amenazan a la población de la región de Tuxpan. Las figuras 104, 105, 106 y 107 muestran la

---

18 Para mayores detalles sobre las fuentes de información y procedimientos de estimación de riesgo, se sugiere consultar: <https://coastal.climatecentral.org/>

19 El nivel de emisiones anuales alcanza su punto máximo en 2040 y, a partir de ese año, las emisiones anuales disminuyen hasta alcanzar un nivel que corresponde a la mitad de las emisiones actuales. Esto se alinea con un objetivo de calentamiento global de 2°C coherente con el Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

20 El nivel de emisiones anuales aumenta durante todo el siglo y es consistente con un calentamiento global de 3-4°C.

ocurrencia y dirección de depresiones subtropicales y tropicales, tormentas subtropicales y tropicales y huracanes en un radio de 250 km de distancia al municipio de Tuxpan, Veracruz (NOAA, 2020)<sup>21</sup>. Se puede observar que la frecuencia de este tipo de fenómenos meteorológicos se ha incrementado a través del tiempo, esto es, durante el periodo 1951-2000 se observa una mayor cantidad de tormentas, huracanes y depresiones que durante los periodos 1850-1900 y 1901-1950.

De acuerdo con las proyecciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) se espera que la frecuencia de estos fenómenos meteorológicos se incremente como consecuencia del cambio climático. Por lo tanto, las poblaciones costeras podrían enfrentar grandes pérdidas materiales y humanas en el futuro, las cuales podrían exacerbarse si no se cuenta con barreras naturales o artificiales que atenúen el impacto de huracanes, tormentas y/o depresiones tropicales. Así, la demanda del SE de protección costera de las localidades expuestas a tormentas y/o huracanes se origina por la necesidad de adaptarse a los retos que impondrá el cambio climático y evitar daños económicos catastróficos, esto es, se considera a la conservación y restauración del ecosistema del manglar como una medida de AbE.

---

<sup>21</sup> Dicha información se puede consultar en:

<https://www.ncdc.noaa.gov/ibtracs/index.php?name=ib-v4-access> y visualizar mediante alguna herramienta de Sistemas de Información Georreferenciada.

## Riesgo de inundación en la región de Tuxpan 2050 y 2100

Figura 86. En 2050 (riesgo medio)

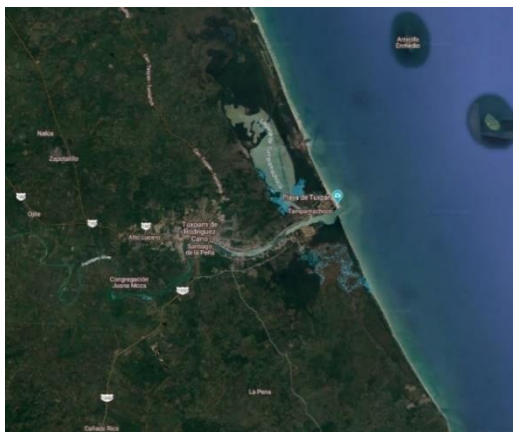


Figura 87. En 2100 (riesgo medio)

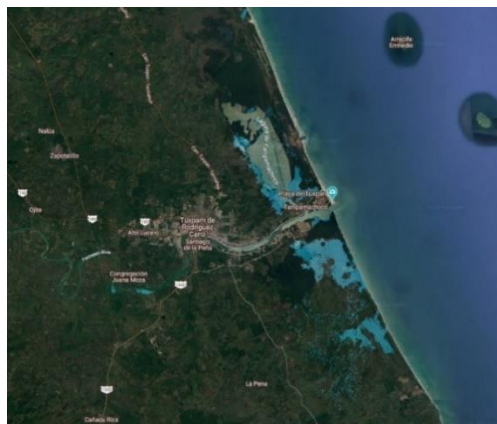


Figura 88. En 2050 (riesgo pesimista)

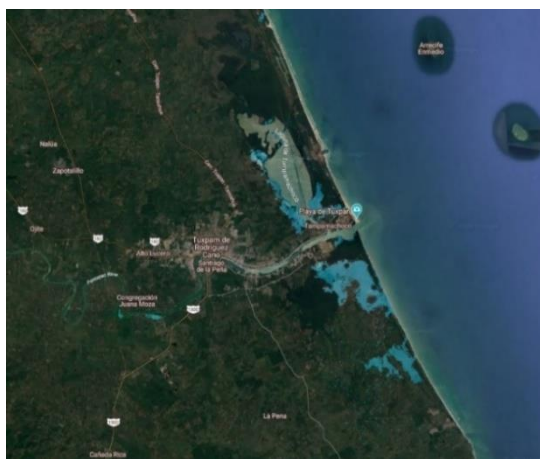
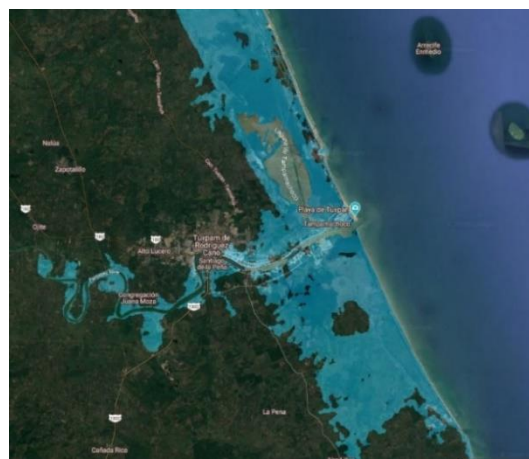


Figura 89. En 2100 (riesgo pesimista)



**Fuente:** elaboración propia con base en Coastal Risk Screening Tool, disponible en <https://coastal.climatecentral.org/>. Nota: para las figuras 4.4 y 4.5 se utiliza la proyección local del nivel del mar más la altura adicional de una inundación anual local, un escenario de contaminación correspondiente a la Trayectoria de Concentración Representativa 2.6(RCP por sus siglas en inglés) y la proyección media del nivel del mar (percentil 50) para los años 2050 y 2100, respectivamente, mientras que para las figuras 4.6 y 4.7 se utiliza la proyección local del nivel del mar más la altura adicional de una "inundación moderada" local, un escenario de contaminación correspondiente a el RCP8.5 y una proyección alta del nivel del mar (percentil 95) para los años 2050 y 2100, respectivamente.



## Huracanes en la región de Tuxpan 1851-2020 (buffer de 250 km)

**Figura 90.** Huracanes, tormentas y depresiones en el periodo 1850-1900



**Figura 91.** Huracanes, tormentas y depresiones en el periodo en 1901-1950



**Figura 92.** Huracanes, tormentas y depresiones en el periodo 1951-2000



**Figura 93.** Huracanes, tormentas y depresiones en el periodo 2001-2020

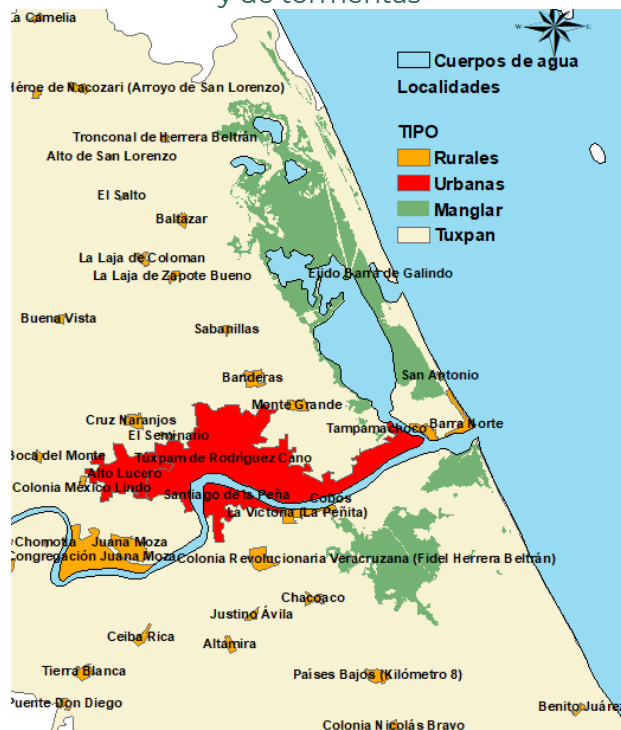


**Fuente:** elaboración propia con datos de NOAA (2020) y carta de uso de suelo y vegetación serie VI (INEGI, 2020).

Tomando en cuenta los riesgos por inundaciones y tormentas descritos previamente, la figura 108 muestra la ubicación del manglar y la distribución geográfica de localidades urbanas y rurales que podrían beneficiarse del SE de protección costera al contar con una barrera natural como el manglar.



**Figura 94.** Población en riesgo de inundación y de tormentas



Localidad	Inundación	Tormentas y huracanes
Altamira	-	191
Alto de San Lorenzo	-	123
Alto Lucero	-	15,011
Baltazar	-	177
Banderas	-	1,312
Barra Norte	448	448
Buena vista	-	104
Ceiba Rica	-	633
Chacoaco	-	562
Cobos	587	589
Colonia Revolucionaria	-	91
Congregación Juana Moza	-	429
Cruz Naranjos	-	712
Ejido barra de galindo	66	-
El Salto	-	116
El Seminario	-	115
Juana Moza	-	661
La Laja de Coloman	-	441
La Laja de Zapote	-	409
La Victoria	1,677	1,677
Monte Grande	482	482
Países Bajos	-	954
Puente Don Diego	-	403
Sabanillas	-	275
San Antonio	198	-
Santiago de la Peña	8,657	8,657
Tampamachoco	875	875
Tierra Blanca	-	1,165
Tronconal de Herrera	-	146
Túxpam de Rodríguez Cano	84,750	84,750
<b>Total</b>	<b>97,740</b>	<b>121,508</b>

**Fuente:** elaboración propia con datos de las figuras 2 y 3, del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2011) y de la carta de uso de suelo y vegetación serie VI (INEGI, 2021). Nota: entre paréntesis el número de habitantes.

Al sobreponer las Figuras 100-103 que muestran las áreas en riesgo de inundación con la Figura 108 que muestra la ubicación de las localidades de la región, se identifica una población en riesgo de inundación de aproximadamente 97,740 personas (24,435 hogares). Al sobreponer las figuras 104-107 que muestran las áreas en riesgo de sufrir las consecuencias de huracanes, tormentas y depresiones tropicales con la Figura 108 que muestra la ubicación de las localidades de la región, se puede identificar a una población en riesgo a los

impactos de huracanes, tormentas y depresiones tropicales de aproximadamente 121,508 personas (30,377 hogares)<sup>22</sup>.

Bajo estas circunstancias, la demanda del SE de protección costera y, por ende, el valor de dicha protección se origina en la población que se encuentra en riesgo de enfrentar daños por inundaciones o tormentas si el ecosistema de manglar no existiera.

### Recursos pesqueros y maderables

Una vez que se han identificado a los beneficiarios potenciales de los SE de protección costera (AbE frente a inundaciones, huracanes, tormentas y depresiones tropicales), se presenta una breve descripción del origen de la demanda de recursos pesqueros y maderables en la zona de estudio. La demanda de recursos pesqueros y maderables se origina, principalmente, en localidades cercanas al ecosistema. De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del municipio de Tuxpan (H. XLI Ayuntamiento de Tuxpan, 2018), existen 31 unidades económicas dedicadas a la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza (0.53% del total de unidades). Este mismo sector emplea alrededor de 5,962 personas (9.59% del total de personal ocupado).

La mayor parte de las actividades del sector primario se relacionan con actividades ganaderas, mientras que la explotación de recursos maderables y pesqueros es limitada. Sin embargo, la demanda potencial de estos recursos se puede inferir de la siguiente manera. Para el caso de los recursos pesqueros, podemos considerar una demanda para satisfacer las necesidades alimentarias de las localidades aledañas al ecosistema de manglar.

La Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) reporta un consumo per cápita de pescados y mariscos de aproximadamente 13.2 kg por año en México (CONAPESCA, 2018). En este sentido, podríamos aproximar la demanda local de recursos pesqueros multiplicando este indicador por la población total. Tomando en cuenta todas las localidades que muestra la Figura 4.12, la demanda local de recursos pesqueros asciende a 1,607.4 toneladas de pescados y mariscos. Si consideramos únicamente a las localidades colindantes con el ecosistema, la demanda de recursos pesqueros asciende aproximadamente a 1,172.8 toneladas. Nótese que esta cifra representaría una aproximación a la demanda local<sup>23</sup>. La demanda actual de recursos maderables es limitada.

---

<sup>22</sup> Esta población representa un límite inferior a la población en riesgo de sufrir impactos negativos causados por tormentas y huracanes.

<sup>23</sup> Esta cifra puede representar un límite inferior de dicha demanda, puesto que, se podría adicionar la demanda por turistas o venta de recursos pesqueros en otras regiones o un límite superior al no restar el consumo de productos enlatados y/o importados o traídos de regiones cercanas.

### Turismo (recreación)

CONABIO (2020) indica que el manglar ha sufrido algunas perturbaciones causadas por actividades humanas, las cuales incluyen el cambio de uso de suelo por desarrollo agrícola, urbano, turístico e industrial. Respecto a la primera causa de perturbaciones en el ecosistema, CONABIO (2020) sugiere que debido a la apertura de la carretera México-Tuxpan, se ha incrementado la afluencia de turistas en la región, esto, por ser la playa más cercana al valle de México. A pesar de que actualmente la mayoría de los visitantes no hacen uso directo del ecosistema de manglares, en el futuro se podrían desarrollar actividades de recreación y generar ingresos adicionales a los hogares de la región.

Recapitulando este apartado, por el lado de la demanda se encuentra que entre al menos 24,435 y 30,377 hogares podrían beneficiarse de la protección costera contra inundaciones y tormentas que brinda los manglares dependiendo del escenario de cambio climático que se utilice.

Asimismo, si se toma en cuenta el nivel de consumo nacional de pescados y mariscos, la demanda de recursos pesqueros para satisfacer dicho consumo oscilaría entre 1,172.8-1,607.4 toneladas de pescados y mariscos al año dependiendo de las localidades urbanas y rurales que se consideren. A pesar de que actualmente no se llevan actividades de recreación de manera intensiva en manglares, se espera que actividades de avistamiento de aves, avistamiento de sus paisajes y avistamiento de vida silvestre incrementen su popularidad en los siguientes años.

## 8.3 REVISIÓN DE LITERATURA: BENEFICIOS DE LA CONSERVACIÓN DE MANGLARES

Los manglares son considerados como uno de los ecosistemas más productivos e importantes de la biósfera a proveer una gran cantidad de servicios ecosistémicos (Bouillon, 2011). Sin embargo, su valor no ha sido reconocido en su totalidad, es decir, bienes y servicios que se pueden medir en términos monetarios no han sido valorados económicamente para un mejor manejo del recurso (Sanjurjo, 2001). En el caso de los servicios ecosistémicos de los manglares a menudo están subvalorados en el análisis costo-beneficio de la conservación en comparación a los usos comerciales del suelo, lo que provoca su degradación y pérdida global (Hernández-Blanco *et al.*, 2018).

La valoración económica de los servicios ecosistémicos que ofrecen los ecosistemas es una herramienta que se aplica cada vez más porque ofrece la ventaja de incluir el concepto de valor de los ecosistemas en los procesos de toma de decisiones políticas y, en este caso, en la gestión de los recursos costeros. Integrar el valor del capital natural en la toma de decisiones políticas es

fundamental ya que el consumo y disfrute de los bienes y servicios que proporciona la naturaleza contribuyen directa e indirectamente al bienestar humano.

El objetivo de esta sección es presentar la revisión de literatura sobre aquellos estudios que calculan el valor económico de los servicios ecosistémicos que brindan los manglares descritos en la sección anterior (demanda). Con ello, se identifica la metodología más apropiada para valorar los beneficios que brinda la conservación de manglares como medida de adaptación al cambio climático. Para hacer dicha revisión, se llevó a cabo una búsqueda sistemática de literatura en las plataformas electrónicas disponibles. El primer paso de la revisión comprende la selección de palabras clave que se utilizan en los buscadores. El conjunto de palabras clave comprende: *mangroves*, *value* y *ecosystem services*. La tabla 34 muestra los resultados de diferentes búsquedas en las plataformas EconLit, Science Direct, IDEAS RePec y ProQuest durante el periodo 1997-2021 a nivel internacional.

**Tabla 33.** Número de estudios encontrados en los motores de búsqueda.

Buscador	Criterio de búsqueda	Número de estudios
EconLit	(ABS) mangrove* AND (ABS) value*	23
EconLit	(ABS) mangrove* AND (ABS) value* AND (ABS) ecosystem service*	11
EconLit	(ABS) mangrove* AND (ABS) value* AND (ABS) benefit*	12
Science Direct	Title, abstract, keywords: mangrove value ecosystem services Title: mangrove	62
IDEAS RePec	Abstract: "mangrove" + "value"	71
IDEAS RePec	Abstract: "mangrove" + "value" + "ecosystem services"	15
ProQuest	TI(mangrove* AND value*)	120
ProQuest	TI(mangrove* AND value* AND ecosystem service*)	14

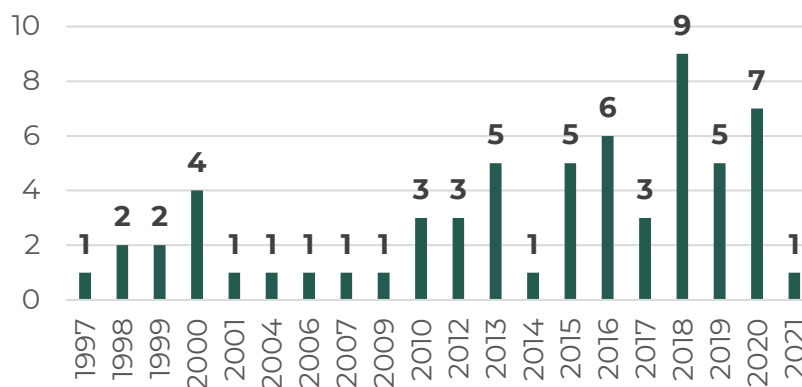
**Fuente:** elaboración propia con base en las salidas de los motores de búsqueda EconLit, Science Direct, IDEAS RePec y ProQuest. Nota: ABS implica búsqueda en el Abstract; TI implica búsqueda en el título; AND implica que el buscador considera todas las palabras clave en conjunto y no de forma aislada; y, \* implica que el buscador considere todas las terminaciones posibles de la palabra.

Como se puede observar en la tabla 34, el número de estudios que resultan de los criterios utilizados difiere de un buscador a otro. Para identificar los estudios relevantes se revisa el título y el resumen de las salidas de los 4 buscadores, eliminando aquellos artículos o textos que no incluyen alguna valoración de SE de los manglares o que aparecen más de una vez en los listados de búsqueda. Como resultado de la búsqueda sistemática de literatura, una vez que se

descartan estudios no relevantes<sup>24</sup> o que aparecen en más de una ocasión, se identificaron 62 estudios que tratan con algún tipo de valoración económica de los SE de los manglares en el mundo (ver Anexo 4.3).

Las figuras 109 y 110 muestran el número de estudios publicados entre 1997 y 2021 y la distribución por tipo de estudio, respectivamente. De acuerdo con el gráfico 1, en la última década las valoraciones de los SE que brindan los ecosistemas de manglar se han incrementado. Esto se debe a la necesidad de contar con información suficiente para guiar la toma de decisiones que permitan transitar hacia un desarrollo sostenible. Del total de estudios identificados en la revisión de literatura, el 74% corresponden a casos de estudio, el 18% a revisiones de literatura y el 8% restante a metaanálisis (ver figura 110).<sup>25</sup>

**Figura 95.** Número de estudios publicados sobre valoraciones de SE de manglares (1997-2021)

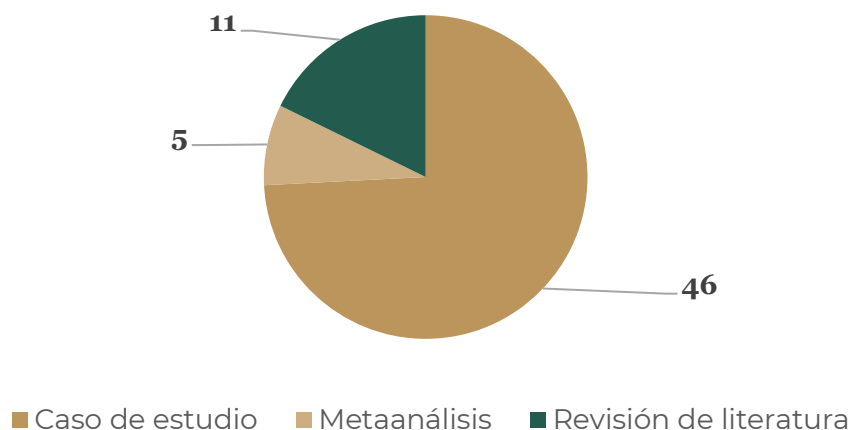


**Fuente:** elaboración propia con base en la revisión de literatura

<sup>24</sup> Se refiere a aquellos estudios que resultaron de la búsqueda sistemática de literatura en las diferentes plataformas pero que no realizan algún ejercicio de valoración económica del SE correspondiente o estudios que discuten de forma teórica los diferentes enfoques de valoración económica.

<sup>25</sup> En la revisión de literatura se realiza una síntesis y discusión de los estudios considerados, mientras que en los metaanálisis se desarrolla algún ejercicio estadístico para identificar los determinantes de la magnitud de los SE considerados.

**Figura 96.** Número de estudios publicados sobre valoraciones de SE de manglares, por tipo de estudio (1997-2021)



**Fuente:** elaboración propia con base en la revisión de literatura

Como resultado de la revisión de literatura se pudo identificar un conjunto diverso de SE que brindan los manglares (ver Anexo 4.3). La tabla 35 nos presenta algunos:

**Tabla 34.** Servicios ecosistémicos que brindan los manglares.

Tipo de Servicio Ecosistémico	Ofrecen beneficios como:
De aprovisionamiento	Alimentos (por ejemplo: recursos pesqueros), recursos genéticos, recursos medicinales, materias primas (como madera), agua.
De regulación	Regulación de la calidad del aire, control biológico, regulación del clima, prevención de erosión, mantenimiento de la fertilidad del suelo y ciclo de nutrientes, moderación de eventos extremos (por ejemplo: protección costera), regulación de los flujos de agua, tratamiento de desechos.
De soporte	Mantenimiento de la diversidad genética, mantenimiento del ciclo de vida de especies migratorias.
Culturales	Belleza estética, información para el desarrollo cognitivo, oportunidades para turismo y recreación experiencias espirituales.

**Fuente:** elaboración con base en revisión de literatura y en Himes-Cornell et al. (2018b)

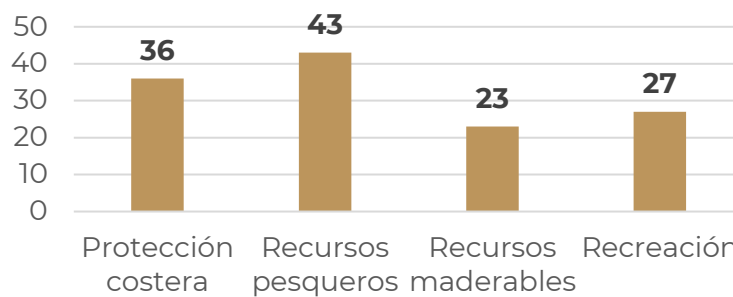
Como se menciona anteriormente, de acuerdo con la consulta a expertas y expertos, los SE de protección costera (regulación), recursos pesqueros y recursos maderables (aprovisionamiento), y de recreación (culturales) son los SE más relevantes en la cuenca baja de Tuxpan. La figura 4.15 muestra el número de



estudios que realiza algún tipo de valoración de los cuatro SE relevantes en el ecosistema de manglar de la cuenca baja de Tuxpan.

Estos estudios agrupan aquellos ejercicios que valoran algún tipo de protección costera, por ejemplo: protección contra tormentas o contra vientos; alimentos en general, considerando a la pesca como la fuente principal; provisión de materias primas, considerando a los recursos maderables como el recurso principal; y, cualquier tipo de actividad de recreación. Asimismo, se consideran aquellos ejercicios que calculan el valor económico de todos o de múltiples SE que brindan los manglares.

**Figura 97.** Número de estudios que valoran los 4 SE (1997-2021)



**Fuente:** elaboración propia con base en la revisión de literatura

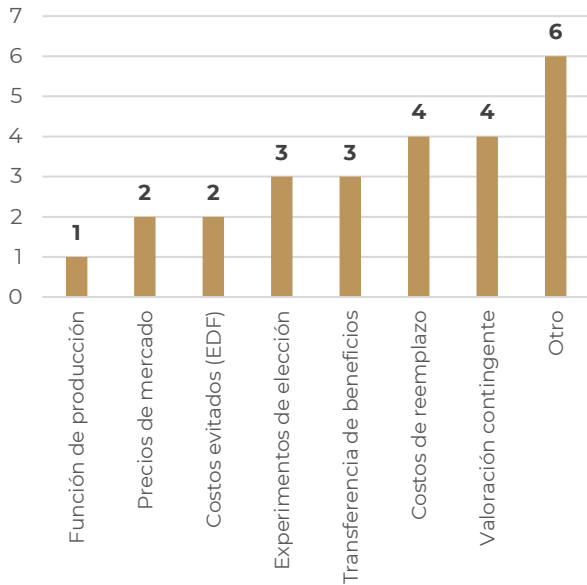
Tomando como referencia la clasificación de la figura 111y, únicamente, los trabajos que consideran algún caso de estudio, las figuras 112-115muestran el número de artículos que utilizan cada una de las metodologías disponibles para identificar el valor económico de los SE de protección costera, recursos pesqueros, recursos maderables y de recreación.

De acuerdo con la figura112, los métodos más recurrentes para valorar el SE de protección costera son la valoración contingente y los costos de reemplazo. Para el SE de aprovisionamiento de recursos pesqueros, la figura 113indica que los métodos más populares para su valoración son los precios de mercado y la función de producción. En el caso del SE de aprovisionamiento de recursos maderables, la figura 114 muestra que los métodos más populares de valoración económica son los precios de mercado, la valoración contingente y los experimentos de elección. Y, para el caso de la valoración del SE de recreación, la figura 115indica que los métodos más populares en la literatura son la transferencia de beneficios, valoración contingente, experimentos de elección y precios de mercado<sup>26</sup>. Como se puede observar, la literatura existente brinda diferentes opciones para los ejercicios de valoración para cada uno de los SE relevantes.

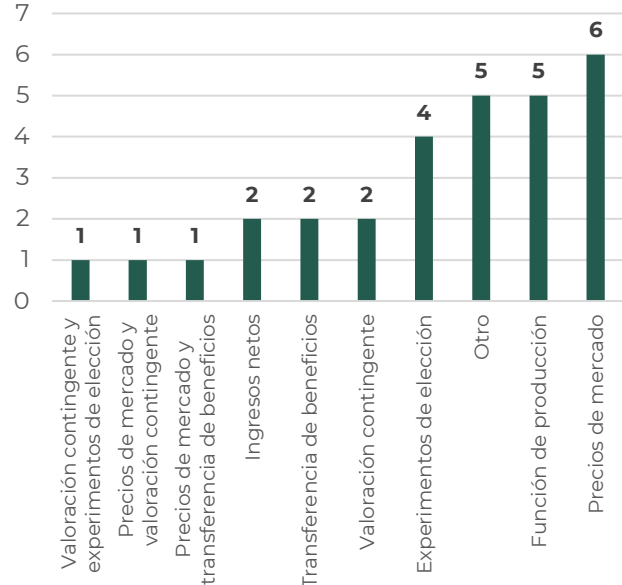
<sup>26</sup> Dos casos de estudio consideran los ingresos totales utilizando precios de mercado.

**Metodologías utilizadas para valorar los SE (número de estudios por SE y metodología)**

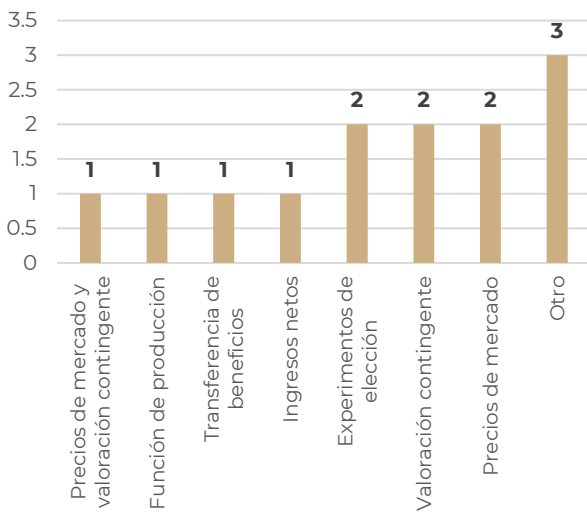
**Figura 98.** Protección costera



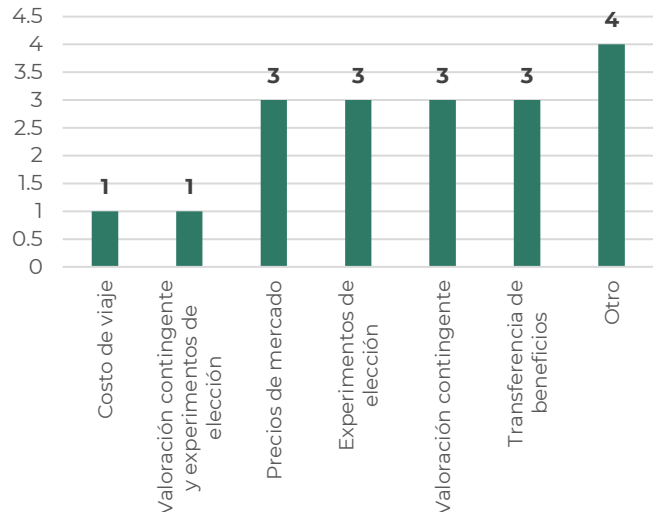
**Figura 99.** Recursos pesqueros



**Figura 100.** Recursos maderables



**Figura 101.** Recreación



**Fuente:** elaboración propia con base en la revisión de literatura

Con el objetivo de guiar la selección de metodologías para la valoración económica de SE que brindan los manglares se pueden considerar las revisiones en Himes-Cornell *et al.* (2018b), Farber *et al.* (2006) y Vo *et al.* (2012). Himes-Cornell *et al.* (2018b) analizan un conjunto de estudios que fueron publicados entre 2007

y 2016 e identifican las metodologías que se han utilizado para valorar diversos SE que brindan los manglares (ver Cuadro 5). Estos autores encuentran que en el 45.7% de los estudios se utiliza el método de transferencia de beneficios. Sin embargo, Himes-Cornell *et al.* (2018b) argumentan que el método de transferencia de beneficios puede no reflejar adecuadamente los valores locales, puesto que se utilizan valores estimados para otros contextos, por lo tanto, dichos valores no son inherentemente transferibles.

Farber *et al.* (2006) y Vo *et al.* (2012) indican que los métodos más apropiados para valorar los SE de protección costera, recursos pesqueros, recursos maderables y recreación son el enfoque de costos evitados, precios de mercado, función de producción, costo de viaje y valoración contingente (Tabla 36).

**Tabla 35.** Métodos de valoración económica de SE de manglares (metaanálisis).

SE	Vo <i>et al.</i> (2012)	Himes-Cornell <i>et al.</i> (2018b)
<b>Protección costera</b>	Costos evitados	Transferencia de beneficios, costos de reemplazo, costos evitados, valoración contingente, costo de los daños, valoración participativa
<b>Recursos pesqueros</b>	Precios de mercado y función de producción	Precios de mercado, transferencia de beneficios, función de producción, experimentos de elección, valoración contingente y valoración participativa
<b>Recursos maderables</b>	Precios de mercado y función de producción	Precios de mercado, transferencia de beneficios, función de producción, experimentos de elección, precios netos, costos de oportunidad
<b>Recreación</b>	Costo de viaje, valoración contingente	Transferencia de beneficios, precios de mercado, costo de viaje, valoración contingente, experimentos de elección, función de producción, valoración participativa

**Fuente:** elaboración propia con base en Vo *et al.* (2012), Himes-Cornell *et al.* (2018b) y Farber *et al.* (2006).

Tomando en cuenta la información presentada en las figuras 4.16-4.19, las recomendaciones de Farber *et al.* (2006) y Himes-Cornell *et al.* (2018b) y las restricciones que impone la contingencia sanitaria sobre la posibilidad de llevar a cabo trabajo de campo (encuestas de valoración contingente, costo de viaje y/o experimentos de elección), los 4 SE relevantes en la cuenca de Tuxpan se podrían valorar con las siguientes metodologías:

- protección costera: costos de reemplazo<sup>27</sup> y costos evitados<sup>28</sup>
- recursos pesqueros: precios de mercado y función de producción
- recursos maderables: precios de mercado y función de producción
- recreación: transferencia de beneficios y precios de mercado<sup>29</sup>

Por disponibilidad de información y por las limitaciones técnicas propias de los métodos, se descartan los enfoques de costos evitados y función de producción. La tabla 37 muestra la metodología que se utiliza en el ACB para cada uno de los SE que brindan los manglares en la cuenca baja de Tuxpan.

**Tabla 36.** Metodologías de valoración económica seleccionadas por Servicios Ecosistémicos.

SE	Metodología
<b>Protección costera</b>	Costos de reemplazo
<b>Recursos pesqueros</b>	Precios de mercado
<b>Recursos maderables</b>	Precios de mercado
<b>Turismo (Recreación)</b>	Transferencia de beneficios

**Fuente:** elaboración propia.

Por último, la tabla 38 muestra los rangos y promedios de los valores económicos de los SE que brindan los manglares obtenidos en ejercicios previos como resultado del uso de diferentes metodologías.

<sup>27</sup> La metodología de costos de reemplazo se toma de la revisión de literatura de este documento (ver gráfico 4a).

<sup>28</sup> La metodología de costos evitados se toma de la sugerencia de Farber et al. (2006) y Vo et al. (2012) y de algunos estudios que resultan de la revisión de literatura de este documento (ver gráfico 4a).

<sup>29</sup> Se consideran los ingresos totales que generan las actividades de recreación.

**Tabla 37.** Valor de los SE que brindan los manglares (USD\$/ha/año).

SE	Método	Mínimo	Máximo	Valores publicados	Costanza et al. (1997) - 1994 USD\$/ha/año	De Groot et al. (2012) y Costanza et al. (2014) - 2007 USD\$/ha/año	Himes-Cornell et al. (2018b) - USD\$/ha/año
<b>Protección costera</b>	Transferencia de beneficios	\$16	\$3,116	9	NA	\$5,351	\$1,086
	Costos de reemplazo	\$35	\$1,879	6			
	Daños evitados	\$91.7	\$91.7	1			
<b>Recursos pesqueros</b>	Transferencia de beneficios	\$5.75	\$23,613	10	\$466	\$1,111	\$8,319
	Función de producción	\$52	\$126,444	3			
	Precios de mercado	\$37	\$560.55	9			
<b>Recursos maderables</b>	Transferencia de beneficios	\$1.45	\$212	8	\$162	\$358	\$2,591
	Función de producción	\$151	\$39,233	4			
	Precios de mercado	\$12	\$2,040	6			
<b>Recreación</b>	Transferencia de beneficios	\$20	\$37,927	6	\$658	\$2,193	\$3,526
	Precios de mercado	\$9.3	\$2,352.15	3			
	Valoración contingente	\$97	\$97	1			
	Costo de viaje	\$2,960.4	\$4,597.71	1			

**Fuente:** valores tomados de Himes-Cornell et al. (2018b). Nota: los valores mínimos y máximos consideran únicamente aquellos valores publicados en USD\$/ha/año (no se consideraron valores por persona o por hogar). Los valores en Himes-Cornell et al. (2018b) no se ajustaron a precios constantes y se considera al 2009 como de referencia para el promedio. El estudio de Costanza et al. (1997) considera el total de humedales y manglares, el estudio de De Groot et al. (2012) y Costanza et al. (2014) considera humedales de marea, manglares y humedales de agua salada, y el estudio de Himes-Cornell et al. (2018b) considera solo manglares.



## 8.4 METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LOS BENEFICIOS

### Costos de reemplazo: protección costera

El método de Costos de Reemplazo (CR) se basa en los costos de infraestructura que provee sustitutos artificiales de un bien o servicio ecosistémico. El método de CR identifica el costo de reemplazar un bien o servicio ecosistémico con un sustituto hecho por el ser humano y, este costo, representa el valor económico de dicho bien o servicio. El argumento central es que la sociedad no tiene que pagar el costo por un sustituto, puesto que, el bien o servicio ecosistémico ya existe. La valoración de un bien o servicio ecosistémico mediante el método de CR puede considerarse como una de las alternativas menos costosas debido a que la información sobre costos es relativamente fácil de obtener respecto a otros métodos de valoración económica (Gunatilake y Vieth, 2000).

Es importante señalar que el método de CR es más apropiado cuando se estima el valor económico de un solo bien o servicio ambiental o de un número limitado de ellos. Lo anterior se debe a que las tecnologías artificiales tomadas como sustitutos, generalmente, no generan todos los servicios que provee un ecosistema (Notaro y Paletto, 2012). Para poder utilizar el método de CR es necesario que existan sustitutos cercanos o perfectos de los bienes o servicios ecosistémicos en cuestión y la validez del método se basa en las siguientes condiciones (Shabman y Batie, 1978; Bockstael *et al.*, 2000):

1. el sustituto artificial proporciona funciones equivalentes en calidad y magnitud al bien o servicio ecosistémico en cuestión,
2. el sustituto artificial es la alternativa que representa el menor costo posible para reemplazar el bien o servicio ecosistémico en cuestión, y
3. los individuos en conjunto, o sociedad, estarían dispuestos a pagar el costo de reemplazo si el bien o servicio ecosistémico desapareciera.

La primera condición plantea la necesidad de identificar el sustituto más cercano posible para que éste pueda proveer la mayoría de las funciones que brinda el bien o servicio ecosistémico. De esta manera, entre más específica sea la función para reemplazar, más fácil será identificar al sustituto artificial. De otra forma, puede ser complicado reemplazar diversas funciones complejas de un ecosistema. La segunda condición busca asegurar la rentabilidad de la alternativa seleccionada, de modo que se pueden analizar diferentes opciones de reemplazo del bien o servicio ecosistémico a valorar. La tercera condición busca asegurar que los costos de reemplazo no sobreestimen el valor del bien o servicio ecosistémico (Sundberg, 2005). Para identificar la disposición a pagar de los individuos se pueden utilizar dos enfoques: i) una encuesta de preferencias declaradas, sin embargo, esto incrementa el costo de la aplicación del método de CR y podría perder la ventaja mencionada anteriormente, y ii) utilizar el método de transferencia de beneficios para obtener una estimación de la

disposición a pagar en un contexto similar y, con ello, se evita que se incrementen los costos de la aplicación del método de CR.

Para implementar el método de CR, Notaro y Paletto (2012) sugieren seguir los siguientes pasos para contextos locales:

- a) la primera fase comprende una breve descripción de los atributos del manglar directa o indirectamente relacionados con la protección costera y la asignación de un índice de su capacidad de proteger a los individuos de fenómenos meteorológicos. Esto sugiere que existen distintos niveles de protección que proveen diferentes especies de mangle y/o condiciones del mangle, *i.e.* la protección costera no es homogénea a lo largo de la extensión del ecosistema.
- b) en la segunda fase se determinan los costos de implementación y de mantenimiento en valor presente de la alternativa de protección artificial para cada uno de los niveles de protección actualmente provistos por el ecosistema y definidos en el punto a.
- c) una vez que se identifican los costos de implementación y de mantenimiento, el valor económico de la protección costera se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$V_{pc} = \sum_{j=1}^J A_j L_j = \left( \frac{M}{(1+r)^t} + C \right) L_j \quad (1)$$

donde,  $V_{pc}$  es el valor económico total de la protección costera,  $A_j$  es el costo anual de reemplazo en valor presente por metro cuadrado de la barrera artificial,  $L_j$  es el tamaño de la barrera artificial que cubre la vegetación con un nivel de protección  $j$ ;  $C$  son los costos totales de instalación,  $r$  es la tasa de descuento,  $t$  es el tiempo (número de años) y  $M$  representa los costos de mantenimiento en los que se incurre durante el periodo de interés.

Considerando el procedimiento anterior, la tabla 39 muestra los requerimientos y fuentes de información para estimar el valor económico total (VET) de la protección costera mediante el método de CR.

**Tabla 38.** Información para el VET de la protección costera.

Información	Fuente
Atributos del manglar	Caracterización del ecosistema de manglar
Costos totales de instalación	Fuentes locales (costo de instalación por metro cuadrado de barrera artificial)
Tasa de descuento	De acuerdo con Huxham <i>et al.</i> (2015), podemos utilizar una tasa de descuento del 10%
Tiempo	De acuerdo con Huxham <i>et al.</i> (2015), podemos utilizar un periodo de tiempo de 20 años
Costos de mantenimiento	Fuentes locales (costo de mantenimiento por metro cuadrado de la barrera artificial)
Superficie por tipo de vegetación	Caracterización del ecosistema de manglar (superficie por condición y/o especie de mangle)

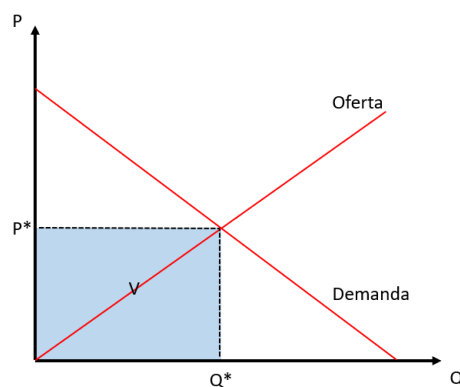
**Fuente:** elaboración propia

Para el ejercicio de valoración económica del servicio de protección costera se desarrolla el procedimiento definido en los pasos a)-c) utilizando la caracterización o línea base del ecosistema de manglar en la cuenca baja de Tuxpan y fuentes de información local. Asimismo, se utilizan los valores que muestra la tabla 39 para verificar el valor del servicio ecosistémico de protección costera (ver revisión de literatura).

## Precios de mercado: recursos pesqueros y maderables

Tomando en consideración el servicio de aprovisionamiento de los recursos pesqueros y maderables y la revisión de literatura de la sección anterior, el valor económico de dichos servicios se obtiene mediante el método de precios de mercado (PM). El valor de dichos servicios es comúnmente determinado por la cantidad de pesca o madera y dicha cantidad es valorada utilizando precios observados en el mercado (Schep *et al.*, 2012; Schuhmann y Mahon, 2015). De acuerdo con la literatura existente, el valor económico de los recursos pesqueros y maderables se puede obtener mediante tres formas: i) utilizando los ingresos brutos, i.e. precio por cantidad, ii) utilizando enfoque del ingreso neto, i.e. ingreso bruto menos costos de producción, o iii) estimando los cambios en los excedentes del consumidor y del productor ante un cambio en la provisión del bien o servicio ecosistémico (Cesar y van Beukering, 2004; Brander y Florax, 2006). Para el primer caso, la Figura 116 (área sombreada-V) y la ecuación (2) muestran el valor económico calculado cuando se utiliza el enfoque de ingresos brutos:

**Figura 102.** Valor económico con ingresos brutos

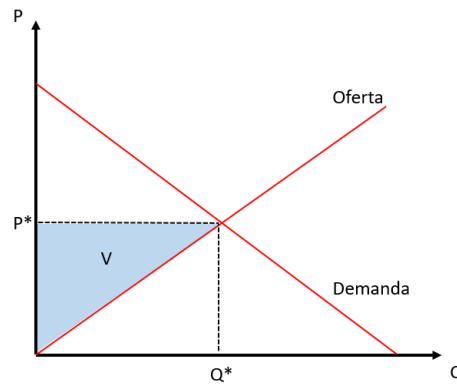


**Fuente:** elaboración propia

$$V_{pb} = P_p Q_p \quad \circ \quad V_{mb} = P_m Q_m \quad (2)$$

donde,  $V_{pb}$  es el valor económico de los recursos pesqueros (ingresos brutos),  $P_p$  es el precio de mercado de los recursos pesqueros y  $Q_p$  es la cantidad de recursos pesqueros. Lo mismo para los recursos maderables. Asimismo, la Figura 117 (área sombreada-V) y la ecuación (3) muestran el valor económico calculado cuando se utiliza el enfoque de ingresos netos:

**Figura 103.** Valor económico con ingresos netos

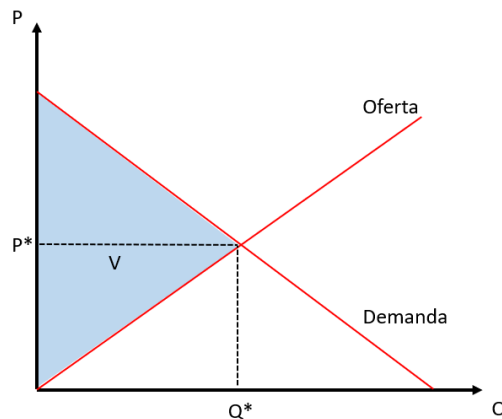


Fuente: elaboración propia

$$V_{pn} = P_p Q_p - CT_p \quad \circ \quad V_{mn} = P_m Q_m - CT_m \quad (3)$$

donde,  $V_{pn}$  es el valor económico de los recursos pesqueros (ingresos netos) y  $CT_p$  son los costos totales en los que se incurre en las actividades de pesca. Lo mismo para los recursos maderables. Y, por último, la Figura 118 (área sombreada-V) y la ecuación (4) muestran el valor económico calculado cuando se utiliza el enfoque de los cambios en los excedentes del consumidor y del productor:

**Figura 104.** Valor económico con excedente del consumidor y productor



Fuente: elaboración propia

$$V_{pe} = \frac{(MDAP_p - P_p)Q_p}{2} + (P_p Q_p - VC_p) \quad \circ \quad V_{me} = \frac{(MDAP_m - P_m)Q_m}{2} + (P_m Q_m - VC_m) \quad (4)$$

donde,  $V_{pe}$  es el valor económico de los recursos pesqueros (cambios en excedentes del consumidor y productor),  $MDAP_p$  es la máxima disposición a pagar por unidad de pesca y  $VC_p$  son los costos variables en los que se incurre en las actividades de pesca.

Es importante señalar que el primer enfoque podría sobreestimar el valor de los recursos pesqueros o maderables por el lado de la producción, puesto que los costos son considerados como parte del valor del recurso. El enfoque de ingresos netos no considera los beneficios que obtienen los consumidores por la provisión de los recursos, por ello, el tercer enfoque (cambios en los excedentes del consumidor y del productor) podría aproximar mejor el valor económico del recurso pues toma en cuenta el beneficio social<sup>30</sup> que éste genera. Sin embargo, la elección del enfoque particular de precios de mercado se limita a la disponibilidad de información estadística para el cómputo de las diferentes variables.

Considerando los 3 casos anteriores, la tabla 40 muestra los requerimientos y fuentes de información para estimar el valor económico total de la provisión de recursos pesqueros y maderables mediante el método de precios de mercado.

**Tabla 39.** Información para el VET de los recursos pesqueros y maderables.

Información	Fuente
Precio por unidad de pesca/madera	Fuentes locales o estadísticas nacionales
Cantidad de pesca/madera	Fuentes locales
Costos totales y variables	Fuentes locales, estadísticas nacionales o transferencia de valores

**Fuente:** elaboración propia

Para el ejercicio de valoración económica de los servicios de provisión de recursos pesqueros y maderables se utiliza el método de PM. Para ello, se consultan fuentes locales, estadísticas municipales y estatales y, en el caso de no existir información, se utiliza una extrapolación de valores a partir de estudios existentes.

## Transferencia de beneficios: recreación

A pesar de que la revisión de literatura sugiere el uso del método de precios de mercado, por disponibilidad de información se utiliza el método de transferencia de beneficios (TB) para obtener el valor económico de las actividades de recreación que podría brindar el ecosistema de manglar. El método de TB utiliza valores o funciones estimadas en estudios de valoración económica existentes

<sup>30</sup> Hablamos de beneficio/costo social debido a que considera a los consumidores y productores.

para extrapolarlos al caso o región de estudio donde se pretende obtener el valor económico en cuestión (Ministerio del ambiente, 2015).

Para que dicha extrapolación arroje resultados correctos, o lo más correctos posibles, se asumen los siguientes supuestos: i) la precisión de las estimaciones depende de la rigurosidad con la que se llevó a cabo el método de valoración económica en el estudio o estudios primarios y de los ajustes metodológicos aplicados al momento de extrapolar los valores y ii) los valores estimados en la región de estudio que arroja la extrapolación se aproximan a los que se obtendrían si lleváramos a cabo un estudio original, i.e. un ejercicio de valoración económica en el sitio de interés.

El procedimiento de extrapolación se puede realizar mediante tres maneras distintas: i) transferencia de valor, ii) transferencia de función, y iii) metaanálisis. En el primer caso, se utiliza el valor económico estimado en el lugar del estudio primario (que no es el del caso de estudio) y se aplica al sitio de estudio. Debido a que existen diferencias en las características de ambos sitios, tales como, geográficas, sociales, económicas y culturales, se tiene que realizar un proceso de ajuste utilizando aquellas variables que capturen dichas diferencias en los dos contextos. Por lo tanto, la siguiente expresión define el valor económico que se obtienen mediante la transferencia de valor o valores:

$$V_{RTj} = V_{Ri}FA_j \quad (5)$$

donde,  $V_{RTj}$  es el valor económico de la recreación en el sitio de estudio  $j$  que resulta de la transferencia de valor del sitio  $i$ ,  $V_{Ri}$  el valor económico de la recreación en el estudio primario en la región  $i$  y  $FA_j$  el factor de ajuste que captura las características de la región  $j$ .

El enfoque de transferencia de función consiste en utilizar los parámetros estimados de la función para el estudio primario en el lugar de interés. Para poder utilizar este enfoque, se asume que las variables de control en la función estimada son las mismas que explican la variación de la variable dependiente en ambos sitios. Por ejemplo, la siguiente función se estima en el estudio primario:

$$V_{Ri} = f(X_i, W_i, Z_i) = \beta_{1i} + \beta_{2i}X_i + \beta_{3i}W_i + \beta_{4i}Z_i + \varepsilon_i \quad (6)$$

donde,  $V_{Ri}$  es el valor económico de la recreación,  $X_i, W_i, Z_i$  son las variables de control,  $\beta_{1i}-\beta_{4i}$  son los coeficientes estimados y  $\varepsilon_i$  es el término de error en el lugar de estudio. Por lo tanto, para obtener el valor de la recreación en el sitio de interés se utiliza la siguiente función:

$$V_{Rj} = f(X_j, W_j, Z_j) = \beta_{1i} + \beta_{2i}X_j + \beta_{3i}W_j + \beta_{4i}Z_j + \varepsilon_i + \varepsilon'_j \quad (7)$$

donde,  $V_{Rj}$  es el valor económico de la recreación y  $X_j, W_j, Z_j$  son las variables de control del sitio de interés,  $\beta_{1i}-\beta_{4i}$  son los coeficientes estimados del estudio primario y  $\varepsilon'_j$  es el error asociado a la transferencia del valor del estudio primario al sitio de interés, el cual es conocido como el error de transferencia.



Para la transferencia de beneficios mediante un metaanálisis se utilizan diversos estudios que calculan el valor económico en diferentes zonas y dicho valor se extrapola al sitio de interés. El enfoque del metaanálisis es una síntesis estadística que utiliza los parámetros estimados del grupo de variables de control de funciones equivalentes. Una de sus grandes ventajas es la posibilidad de explicar la variable dependiente, o valor económico, mediante el conjunto de estimaciones de un conjunto amplio de estudios previos. Al incorporar una gran cantidad de estudios, se disminuye el sesgo en la extrapolación de valores. El procedimiento de extrapolación de valores mediante un metaanálisis comprende los siguientes pasos: i) identificación y descripción del servicio ecosistémico a valorar, por ejemplo: i) recreación, ii) revisión sistemática de literatura para identificar el conjunto de estudios primarios a utilizar en la meta regresión, iii) análisis estadístico de los valores encontrados y iv) extrapolación de valores o funciones para obtener el valor económico del servicio ecosistémico en cuestión.

## Ingresos netos: costo de oportunidad de la conservación

Retomando el planteamiento de la sección de revisión de literatura, se utiliza el método de ingresos netos para identificar el costo de oportunidad de la conservación de los manglares en la cuenca baja de Tuxpan para la adaptación al cambio climático. Mendelsohn *et al.* (1994) desarrolla la metodología de los modelos Ricardianos para la renta de la tierra. De acuerdo con Mendelsohn *et al.* (1994), la renta de la tierra se puede aproximar mediante una función de ingresos netos por superficie agrícola. Así, la función de ingresos netos por hectárea se define como sigue:

$$\pi_{ij} = \frac{P_j Q_{ij} - \sum_{k=1}^K R_k X_{ki}}{L_{ij}} \quad (8)$$

donde,  $\pi_{ij}$  es el ingreso neto por hectárea de la parcela  $i$  del cultivo  $j$ ,  $P_j$  es el precio del cultivo  $j$ ,  $Q_{ij}$  es la cantidad producida del cultivo  $j$  en la parcela  $i$ ,  $R_k$  es el precio unitario del insumo  $k$ ,  $X_k$  es la cantidad de insumo  $k$  utilizada en la producción y  $L_{ij}$  es la superficie cosechada del cultivo  $j$  en la parcela  $i$ . De esta forma, se puede obtener un indicador del costo de oportunidad por hectárea al que está renunciando el poseedor de manglares al mantener el ecosistema en estado de conservación.

La Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2014<sup>31</sup>, que publica el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), recopila información sobre la producción obtenida e insumos utilizados en alrededor de 94,018 parcelas agrícolas en

<sup>31</sup> Se utiliza la ENA 2014 porque la ENA 2012 y 2017 no contienen información de costos para pequeños y medianos productores. La ENA 2019 se encuentra disponible, sin embargo, por condiciones de la pandemia no es posible procesarla vía remota en el laboratorio de microdatos.

México. El ejercicio de valoración económica del costo de oportunidad de la conservación de manglares en la cuenca baja de Tuxpan utiliza información a nivel nacional, estatal y municipal para calcular los valores correspondientes de la ecuación (8). La consulta y el procesamiento de los microdatos de la ENA 2014 se realiza a través del laboratorio de microdatos<sup>32</sup>. A pesar de que actualmente se encuentra con información de la ENA 2017 y 2019, se decidió utilizar la del año 2014 ya que tanto la ENA 2017 como 2019 no contiene información de pequeños productores (solo grandes productores), por lo que utilizar esta información podría sesgar los resultados. De igual forma el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) cuenta con información más reciente de producción agrícola. Sin embargo, el SIAP únicamente reporta datos sobre ingresos, pero no de costos, por lo que con esto no sería posible determinar los ingresos netos.

De igual forma es importante señalar que, para los cálculos a nivel nacional se utiliza información de todos los cultivos reportados en la ENA 2014, para los cálculos a nivel estatal – Veracruz - se utiliza información de todos los cultivos reportados en la ENA 2014, maíz, caña de azúcar, naranja, café y limón, los cuales cuentan con representatividad en la muestra<sup>33</sup>, y los cultivos de maíz y naranja para los cálculos a nivel municipal<sup>34</sup>. Considerando el conjunto de cultivos para cada uno de los niveles de desagregación, las variables comprendidas en la ecuación (8) se obtienen de la siguiente manera:

- $P_j$ : es el precio de venta promedio por tonelada a nivel municipal para el cultivo  $j$  – cuando no existe información a nivel municipal, se utiliza el precio de venta promedio a nivel estatal;
- $Q_{ij}$ : es la cantidad producida del cultivo  $j$  en toneladas en la parcela  $i$ ; y,
- $R_k X_{ki}$ : es el monto total de gasto en el insumo  $k$  utilizado en la parcela  $i$ .
- $L_{ij}$ : es la superficie cosechada en la parcela  $i$  del cultivo  $j$  reportada en la ENA 2014

El ingreso total para la parcela  $i$  se obtiene del producto entre  $P_j$  y  $Q_{ij}$  y dicha información se reporta en la ENA 2014. Asimismo, la ENA 2014 reporta los montos de gasto de los siguientes conceptos: i) gastos en la preparación del terreno, ii) gastos en la siembra, iii) gastos en las labores agrícolas, iv) gastos en fertilizantes y abonos, v) gastos en control de plagas, maleza o enfermedades, vi) gasto en riegos y vii) gastos en la cosecha. Con ello, se toma la diferencia entre los ingresos totales ( $P_j Q_{ij}$ ) y la suma de los gastos anteriores ( $\sum_{k=1}^K R_k X_{ki}$ ) y se divide entre la superficie cosechada en la parcela  $i$  para obtener  $\pi_{ij}$ .

<sup>32</sup> Para más información sobre el proceso para obtener los datos estadísticos, se sugiere consultar el siguiente enlace: <https://www.inegi.org.mx/datos/#titResul>

<sup>33</sup> Los cultivos que cuentan con representatividad a nivel estatal en la muestra son maíz, caña de azúcar, naranja, café y limón. Dicha información se puede consultar en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2014/>

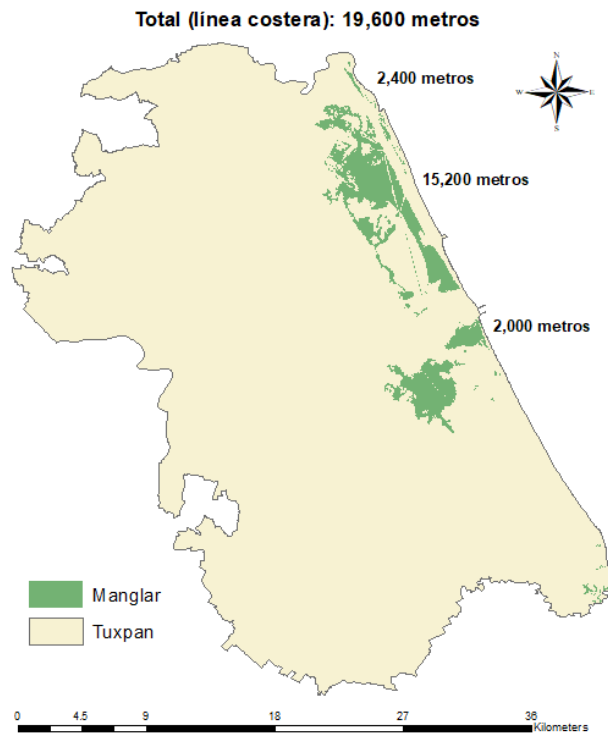
<sup>34</sup> De los cultivos que cuentan con representatividad en la muestra, la ENA 2014 cuenta únicamente con registros para maíz y naranja para el municipio de Tuxpan.

## 8.5 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS

### Protección costera

Sathirathai y Barbier (2001) indican que, con base en estudios ecológicos, es necesario preservar el manglar con al menos 75 metros de ancho a lo largo de la línea costera para que este ecosistema cumpla con la función de protección costera. La Figura 1193 muestra la extensión de la línea costera de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan, Veracruz. Como se puede observar, la línea costera comprende 3 fracciones de mangle con 2,400 m, 15,200 m y 2,000 m de longitud, respectivamente, las cuales cuentan con al menos 75 metros de ancho. Por lo que, los manglares representan una barrera natural contra tormentas, vientos e inundaciones de 19,600 metros de longitud. Es importante señalar que, a pesar de que se cuenta con información sobre las especies de mangle que conforman el ecosistema, no es posible identificar la distribución espacial de dichas especies, por lo que, en el ejercicio de valoración económica se asume que la protección costera es homogénea a lo largo de la línea costera, independientemente del tipo de mangar (ya sea borde o interno).

**Figura 105.** Longitud de la línea costera de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan



**Fuente:** elaboración propia con base en el Marco Geoestadístico Municipal (INEGI, 2020) y Distribución de los manglares en México, 2010 (CONABIO, 2019).

Respecto a los costos de reemplazo de la protección costera que brinda el manglar, Sathirathai y Barbier (2001) utilizan el método de CR en Tailandia tomando como referencia el costo de construir un rompeolas (protección contra la erosión) e indican que el costo por metro lineal de construcción es de \$875 USD/m y en un periodo de 20 años el valor presente neto es de \$34,559 USD/ha<sup>35</sup> con una tasa de descuento del 10%. Asimismo, Huxham *et al.* (2015) realizan un ejercicio de valoración económica de la protección costera en Kenia. En el caso de la protección costera contra la erosión, Huxham *et al.* (2015) argumentan que no existe un costo de reemplazo para Kenia, por lo que utilizan el costo unitario de reemplazo de Sri Lanka.

Este costo unitario de reemplazo se ajusta al contexto local considerando el índice de precios al consumidor (IPC) y la paridad del poder adquisitivo (PPA) del PIB, lo cual resulta en un costo unitario de \$20.81 USD/m lineal por año. Para el caso de protección contra tormentas, Huxham *et al.* (2015) indican que el costo de construir un malecón en Vanga es de \$952 USD/m lineal y se estima un costo de mantenimiento anual del malecón de 1% anual. Ambos valores, \$20.81 y \$952 USD/m lineal, se aplican a la extensión de la línea costera para obtener el valor económico total de la protección costera. Utilizando una tasa de descuento del 10%, un periodo de 20 años y la superficie de los sitios de estudio<sup>36</sup>, Huxham *et al.* (2015) calculan un valor presente neto de \$22.37 millones de USD de 2014.

Al igual que Sathirathai y Barbier (2001) y Huxham *et al.* (2015), en el ejercicio de valoración económica de la protección costera que brindan los manglares de la cuenca baja de Tuxpan se utilizan los costos unitarios de reemplazo estimados por la Asociación Norte Americana de Tablestacas de Acero (NASSPA por sus siglas en inglés) (NASSPA, 2009). Sin embargo, en este estudio de valoración se cuenta con estimaciones para diferentes tipos de barreras y alturas. La tabla 41 muestra los costos de materiales e instalación de diferentes tipos de barreras. El conjunto de barreras hechas por el hombre comprende aquellas hechas a partir de vinyl, madera, concreto y de bolsas de ostras. NASSPA (2009) reporta los costos de materiales y de materiales más instalación de cada una de las barreras por pie lineal (0.305 metros) considerando una altura de la barrera de 8 pies (2.44 metros). Por ejemplo, el costo de construir una barrera de concreto de 1 pie por 8 pies de alto es de \$652 USD de 2009.

Tomando en cuenta los valores de materiales e instalación en las unidades de medida originales, se calcula el costo por metro cuadrado para cada uno de los

---

<sup>35</sup> Una hectárea de protección equivale a 133.33 metros lineales de protección, es decir, se asume que se necesitan 75 metros cuadrados de profundidad en el manglar para proteger un metro de la línea costera. Por lo tanto, se toman 10,000 m<sup>2</sup>/75 m<sup>2</sup>. Los autores también asumen que solo el 30% del manglar necesita ser restaurado/reemplazado por una barrera hecha por el hombre.

<sup>36</sup> Corresponde a 5,566 hectáreas.

tipos de barreras<sup>37</sup>. Una vez que se tiene el costo por metro cuadrado, se hace un ajuste con el IPC para obtener el valor en dólares de 2020<sup>38</sup>. Y, por último, se utiliza el factor de conversión de la paridad del poder adquisitivo (PPA) del PIB<sup>39</sup> (moneda local por USD) que publica el Banco Mundial para ajustar el costo considerando la PPA entre ambos países. Así, dependiendo del material que se utilice para construir la barrera artificial, el costo por metro cuadrado oscila entre \$5,501 y \$15,573 pesos mexicanos de 2020.

**Tabla 40.** Costos unitarios de reemplazo para diferentes tipos de barreras.

Tipo de barrera	Materiales (\$USD2009/pie lineal)	Materiales + instalación (\$USD2009/pie lineal)	Materiales + instalación (\$USD2009/m <sup>2</sup> )	Materiales + instalación (\$USD2020/m <sup>2</sup> )	Materiales + instalación (\$MXN2020 PA/m <sup>2</sup> )
Barrera de vinyl con protección al pie de la estructura.	\$283	\$686	\$923	\$1,114	\$10,453
Barrera de madera con protección al pie de la estructura.	\$241	\$652	\$877	\$1,058	\$9,935
Barrera de concreto con protección al pie de la estructura.	\$476	\$1,022	\$1,375	\$1,659	\$15,573
Barrera de "costa viva".	\$120	\$361	\$486	\$586	\$5,501

**Fuente:** elaboración propia con base en NASSPA (2009). Nota: La barrera de vinyl es una pared vertical rígida, entrelazada de secciones de vinyl (18 pulgadas de ancho en promedio y 300 pies de largo). La barrera de madera es una pared vertical construida de secciones de madera tratada a presión (12 pulgadas de ancho en promedio y 300 pies de largo). La barrera de concreto es una pared vertical construida con varias secciones de concreto (18-36 pulgadas de ancho y 300 pies de largo). Las bolsas de ostras son bolsas de malla de plástico las cuales se llenan con conchas de ostra sueltas (10 pulgadas de diámetro y un peso de 10 libras en promedio).

Una vez que se tienen el costo de materiales más instalación por metro cuadrado, se calcula el costo total de reemplazo para cada tipo de barrera con una altura de exposición de 2 y 3 metros utilizando la extensión de la línea costera. Para calcular el costo de materiales más instalación total, se toma el producto del costo por metro cuadrado, la extensión de la línea costera y la altura correspondiente de la barrera. A esta cifra de costo inicial se le añade el valor presente de la suma de

<sup>37</sup> El costo por metro cuadrado se obtiene como sigue: i) 8 pies cuadrados (1\*8 pies) corresponden a 0.7432 metros cuadrados; ii) entonces, para obtener el costo por metro cuadrado se dividió el costo original entre 0.7432. Por ejemplo, \$686/0.7432=\$923.

<sup>38</sup> Se asume que el costo de 2009 sigue la misma tendencia que el IPC de Estados Unidos.

<sup>39</sup> El factor de conversión de la paridad del poder adquisitivo es un deflactor de precios espacial y convertidor de moneda que controla por diferencias en el nivel de precios entre países, por lo cual permite comparaciones entre volúmenes de bienes y servicios.

flujos de costos de mantenimiento, el cual corresponde a un gasto anual del 1% del costo inicial durante un periodo de 20 años (ver Huxham *et al.*, 2015)<sup>40</sup>. De esta forma, el costo de reemplazo de la protección costera se obtiene al sumar el costo de materiales, el costo de instalación y los costos de mantenimiento. Todas estas cifras se expresan en valor presente en la tabla 42. **Así, el valor económico de la protección costera, estimado mediante el método de costos de reemplazo, oscila entre \$234 y \$662 millones de pesos cuando la altura es de 2 metros y entre \$351 y \$992 millones de pesos cuando la altura es de 3 metros. Estos valores dependen del tipo de material utilizado para construir la barrera natural.**

La tabla 42 presenta el valor económico de la protección costera que brindan los manglares de la cuenca baja de Tuxpan considerando la totalidad de la extensión de la línea costera. Las figuras 120 y 121 muestran el valor económico acumulado de la protección costera para el rango de la extensión de la línea costera.

**Tabla 41.** Valor de la protección costera brindada por manglares de Tuxpan, 2020.

Tipo de barrera (panel A: 2 metros de altura)	Materiales+ instalación (\$MXN2020P PA/m2)	Extensión (metros)	Materiales + instalación (\$MXN2020P PA-2 m de altura)	Materiales + instalación + mantenimiento o (\$MXN2020PP A-2 m de altura-20 años)	Materiales + instalación + mantenimiento (\$MXN2020PPA-2 m de altura-anual)
Barrera de vinyl	\$10,453	19,600	\$409,756,108	<b>\$444,031,879</b>	\$22,201,594
Barrera de madera	\$9,935	19,600	\$389,447,496	<b>\$422,024,468</b>	\$21,101,223
Barrera de concreto	\$15,573	19,600	\$610,452,977	<b>\$661,516,880</b>	\$33,075,844
Barrera de "costa viva"	\$5,501	19,600	\$215,629,672	<b>\$233,666,922</b>	\$11,683,346
Tipo de barrera (panel B: 3 metros de altura)	Materiales+ instalación (\$MXN2020P PA/m2)	Extensión (metros)	Materiales + instalación (\$MXN2020P PA-3 m de altura)	Materiales + instalación + mantenimiento o (\$MXN2020PP A-3 m de altura-20 años)	Materiales + instalación + mantenimiento (\$MXN2020PPA-3 m de altura-anual)
Barrera de vinyl	\$10,453	19,600	\$614,634,161	<b>\$666,047,818</b>	\$33,302,391
Barrera de madera	\$9,935	19,600	\$584,171,244	<b>\$633,036,702</b>	\$31,651,835

<sup>40</sup> Se utiliza una tasa de descuento de 10% y un periodo de 20 años para ser consistentes con otros estudios que realizan ejercicios de valoración similares. Ver por ejemplo Sathirathai y Barbier (2001) y Huxham *et al.* (2015).

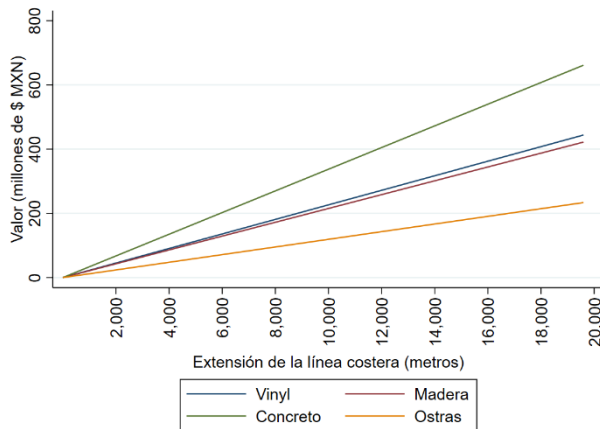


Barrera de concreto	de	\$15,573	19,600	\$915,679,465	<b>\$992,275,321</b>	\$49,613,766
Barrera "costa viva"	de	\$5,501	19,600	\$323,444,508	<b>\$350,500,382</b>	\$17,525,019

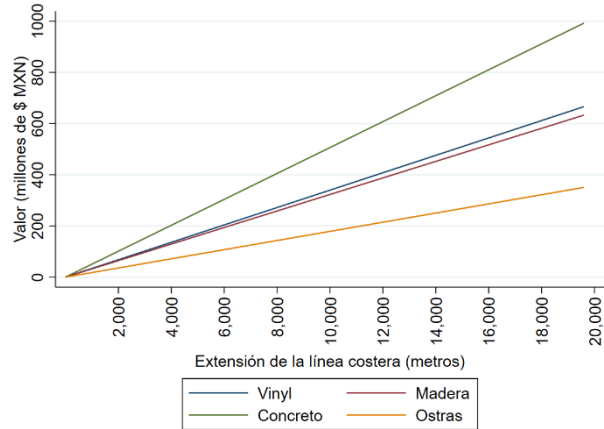
**Fuente:** elaboración propia con base en NASSPA (2009). Nota: La barrera de vinyl es una pared vertical rígida, entrelazada de secciones de vinyl (18 pulgadas de ancho en promedio y 300 pies de largo). La barrera de madera es una pared vertical construida de secciones de madera tratada a presión (12 pulgadas de ancho en promedio y 300 pies de largo). La barrera de concreto es una pared vertical construida con varias secciones de concreto (18-36 pulgadas de ancho y 300 pies de largo). Las bolsas de ostras son bolsas de malla de plástico las cuales se llenan con conchas de ostra sueltas (10 pulgadas de diámetro y un peso de 10 libras en promedio), las cuales forman parte de los costos de los insumos para la construcción de este tipo de barrera.

### Valor de la protección costera aproximado por diferentes tipos de barreras (0-19,600 metros)

**Figura 106.** Valor con barreras de 2 metros



**Figura 107.** Valor con barreras de 3 metros



**Fuente:** elaboración propia con base en NASSPA (2009). Nota: La barrera de vinyl es una pared vertical rígida, entrelazada de secciones de vinyl (18 pulgadas de ancho en promedio y 300 pies de largo). La barrera de madera es una pared vertical construida de secciones de madera tratada a presión (12 pulgadas de ancho en promedio y 300 pies de largo). La barrera de concreto es una pared vertical construida con varias secciones de concreto (18-36 pulgadas de ancho y 300 pies de largo). Las bolsas de ostras son bolsas de malla de plástico las cuales se llenan con conchas de ostra sueltas (10 pulgadas de diámetro y un peso de 10 libras en promedio).

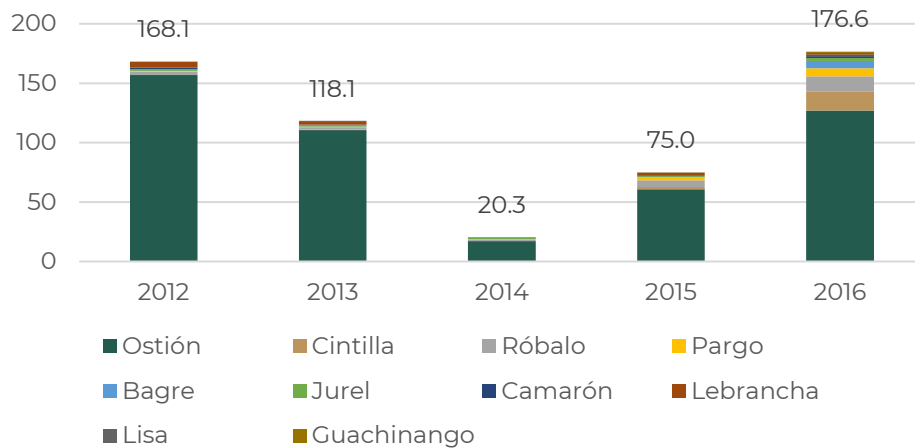
## Recursos pesqueros

Como se mencionó en el apartado de la metodología, para calcular el valor económico del servicio ecosistémico que ofrecen los manglares de la cuenca baja de Tuxpan como soporte a la actividad pesquera se utilizó el método de precios de mercado con enfoque de ingresos netos (ingresos brutos menos costos de extracción). Para esto se tomaron los kilogramos capturados en promedio de peces, crustáceos y moluscos en Tuxpan, la información de su valor de extracción de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), y un aproximado de costos asociados con base en revisión de literatura.

Previamente a la presentación de los resultados es importante señalar dos consideraciones:

- i. Este trabajo se centra en los ecosistemas de mangle de la cuenca baja del municipio. Es decir, aquellos ubicados en la Laguna de Tampamachoco (la Laguna en adelante) y los humedales de Tumilco y Jácome. De acuerdo con Basañez (2005), los humedales de Tumilco y Jácome no presentan algún uso pesquero (y difícilmente lo presentarán) debido a lo pantanoso de los sitios. Por tanto, la Laguna es el único cuerpo de agua del municipio con manglares y aprovechamiento pesquero comercial.
- ii. Se contó con información de la extracción pesquera en la Laguna del 2007 a 2020. No obstante, los resultados pueden mostrarse por un periodo más corto únicamente con fines ilustrativos o, en su caso, como promedio para todo el periodo ya que existe una amplia variación entre las cifras anuales tanto de los niveles como de los valores de extracción.

Durante 2007-2020 se extrajeron en promedio 268 toneladas de recursos pesqueros por año. El 2011 fue el año con el mayor nivel de extracción (799.7 toneladas) mientras que en 2019 fue el año con el menor nivel (0.4 toneladas). Esto último se debe a que en 2019 únicamente se registró oficialmente captura de camarón, cuando en promedio se pescan 13 especies al año. Las principales especies extraídas de 2012 a 2016 por peso desembarcado fueron ostión, cintilla, róbalo, pargo, jurel, camarón, lebrancha lisa y guachinango (Figura 122). En 2016 alrededor del 70% de la extracción fue de ostión, seguido de cintilla (9%) y róbalo (7%). Unas décadas atrás el ostión constituía el 90% de la captura, la lebrancha el 10% y las especies restantes aportaban no más del 5% del tonelaje total (Guzmán del Pro, 1989).

**Figura 108.** Extracción de las diez principales especies de peces en la Laguna de Tampamachoco, 2012-2016

**Fuente:** elaboración propia con información de CONAPESCA.

Nota: ordenado de mayor a menor (de arriba hacia abajo) por nivel extracción en 2016. No se consideraron cifras de 2017 en adelante dado que únicamente se registraron en promedio seis especies por año.

En promedio los ingresos brutos anuales por la extracción pesquera relacionada con los manglares de la Laguna son de 1.65 millones de pesos de 2020. El 2008 fue el año con el mayor ingreso por 5.1 millones de pesos de 2020, mientras que el 2019 fue el de menor ingreso con 28.9 mil pesos de 2020. Este último monto correspondió únicamente al camarón ya que, como se mencionó arriba, fue la única especie reportada ese año. La tabla 43 muestra el valor de extracción de las diez principales especies en la Laguna durante 2012-2016. A pesar de que el Ostión representa el mayor nivel de extracción por peso desembarcado, el róbalo es el de mayor valor económico.

**Tabla 42.** Valor de extracción de las diez principales especies en la Laguna de Tampamachoco, 2012-2016 (miles de pesos de 2020).

Especie	2012	2013	2014	2015	2016	Variación % 2012-2016
Róbalo	253,190.9	164,724.4	113,269.2	431,259.5	604,810.7	139%
Ostión	432,234.5	298,099.1	44,331.2	152,525.0	296,541.6	-31%
Pargo	19,050.1	17,630.0	6,094.2	95,397.1	164,556.1	764%
Camarón	97,696.5	13,807.4	17,593.0	24,835.5	129,462.6	33%
Cintilla	0	9,034.1	0	17,811.3	107,175.3	-
Guachinango	0	0	0	20,495.6	90,305.1	-
Bagre	0	1,078.7	0	0	43,722.4	-
Mojarra	65,617.8	31,585.7	18,619.9	21,881.6	29,245.5	-55%
Jaiba	91,605.9	93,314.4	39,493.7	46,215.3	24,832.4	-73%
Jurel	27,352.3	17,151.3	17,166.7	8,372.6	20,139.1	-26%

Especies restantes	328,097.0	251,580.1	110,355.1	316,061.2	150,036.5	-54%
Total	1,314,845.0	898,005.2	366,923.0	1,134,854.6	1,660,827.3	26%

**Fuente:** elaboración propia con información de CONAPESCA. Nota: ordenado de mayor a menor (de arriba hacia abajo) por valor de extracción en 2016. No se consideraron cifras de 2017 en adelante dado que únicamente se registraron en promedio seis especies por año.

En lo que respecta a los costos de extracción no fue posible encontrar datos en los sitios oficiales del gobierno federal (INEGI, CONAPESCA, etc.) ni en la página del Gobierno del Estado de Veracruz. Y, debido a la pandemia por COVID-19 tampoco fue posible realizar entrevistas locales para obtener los datos. No obstante, se obtuvo un cálculo conforme a lo siguiente. En un estudio elaborado por Sanjurjo *et al.* (2005) en el que calculan el valor económico del servicio de protección de la pesca del ecosistema de mangle en la Laguna de Mexcaltitlán (Nayarit, México), los autores obtienen los costos de extracción a través de los libros de contabilidad de la Cooperativa José María Morelos, la única con derechos de explotación de camarón en la laguna. De acuerdo con este estudio, los costos fijos anuales consideran el derecho que pagan los pescadores por ser miembros de la Cooperativa y el costo anual en el que incurren por la construcción de los tapos<sup>41</sup> (gastos en palas, herramientas, varas de mangle y cable).

Por su parte, los costos variables se calcularon por viaje a los tapos y variaron según la distancia por viaje que los pescadores tenían que recorrer para capturar los camarones atrapados. Para obtener el costo por kilómetro para cada viaje se incluyeron el desgaste del motor y de la lancha, el consumo de aceite y combustible, además del mantenimiento del equipo.

La tabla 44 muestra los ingresos brutos, los costos totales e ingresos netos obtenidos por Sanjurjo y otros. Los ingresos brutos representan el número de especies extraídas multiplicado por su precio, mientras que los ingresos netos se refieren a los brutos menos los costos totales. Para cada uno de los diferentes niveles de esfuerzo pesquero (los tapos), en promedio los costos totales de extracción representan el 34% de los ingresos brutos. Este resultado se asemeja a lo encontrado por Huxham *et al.* (2015) en el que realizan una valoración económica de servicios de aprovisionamiento (recursos maderables y pesqueros), de regulación (captura de carbono y protección costera) y culturales que ofrecen los manglares de la costa del sur de Kenia.

En el caso de los recursos pesqueros los costos de extracción los obtuvieron mediante entrevistas a los pescadores y se consideraron los salarios, las licencias, el combustible y lo relacionado con el mantenimiento y reemplazo de las embarcaciones. De acuerdo con los autores los costos equivalen en promedio al 30% de los ingresos.

<sup>41</sup> Los tapos son zonas de captura divididas por represas que impiden la salida de las especies, pero no del flujo del agua de la laguna. Son trampas de pesca construidas principalmente de vara de mangle blanco.

Con base en lo anterior, para este ejercicio se considera que los costos de extracción de los recursos pesqueros en la Laguna equivalen al 30% de los ingresos brutos. En el Cuadro 14 se muestran los ingresos brutos, los costos e ingresos netos de los últimos cinco años, y el valor promedio anual 2007-2020, todo ajustado a sus valores de 2020 con el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC). En promedio los ingresos netos son de 1.15 millones de pesos. Así mismo, se presenta el valor presente de la suma de flujos del valor anual de la extracción pesquera durante un periodo de 20 años. **Utilizando una tasa de descuento de 10%, el valor económico del servicio ecosistémico de soporte a la pesquería provisto por los manglares de la Laguna es de 10.79 millones de pesos**

**Tabla 43.** Ingresos brutos, ingresos netos y costos de la extracción pesquera en la Laguna de Mexcaltitán en Nayarit, 2002.

Esfuerzo (tapos)	Ingresos brutos (miles de pesos)	Ingresos netos (miles de pesos)	Costos (miles de pesos)	% costos de los ingresos brutos
10	4,090	3,880	210	5.1%
20	7,328	6,924	404	5.5%
30	9,864	9,356	508	5.2%
40	11,548	10,756	792	6.9%
50	12,430	11,444	986	7.9%
60	12,510	11,330	1,180	9.4%
70	11,788	10,464	1,324	11.2%
80	10,286	8,718	1,568	15.2%
90	7,939	6,177	1,762	22.2%
100	4,811	2,855	1,956	40.7%
110	882	-1,268	2,150	243.8%
				33.9%

**Fuente:** elaboración propia con información de Sanjurjo et al. (2016).

**Tabla 44.** Valor anual y presente de la extracción pesquera en la Laguna de Tampamachoco, 2007-2020 (miles de pesos de 2020).

Periodo	Ingresos brutos	Costos	Ingresos netos
2016	1,660.7	498.2	1,162.5
2017	440.6	132.2	308.4
2018	36.5	11.0	25.6
2019	28.9	8.7	20.2
2020	359.1	107.7	251.3

Promedio anual 2007-2020	1,646.2	493.9	1,152.4
Valor presente de 20 años	15,416.53	4,625.33	<b>10,792.13</b>

**Fuente:** elaboración propia con información de CONAPESCA. Nota: el valor presente resulta de la suma de flujos anuales durante el periodo de 20 años utilizando una tasa de descuento del 10%.

De acuerdo con Lara-Domínguez *et al.* (2009), la superficie de la Laguna es de 1,572 ha. Tomando esta superficie y el valor promedio anual de las capturas obtenido en la tabla 45, se puede además estimar el rendimiento por hectárea. La tabla 46 muestra los valores para los últimos cuatro años y para el promedio anual 2007-2020. El rendimiento promedio anual es de \$732.8/ha, equivalente a US\$36.6/ha.

**Tabla 45.** Rendimiento por hectárea de la Laguna del servicio ecosistémico de soporte a la pesca, 2017-2020 (pesos de 2020).

Año	2017	2018	2019	2020	Promedio anual 2007-2020
Hectáreas del cuerpo de agua	1,572	1,572	1,572	1,572	1,572
Rendimiento por ha (pesos)	196.2	16.3	12.8	159.9	732.8
Rendimiento por ha (dólares)	9.8	0.8	0.6	8.0	36.6

Nota: 1 dólar = 20 pesos de acuerdo con el tipo de cambio promedio interbancario 48 horas de 2020 (Banco de México).

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 46.** Valoración económica del servicio ecosistémico de soporte a la pesquería provisto por los manglares.

Fuente	Región	Servicios ecosistémicos	Valor US\$/ha por año	Hectáreas
Lara-Domínguez (1998)	Laguna de Términos (Campeche, México)	Toda la pesca	900	127,000
Aburto-Oropeza <i>et al.</i> (2008)	Golfo de California en México (Baja California, Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa y Sonora)	Pesca de 25 especies de peces asociados al manglar y jaiba azul	37,500	2,133.33



Danemann <i>et al.</i> (2010)	Marismas nacionales y Golfo de California en México (Nayarit y Sinaloa)	Pesca de especies que requieren el manglar en su ciclo de vida	6,051	1,057
Salem <i>et al.</i> (2012)	Mundial	Toda la pesca	23,613	-
Contreras (2016)	Ciénega Grande de Santa Marta, Colombia (manglar de borde)	Algunas especies que requieren el manglar en su ciclo de vida (7 especies de peces y 2 grupos de crustáceos-camarones y jaibas)	5,379	941.4
Este estudio (2021)	Laguna de Tampamachoco (Cuenca baja de Tuxpan, Veracruz, México)	Toda la pesca	36.6	1,572

**Fuente:** elaboración propia con información de los autores mencionados.

Finalmente, en la tabla 47 se observan los resultados de otros estudios de valoración económica del servicio ecosistémico de soporte a la pesca provisto por el manglar y se comparan los resultados obtenidos en este trabajo. Por ejemplo, el estudio de Lara-Domínguez (1998) calcula en US\$17,492.4 el valor económico total de los servicios de los ecosistemas de mangle en la Laguna de Términos, Campeche, considerando valores de uso directo (recursos forestales y recursos pesqueros), valores de uso indirecto (mantenimiento de la calidad de agua y servicios ecológicos para la retención de sedimentos), y valores de no uso (habitats críticos para especies en peligro).

En lo que refiere a recursos pesqueros con valor comercial, el valor por hectárea fue de US\$900. En otro estudio Aburto-Oropeza *et al.* (2008) estiman que en el Golfo de California las especies de peces y crustáceos relacionados con los manglares representan el 32% de la extracción pesquera en pequeña escala en la región, y el valor económico anual de este recurso en 2,133 hectáreas equivale a US\$37,500/ha de mangle de borde. Comparando estos resultados con los obtenidos para el manglar de la Laguna de Tampamachoco, se observa que el aporte del manglar está muy por debajo de los resultados de los otros autores. No obstante, se consideran significativos considerando el promedio de los ingresos netos anuales y el valor económico presente de 20 años.

## Recursos maderables

Para estimar el valor económico del servicio ecosistémico de provisión de recursos maderables que brinda el manglar de la cuenca baja de Tuxpan, se utiliza el método de precios de mercado mediante ingresos brutos. Es importante señalar que, a pesar de que la NOM-022-SEMARNAT-2003 (DOF, 2003) y el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (DOF, 2014) no permiten la extracción de recursos maderables, estos recursos tienen un valor monetario que podría materializarse en el mercado si se eliminan dichas restricciones. En este ejercicio de valoración económica se identifica dicho valor con el objeto de generar información útil para la toma de decisiones y no para promover su explotación. Así, la valoración económica del servicio ecosistémico de provisión de recursos maderables consiste en: i) obtener el volumen total de recursos maderables; ii) estimar el volumen de extracción anual de recursos que permita la conservación del ecosistema; y, iii) utilizando precios de mercado de los principales usos de dichos recursos, se estima el valor anual y valor presente de la extracción de recursos maderables considerando un periodo de 20 años.

La ficha de caracterización GM56 *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica* (Lara-Domínguez et al., 2009) reporta características de ubicación, físicas, socioeconómicas, biológicas y de estructura de la comunidad vegetal de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan<sup>42</sup>. La tabla 47 muestra las características de la estructura vegetal de los manglares. En el manglar de borde se observan alturas de 7 y 8 metros, mientras que en el manglar interno de 4 y 6 metros. En el manglar interno se observa una densidad de árboles mayor a la de manglar de borde. Considerando una franja de 100 metros de ancho a lo largo de la colindancia del manglar con cuerpos de agua, la superficie cubierta por manglar de borde representa el 14.35% de la superficie total. Si consideramos el número de árboles promedio por hectárea y la superficie cubierta por cada tipo de mangle, las existencias totales ascienden a 9.42 millones de árboles. El área basal<sup>43</sup> en el manglar interno es superior a la del mangle de borde. Esto se atribuye a las diferencias que existen entre las densidades de árboles en ambos tipos de manglar.

---

<sup>42</sup> Estero de Tumilco y Jácome, laguna de Tampamachoco y Barra de Galindo.

<sup>43</sup> El área basal se define como el área que cubren los árboles por unidad de superficie. El área que cubre un árbol se mide a una altura de 1.3 metros.

Tabla 47. Características de la estructura vegetal.

Tipo de manglar	Especie	Altura (m)	Densidad (árboles/ha)	Área (ha)	Árboles (tipo)	Densidad relativa	Árboles (especie)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)
Manglar de borde	Negro ( <i>A. germinans</i> )	8	1,433.3	621	890,079	33%	293,726	16.6
	Rojo ( <i>R. mangle</i> )	7				67%	596,353	
Manglar interno	Negro ( <i>A. germinans</i> )	6	2,300.0	3,707	8,526,192	83%	7,048,319	30.3
	Rojo ( <i>R. mangle</i> )	4				15%	1,250,508	
	Blanco ( <i>L. racemosa</i> )	4				3%	227,365	

**Fuente:** elaboración propia con base en (Lara-Domínguez, et al., 2009). Nota: las áreas de manglar de borde e interno se calcularon con ayuda del software ArcGis 10.8 considerando 100 metros de ancho de la franja del manglar de borde y se considera a los bordes del manglar que colindan con cuerpos de agua, i.e. ríos, lagunas y mar. El número de árboles por especie se calcula utilizando la densidad relativa.

Valdez (2004) y Téllez y Valdez (2012) indican que el volumen del arbolado se puede obtener utilizando la siguiente expresión:

$$V = [0.00543946 + 0.00003622(D^2H)] * A \quad (9)$$

donde,  $V$  es el volumen total (m<sup>3</sup>),  $D$  es el diámetro normal del árbol medido a 1.3 metros de altura (cm),  $H$  es la altura promedio de los árboles (m) y  $A$  es el número total de árboles en la zona de estudio. El área basal se define como sigue:

$$AB = \frac{\pi}{4} D^2 a \left( \frac{1}{10,000} \right) \quad (10)$$

donde,  $AB$  es el área basal por hectárea medida a 1.3 metros de altura (m<sup>2</sup>/ha),  $a$  es el número de árboles por hectárea y  $\frac{1}{10,000}$  es el factor de ajuste que nos permite expresar el área basal en m<sup>3</sup> debido a que el diámetro se expresa en cm. Dado que la ficha descriptiva del sitio reporta el área basal por hectárea,  $AB$ , y el número de árboles por hectárea, podemos manipular algebraicamente la ecuación (10) y reescribirla como sigue:

$$D = \sqrt{\frac{40,000 AB}{\pi a}} \quad (11)$$

Así, utilizando las ecuaciones (9) y (11), la tabla 49 muestra el volumen total de recursos maderables. En promedio, el volumen por hectárea para manglar de borde e interno es de 63.91 y de 91.51 m<sup>3</sup>, respectivamente. Valdez (2004) identifica un volumen de 86.6 m<sup>3</sup>/ha en Nayarit, Téllez y Valdez (2012) volúmenes de 23 m<sup>3</sup>/ha, 44.4 m<sup>3</sup>/ha y de 68.9 m<sup>3</sup>/ha, Gitundu et al. (2002) un volumen de 153 m<sup>3</sup>/ha

en Kenia y FAO (2007) un volumen de 226 m<sup>3</sup>/ha en Indonesia. Así, los valores estimados para el caso de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan se encuentran dentro del rango identificado en la evidencia nacional e internacional sobre manglares. De acuerdo con la tabla 49, los 9.42 millones de árboles cuentan con un volumen total de 378.9 mil metros cúbicos.

**Tabla 48.** Existencias totales de recursos maderables.

Tipo de manglar	Especie	Densidad (árboles/ha)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Diámetro (cm)	Área (ha)	Árboles (especie)	Altura promedio (m)	Volumen (miles de m <sup>3</sup> )
Manglar de borde	Negro ( <i>A. germinans</i> )	1,433.3	16.6	12.1434	621.00	293,726	8	14.15
	Rojo ( <i>R. mangle</i> )					596,353	7	25.54
Manglar interno	Negro ( <i>A. germinans</i> )	2,300.0	30.3	12.9513	3,707.04	7,048,319	6	295.27
	Rojo ( <i>R. mangle</i> )					1,250,508	4	37.19
	Blanco ( <i>L. racemosa</i> )					227,365	4	6.76

**Fuente:** elaboración propia con base en (Lara-Domínguez et al., 2009) Nota: las áreas de manglar de borde e interno se calcularon con ayuda del software ArcGis 10.8 considerando 100 metros de ancho de la franja del manglar de borde y se considera a los bordes del manglar que colindan con cuerpos de agua, i.e. ríos, lagunas y mar. El número de árboles por especie se calcula utilizando la densidad relativa.

Para estimar el valor económico del flujo anual de recursos maderables se asumen tasas de extracción anual del 1%, 2.5% y 5% de las existencias totales. En otras palabras, si la tasa de regeneración natural del mangle fuera de 0% anual, las existencias totales se agotarían en 100, 40 y 20 años, respectivamente, o si el manglar alcanza su madurez en 100, 40 y 25 años, estas tasas de extracción asegurarían la conservación de las existencias (uso sostenible del recurso). Basáñez et al. (2006) y (Lara-Domínguez, et al., 2009) indican que los usos más importantes de los recursos maderables en los manglares de la cuenca baja de Tuxpan son la leña y los postes para construcción y cercado.

Tomando en cuenta las tasas de extracción propuestas y los precios de la leña en Orozco-Hernández et al. (2018) y de los postes en Basáñez et al. (2006) ajustados a sus valores de 2020 con el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) de México, la tabla 50 muestra el valor monetario de los recursos maderables. Cuando se asume que el uso de los recursos es para consumo de leña, entonces, el valor anual oscila entre \$422 miles de pesos y \$2.1 millones de pesos, mientras que cuando el uso es para postes, su valor anual se encuentra entre \$1.64 y \$8.18 millones de pesos (ver Panel A del Cuadro 19). **Al igual que en los ejercicios de valoración económica de los servicios ecosistémicos restantes, el valor**

presente de la suma de flujos anuales durante un periodo de 20 años y con una tasa de descuento del 10% oscila entre \$3.96 y \$19.78 millones de pesos en el caso de la leña y entre \$15.33 y \$76.63 millones de pesos en el caso de los postes (ver Panel B de la tabla 50).

**Tabla 49.** Valor de la provisión de recursos maderables.

Panel A: valor anual	Tipo de manglar	Especie	Árboles (especie)	Volumen (miles de m <sup>3</sup> )	Valor por nivel de extracción anual: leña (\$1,000 de 2020)			Valor por nivel de extracción anual: postes para construcción (\$1,000 de 2020)		
					1%	2.5 %	5%	1%	2.5 %	5%
					Manglar de borde	<i>A. germinans</i>	293,726	14.15	15.77	39.43
	<i>R. mangle</i>	596,353	25.54	28.47	71.18	142.36	103.65	259.12	518.23	
Manglar interno	<i>A. germinans</i>	7,048,319	295.27	329.16	822.91	1,645.82	1,225.00	3,062.49	6,124.99	
	<i>R. mangle</i>	1,250,508	37.19	41.46	103.65	207.31	217.34	543.35	1,086.69	
	<i>L. racemosa</i>	227,365	6.76	7.54	18.85	37.69	39.52	98.79	197.58	
<b>Total</b>		<b>9,416,271</b>	<b>378.91</b>	<b>422.41</b>	<b>1,056.02</b>	<b>2,112.04</b>	<b>1,636.55</b>	<b>4,091.37</b>	<b>8,182.74</b>	
Panel B: valor presente 20 años	Tipo de manglar	Especie	Árboles (especie)	Volumen (miles de m <sup>3</sup> )	Valor por nivel de extracción anual: leña (\$1,000 de 2020)			Valor por nivel de extracción anual: postes para construcción (\$1,000 de 2020)		
					1%	2.5%	5%	1%	2.5 %	5%
					Manglar de borde	<i>A. germinans</i>	293,726	14.15	147.71	369.27
	<i>R. mangle</i>	596,353	25.54	266.64	666.60	1,333.19	970.64	2,426.60	4,853.19	
Manglar interno	<i>A. germinans</i>	7,048,319	295.27	3,082.59	7,706.49	15,412.97	11,472.01	28,680.02	57,360.03	
	<i>R. mangle</i>	1,250,508	37.19	388.28	970.70	1,941.40	2,035.36	5,088.39	10,176.78	
	<i>L. racemosa</i>	227,365	6.76	70.60	176.49	352.98	370.06	925.16	1,850.32	
<b>Total</b>		<b>9,416,271</b>	<b>378.91</b>	<b>3,955.82</b>	<b>9,889.54</b>	<b>19,779.08</b>	<b>15,326.14</b>	<b>38,315.35</b>	<b>76,630.70</b>	

**Fuente:** elaboración propia con base en (Lara-Domínguez, et al., 2009), Basáñez et al. (2006) y Orozco-Hernández, et al. (2018). Nota: Orozco-Hernández, et al. (2018) reporta un precio de \$105 y de \$111.48 pesos de 2020 por m<sup>3</sup> de leña. Basáñez et al. (2006) reporta un precio por poste de \$10 y de \$17.38 pesos de 2020 por poste. Se asume que de cada árbol se puede obtener un poste.

Los valores monetarios de la tabla 50 consideran que los recursos maderables se extraen de forma parcial, es decir, se trata de un flujo anual. Sin embargo, si las existencias actuales se aprovecharan en un solo año para el consumo de leña, i.e. el stock completo se aprovecha en un solo periodo de tiempo, el valor del stock

sería aproximadamente de \$42.24 millones de pesos y de \$163.65 millones de pesos si se trata de postes para la construcción y cercado<sup>44</sup>.

## Recreación

Para calcular el valor económico del servicio ecosistémico de recreación en la cuenca baja de Tuxpan, se utiliza el método de transferencia de beneficios mediante el enfoque de metaanálisis. Siguiendo el procedimiento de la sección metodológica, se lleva a cabo una revisión sistemática de literatura con el propósito de identificar aquellos estudios que estiman el valor económico de dicho servicio en otras regiones. El primer paso de la revisión de literatura consiste en la selección de palabras clave que se utilizan en los motores de búsqueda, las cuales son: *value*, *recreation*, *ecosystem service*, *contingent valuation*, *travel cost* y *choice experiment*<sup>45</sup>. Los términos anteriores se utilizan como criterios de búsqueda en las plataformas EconLit, Science Direct, IDEAS RePec y ProQuest para cualquier periodo y lugar donde exista algún registro que cumpla dicho criterio.

La tabla 51 muestra el conjunto de documentos identificados en la revisión sistemática de literatura. Se encontró que 18 estudios (con 24 estimaciones) identifican el valor monetario del servicio de recreación en zonas similares a los manglares de la cuenca baja de Tuxpan. Para aproximar el valor monetario del servicio de recreación, de manera más precisa, se excluyeron aquellas valoraciones que identifican el valor de este servicio en ecosistemas diferentes al del sitio de estudio, tales como: bosques, lagos, etc.

Para conocer los detalles de las valoraciones económicas existentes en cada uno de los estudios mostrados en la tabla 51 se extrae el valor de recreación total, la superficie, el número de visitantes y el método que utilizan en cada uno de los estudios primarios. La tabla 52 muestra las estadísticas descriptivas de las estimaciones que se reportan en la literatura internacional. Como se puede observar, en promedio, el valor del servicio de recreación asciende a \$7,417 USD por hectárea al año y las muestras de los ejercicios de valoración utilizan, en promedio, 3,960 observaciones. Los métodos más populares para calcular el valor monetario del servicio de recreación en los estudios primarios son el método de costo de viaje (37.5% de las estimaciones) y el de valoración contingente (33.33%).

---

<sup>44</sup> Estos valores se obtienen al multiplicar el número total de árboles y el volumen total de madera de cada una de las especies de mangle por sus precios correspondientes. Esto es, el 100% del stock se consume en un solo periodo de tiempo.

<sup>45</sup> Los términos de búsqueda se ingresaron en los motores de búsqueda en inglés y español.



**Tabla 50.** Estudios que identifican el valor monetario del servicio de recreación.

Estudio	País	Lugar	Método
Almendarez-Hernández <i>et al.</i> (2020)	México	Isla Cerralvo Baja California Sur	Costo de viaje
Anoop y Suryaprakash (2008)	India	Estuario Ashtamudi	VC (DAP)
Anoop y Suryaprakash (2008)	India	Estuario Ashtamudi	VC (DAP)
Christiernsson (2003)	Tailandia	Islas Phi Phi	Costo de viaje
CONANP-GIZ (2017)	México	Parque Nacional Arrecifes de Cozumel	Experimento de elección (DAP)
Dikgang y Hosking (2016)	Sudáfrica	Esteros de África del Sur: The Heuningnes, Kleinmond, Klein, Palmiet, Cefane, Kwelera y Haga-Haga	VC (DAP)
Dikgang y Hosking (2016)	Sudáfrica	Esteros de África del Sur: The Heuningnes, Kleinmond, Klein, Palmiet, Cefane, Kwelera y Haga-Haga	VC (DAP)
Englin <i>et al.</i> (2003)	Brasil	Reserva de la Biosfera Lagamar	Costo de viaje
Heagney <i>et al.</i> (2019)	Australia	728 áreas protegidas Nueva Gales del Sur (NSW) en el sureste de Australia	Costo de viaje
Hernández-Trejo <i>et al.</i> (2009)	México	Parque Nacional Bahía de Loreto	Costo de viaje
Hernández-Trejo <i>et al.</i> (2012)	México	Parque Nacional Archipiélago Espíritu Santo	Costo de viaje
Juárez <i>et al.</i> (2019)	México	Cabo San Lucas, BCS	Análisis de componentes principales
Juárez <i>et al.</i> (2019)	México	Los Barriles-Buenavista, BCS	Análisis de componentes principales
Juárez <i>et al.</i> (2019)	México	Isla Cerralvo, BCS	Análisis de componentes principales
Júdez <i>et al.</i> (1997)	España	Parque Nacional de las Tablas de Daimiel	VC (DAP)
Liu <i>et al.</i> (2010)	Estados Unidos	Humedales agua dulce– New Jersey,	GIS
Liu <i>et al.</i> (2011)	Global	Coastal and Nearshore Marine Ecosystems	Metaanálisis
Rodriguez (2000)	España	Áreas Naturales	Metaanálisis
Salazar y Suárez (1998)	España	Parque Natural de L'Albufera,	VC (DAP)
Sarmiento (2004)	Argentina	Lago de Termas de Río Hondo en Santiago del Estero	VC (DAP)
Sarmiento (2004)	Argentina	Lago de Termas de Río Hondo	Costo de viaje
Ubillus-Nevado (2019)	Perú	ANP Perú: Manglares de Tumbes, (SNMT)	Costo de viaje

Ubillus-Nevado (2019)	Perú	ANP Perú: Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS)	Costo de viaje
Wellman y Noble (1997)	Estados Unidos	Corpus Christi Bay National Estuary	VC (DAP)

**Fuente:** elaboración propia con base en la revisión de literatura. Nota: VC: valoración contingente; DAP: Disposición a Pagar; GIS: sistemas de información georreferenciada, por sus siglas en inglés.

**Tabla 51.** Estadísticas descriptivas de estimaciones sobre el valor monetario del servicio de recreación – evidencia internacional.

Variable	Obs.(N)	Media	DE	Min	Max
Superficie (miles de has)	23	3,721	16,652	0.140	80,000
Número de visitantes (miles)	17	552	2,049	1.426	8,500
Valor de recreación (millones de USD)	24	10,645	50,975	0.001	249,951
Valor de recreación (USD/ha)	24	7,417	18,734	0.289	72,933
Desviación estándar (DE)	24	969	2,102	0.002	8,464
Observaciones en la muestra	24	3,960	12,891	21	62,000

**Fuente:** elaboración propia con base en la revisión de literatura. Nota: los valores originales se transformaron a USD de 2020 considerando el siguiente procedimiento: i) utilizando el valor reportado en moneda local del año de estudio, se calcula el valor de recreación en moneda local a precio de 2020 utilizando el Índice Nacional del Precios al Consumidor correspondiente; ii) una vez que se tiene el valor en moneda local a precios de 2020, se utiliza el factor de conversión de la paridad del poder adquisitivo del PIB de 2020 para ajustar el valor original a USD internacionales de 2020.

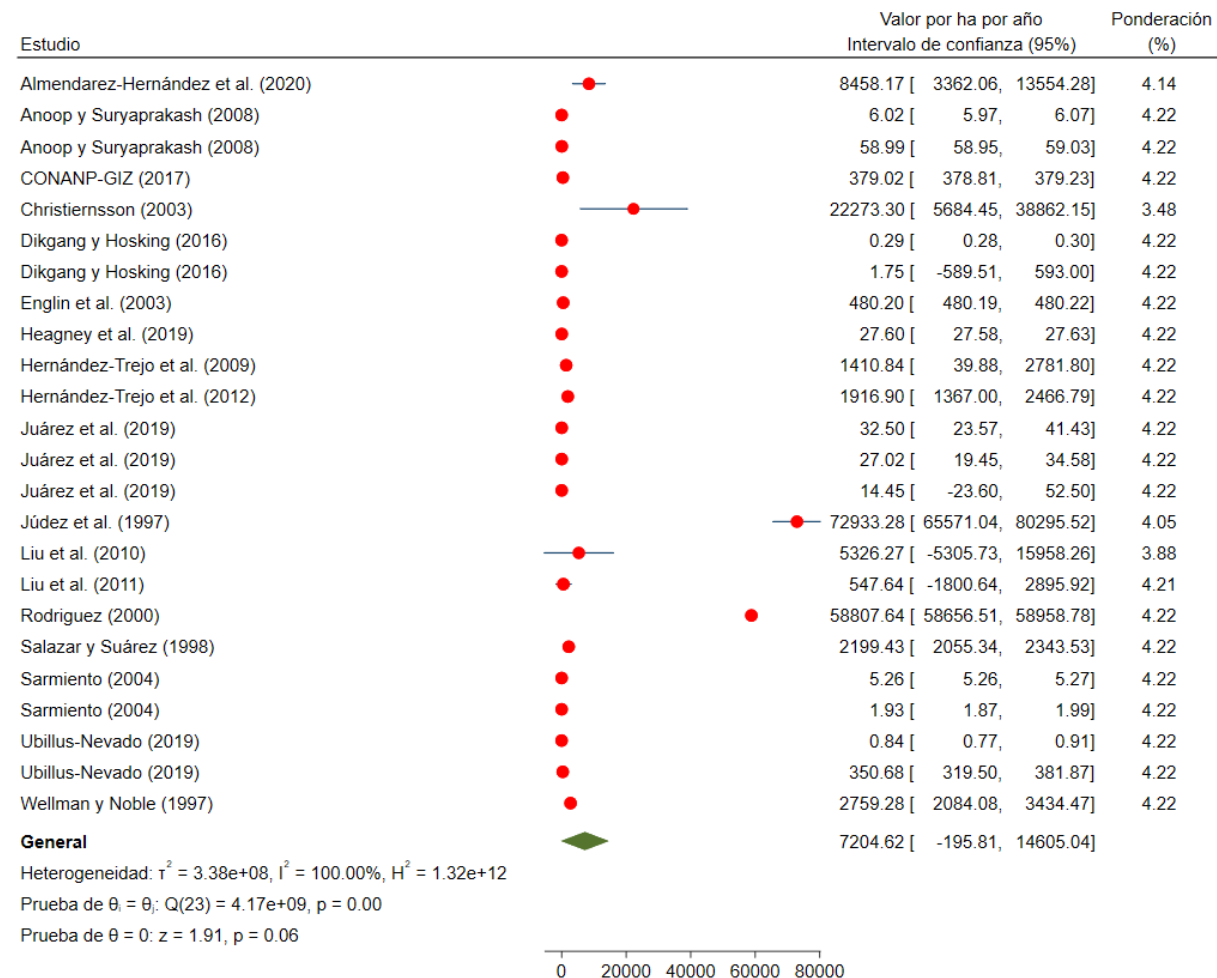
La figura 123 muestra la distribución de las valoraciones monetarias del servicio de recreación en la literatura internacional. Asimismo, la tabla 53 muestra los resultados del metaanálisis, en donde se observa que el valor monetario del servicio de recreación en sitios similares a los manglares de la cuenca baja de Tuxpan oscila entre \$632 y \$9,572 USD de 2020 por hectárea.

Cuando se consideran todas las estimaciones de la muestra, el valor del servicio ecosistémico de recreación asciende a \$7,206 USD por hectárea. Sin embargo, si consideramos los estudios que se han desarrollado en sitios de México, dicho valor asciende a \$688 USD por hectárea al año. Respecto al método, existen variaciones significativas entre los resultados que se obtienen al utilizar el método de costo de viaje y el de valoración contingente. El primero sugiere que el valor del servicio de recreación por año es de \$632 USD por hectárea, mientras que el segundo indica que dicho valor asciende a \$9,572 USD por hectárea.

Asimismo, los resultados del metaanálisis sugieren que el valor monetario estimado en estudios previos depende de las categorías que se incluyan en el servicio de recreación, esto es, cuando solo se contempla el valor de recreación

por pesca deportiva, dicho valor asciende a \$932 USD por hectárea, mientras que cuando se incluyen todas las actividades recreativas este valor puede alcanzar los \$9,533 USD por hectárea al año.

**Figura 109.** Valor monetario del servicio de recreación – evidencia internacional (USD de 2020)



Modelo de Efectos Aleatorios REML  
 Ordenado por: estudio

**Fuente:** elaboración propia con base en la revisión de literatura. Nota: los valores originales se transformaron a USD de 2020 utilizando el siguiente procedimiento: i) utilizando el valor reportado en moneda local del año de estudio, se calcula el valor de recreación en moneda local a precio de 2020 utilizando el Índice Nacional del Precios al Consumidor correspondiente; ii) una vez que se tiene el valor en moneda local a precios de 2020, se utiliza el factor de conversión de la paridad del poder adquisitivo del PIB de 2020 para ajustar el valor original a USD internacionales de 2020.

**Tabla 52.** Resultados del metaanálisis del valor monetario del servicio de recreación.

	Todos	Lugar		Método			Concepto	
		México	Otros países	Costo de viaje	Valoración contingente	Otros métodos	Recreación (pesca)	Recreación (general)
$\theta$	7,205.62	687.73	9,560.84	632.02	9,571.98	9,341.44	932.23	9,532.95
se ( $\theta$ )	3,775.79	360.73	5,294.96	291.91	8,887.01	8,351.23	546.43	5,296.73
Z	1.91*	1.91*	1.81*	2.17**	1.08	1.12	1.71*	1.80*
P(z)	0.06	0.06	0.07	0.03	0.28	0.26	0.09	0.07
Estudios	24	7	17	9	8	7	7	17

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados de las estimaciones del metaanálisis. Nota: Z es el estadístico que se utiliza para probar la hipótesis nula que el verdadero tamaño del efecto  $\theta = 0$ . P es el p-valor del estadístico Z y  $\Phi(|Z|)$  es la distribución acumulativa normal estándar.

Considerando las estimaciones del valor monetario de las actividades de recreación para México y el valor del servicio de recreación (general) mostradas en la tabla 54, se calcula el valor total del servicio de recreación en los manglares de Tuxpan<sup>46</sup>. Para ser consistentes con el ejercicio de valoración económica del servicio de protección costera, se utiliza una tasa de descuento del 10% para calcular el valor presente de la suma de flujos del valor anual de recreación durante un periodo de 20 años. La tabla 54 muestra el valor de recreación por hectárea, el valor anual y el valor total durante los 20 años cuando el 10%, 25%, 50% y 100% del área del manglar se destina a actividades de recreación, respectivamente.

**Tabla 53.** Valor monetario del servicio de recreación en los manglares de Tuxpan.

Superficie (ha)	Valor ha/año (MXN 2020)		Valor anual (millones de MXN 2020)		Valor total (millones de MXN 2020)	
	México	Recreación (turismo en general)	México	Recreación (turismo en general)	México	Recreación (turismo en general)
444.17	6,402.65	88,750.11	2.84	39.42	<b>26.63</b>	<b>369.17</b>
1,110.43	6,402.65	88,750.11	7.11	98.55	<b>66.58</b>	<b>922.92</b>
2,220.87	6,402.65	88,750.11	14.22	197.10	<b>133.16</b>	<b>1,845.84</b>
4,441.73	6,402.65	88,750.11	28.44	394.20	<b>266.33</b>	<b>3,691.69</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados de las estimaciones del metaanálisis. Nota: el valor por hectárea resulta de multiplicar el valor en USD del

<sup>46</sup> Al utilizar este rango, incluimos el valor para todos los estudios. Asimismo, el valor de la recreación (general) es similar al resultado para otros países y al de otros métodos diferentes al costo de viaje. Sin embargo, los resultados de valoraciones que utilizan el método de costo de viaje no son estadísticamente significativos, incluso, con un nivel de confianza del 90%.

cuadro 22 por el factor de conversión de la paridad del poder adquisitivo del PIB (pesos por USD internacionales). El valor anual resulta del producto entre el valor por hectárea en pesos y la superficie correspondiente. El valor total resulta de la suma de flujos anuales durante el periodo de 20 años utilizando una tasa de descuento del 10%. Se eligieron rangos de 10%, 25% 50% y 100% por motivos de presentación.

**La tabla 54 indica que el valor del servicio de recreación de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan oscila entre \$27 y \$266 y entre \$369 y \$3,692 millones de pesos si se consideran las estimaciones para México y las estimaciones a nivel internacional que consideran todas las actividades de recreación, respectivamente.** Es importante mencionar que, las estimaciones que utilizan estudios primarios desarrollados en México aproximan el valor del servicio de recreación con mayor precisión, debido a que consideran un contexto similar al del caso de estudio. Por otro lado, los resultados que se basan en evidencia internacional para aproximar el valor de recreación pueden utilizarse para dimensionar la importancia de este servicio ecosistémico y utilizarse como un límite superior en el ejercicio de valoración económica.

## Costos de la conservación

Con base en la metodología de ingresos netos descrita en la sección 4.4 y la información de la ENA 2014, la tabla 55 muestra las estadísticas descriptivas de los cálculos de ingresos netos a nivel nacional, estatal y municipal para los cultivos correspondientes. A nivel nacional, el ingreso neto por hectárea, en promedio, asciende a \$6,630 pesos. Es importante resaltar que algunos productores incurren en pérdidas de hasta \$15,249 por ha., mientras que otros obtienen ingresos netos de hasta \$114,603 por ha.

Para aproximar el costo de oportunidad de la conservación de manglares (ingresos netos agrícolas que dejan de percibir los propietarios de la tierra), podemos considerar el valor esperado de los ingresos netos en el municipio de Tuxpan y el estado de Veracruz. Para todos los cultivos, se espera un ingreso neto por hectárea de \$11,356 pesos, mientras que para los 5 cultivos con representatividad en la muestra se espera un ingreso neto medio que oscila entre \$939 y \$22,956 pesos por ha. En el municipio de Tuxpan, se espera un ingreso neto por hectárea de \$2,073 pesos cuando se consideran todos los cultivos. Debido a que las condiciones del mercado estatal podrían dominar a las condiciones del mercado municipal, podríamos considerar el rango de \$939-\$22,956 con un valor medio de \$11,356 pesos por hectárea como el costo de oportunidad de la conservación de manglares para la adaptación al cambio climático.

**Tabla 54.** Estadísticas descriptivas de ingresos netos (\$ de 2014 por ha).

Variable	Obs.	Media	DE	Mínimo	Máximo
Ingreso neto (México)	94,018	6,630	16,316	-15,249	114,603
Ingreso neto (Veracruz)	4,633	11,356	18,192	-15,249	113,062
Ingreso neto (Veracruz-maíz)	1,299	939.4	4,905	-14,667	64,933
Ingreso neto (Veracruz-caña de azúcar)	420	16,435	12,033	-15,249	70,161
Ingreso neto (Veracruz-naranja)	556	5,793	8,253	-11,599	72,783
Ingreso neto (Veracruz-café)	706	9,828	13,252	-10,256	104,967
Ingreso neto (Veracruz-limón)	330	22,956	12,410	-9,346	91,481
Ingreso neto (Tuxpan)	59	2,073	6,154	-7,040	35,897
Ingreso neto (Tuxpan-maíz)	20	-908.9	2,590	-5,886	3,888
Ingreso neto (Tuxpan-naranja)	19	2,207	4,592	-7,040	14,857

**Fuente:** elaboración propia con datos de la ENA 2014 (INEGI, 2015)

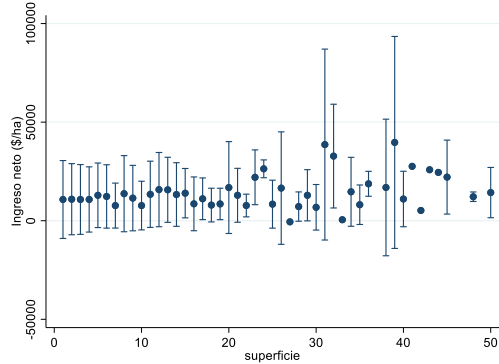
Con el propósito de observar la heterogeneidad que existe en la distribución de ingresos netos, se obtienen los ingresos netos medios y sus desviaciones estándar para diferentes valores de la superficie cosechada. Las figuras 124-129 muestran las medias y +/- una desviación estándar de los ingresos netos por hectárea para un rango de superficie entre 1 y 50 hectáreas en el caso de todos los cultivos y entre 1 y 30 hectáreas para los cultivos con representatividad a nivel estatal en la muestra. Como se puede observar en los gráficos 28-33 no existe una asociación clara entre el costo de oportunidad de la conservación (ingresos netos por ha) y la superficie utilizada para la producción de bienes agrícolas, es decir, los productores que utilizan una extensión de tierra superior no obtienen ingresos netos por unidad de superficie diferentes a aquellos productores que utilizan menos superficie.

Debido a que no se observa una asociación clara entre superficie e ingresos netos por hectárea, podemos utilizar los valores medios de la muestra como medida del costo de oportunidad de la conservación, i.e. el ingreso neto por uso agrícola que dejan de percibir los dueños de la tierra por conservar el ecosistema del manglar. Por lo tanto, se puede utilizar un valor medio de \$11,356 por ha/año y un rango entre \$939 y \$22,956 por ha/año como una medida del costo de oportunidad de la conservación del manglar, así como una medida de adaptación al cambio climático en la cuenca baja de Tuxpan. Es importante señalar que el costo de oportunidad depende del cultivo seleccionado y de las condiciones idóneas del terreno para la producción de ciertos cultivos.

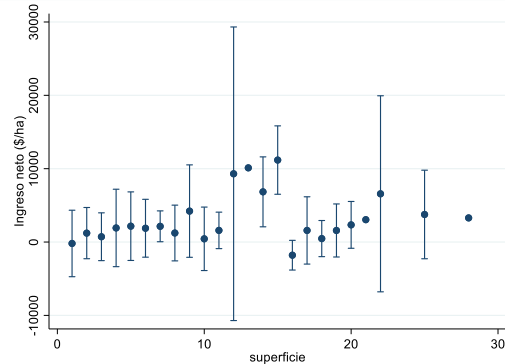


## Valores medios y desviación estándar de ingresos netos por hectárea en Veracruz (precios de 2014)

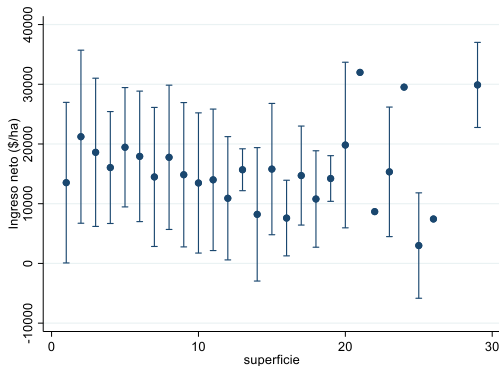
**Figura 110.** Ingresos netos por hectárea en Veracruz - todos los cultivos



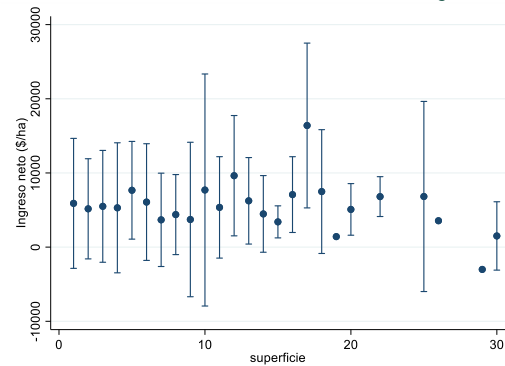
**Figura 111.** Ingresos netos por hectárea en Veracruz - maíz



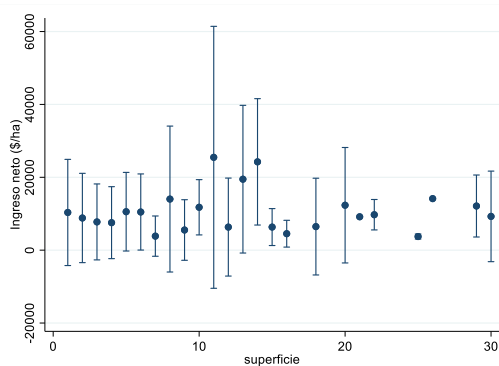
**Figura 112.** Ingresos netos por hectárea en Veracruz - caña de azúcar



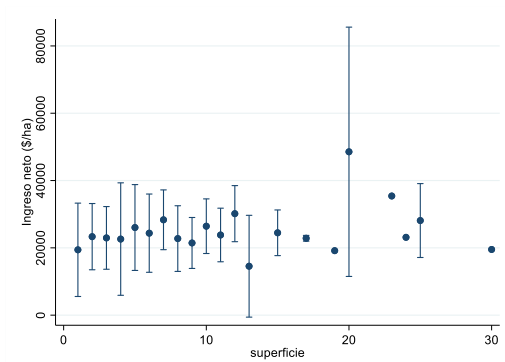
**Figura 113.** Ingresos netos por hectárea en Veracruz - naranja



**Figura 114.** Ingresos netos por hectárea en Veracruz - café



**Figura 115.** Ingresos netos por hectárea en Veracruz - limón



**Fuente:** elaboración propia con datos de la ENA 2014 (INEGI, 2015)

Considerando los valores medios de ingresos netos por ha de los cultivos con representatividad estatal en la ENA 2014 para el estado de Veracruz y de todos los cultivos en dicha entidad federativa y en el municipio de Tuxpan, la tabla 56 presenta el costo de oportunidad anual y la suma, en valor presente, de flujos

durante un periodo de 20 años con una tasa de descuento del 10%. Como se puede observar **el valor anual del costo de oportunidad oscila entre \$5.23 y \$127.79 millones de pesos de 2020, mientras que el costo de oportunidad de la conservación durante un periodo de 20 años se ubica entre \$48.97 y \$1,196.73 millones de pesos de 2020.**

**Tabla 55.** Costo de oportunidad de la conservación de manglares de la cuenca baja de Tuxpan.

Cultivo(s)	\$2020/ha	Área (ha)	Costo de oportunidad - anual (millones de \$2020)	Costo de oportunidad - 20 años (millones de \$2020)
Maíz (Veracruz)	1,177	4,442	5.23	48.97
Naranja (Veracruz)	7,260	4,442	32.25	302.00
Café (Veracruz)	12,317	4,442	54.71	512.35
Caña de azúcar (Veracruz)	20,597	4,442	91.49	856.78
Limón (Veracruz)	28,770	4,442	127.79	1,196.73
Todos los cultivos (Tuxpan)	2,598	4,442	11.54	108.07
Todos los cultivos (Veracruz)	14,232	4,442	63.22	592.00

**Fuente:** elaboración propia con datos de la ENA 2014 (INEGI, 2015). Nota: el ingreso neto por hectárea en precios de 2020 se calculó utilizando la inflación acumulada durante el periodo 2014-2020 que muestra el INPC.

## Análisis Costo-Beneficio (ACB)

El ACB de la conservación de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan considera la suma de beneficios o valor monetario de los cuatro servicios ecosistémicos más relevantes que brinda el manglar, y el costo de oportunidad de la conservación el cual se aproxima por los ingresos que se podrían obtener al hacer un cambio de uso de suelo hacia la producción agrícola. Para hacer la comparación entre beneficios y costos se considera la suma de flujos anuales en valor presente durante un periodo de 20 años y una tasa de descuento del 10%.

Considerando lo anterior, la tabla 57 muestra una síntesis de los valores monetarios de beneficios y costos obtenidos en la sección anterior. Se muestran los valores para:

- distintos tipos y alturas de las barreras artificiales que podría reemplazar el servicio ecosistémico de la protección costera,
- el valor del servicio de aprovisionamiento de recursos pesqueros,
- el valor de aprovisionamiento de recursos maderables cuando el uso de dichos recursos corresponde a leña o a postes para la construcción,

- el valor monetario del servicio de recreación asumiendo diferentes proporciones de la superficie total dedicadas a actividades recreativas y
- los valores del costo de oportunidad de la conservación utilizando los ingresos netos de diferentes cultivos.

Como se puede observar, existe un rango importante en las diferentes valoraciones económicas de beneficios y costos. Dicha variación depende de las opciones que se consideren en cada uno de los escenarios posibles, es decir, tipo de barrera, áreas destinadas a la recreación, usos de recursos maderables, etc. Por esta razón, para cada una de las posibilidades se calcula el valor mínimo, medio, mediana y máximo y, con ello, se realiza la comparación entre beneficios y costos. **Si consideramos los valores promedio tanto de cada uno de los componentes de los beneficios como de los costos, se tiene que la razón entre beneficios y costos de la conservación de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan es de 2.91, esto es, los beneficios son 2.91 veces los costos. Asimismo, al tomar los valores mínimos, de la mediana y máximos, la razón de beneficios sobre costos es de 5.62, 1.73 y 3.99, respectivamente. Por lo tanto, la conservación es viable económicamente una vez que se consideran los servicios ecosistémicos que brinda el manglar.**

Tomando en cuenta los extremos de las valoraciones, los resultados podrían indicar que la conservación de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan podría no ser viable económicamente. Por ejemplo, si comparamos el valor máximo del costo de oportunidad (\$1,196.73 millones) con el valor mínimo de los beneficios (\$275.05 millones), obtendríamos una razón beneficios-costos igual a 0.23, lo cual indica que los costos serían superiores a los beneficios. Este escenario implica reemplazar la barrera natural con una barrera artificial de 2 metros utilizando ostras, extracción del 1% del stock de los recursos maderables para leña, el 10% del área del manglar dedicada a la recreación y el cultivo de limón en el 100% de la superficie que cubre actualmente el mangle. Por otro lado, se podría considerar un escenario con el máximo de beneficios (\$4,771.39 millones) y el mínimo de costos (\$48.97 millones) y la razón de beneficios-costos sería de 97.43.

Aunque es poco probable observar alguno de los dos escenarios extremos, es importante señalar que las iniciativas de conservación deben acompañarse de actividades de monitoreo que promuevan un uso óptimo de los servicios ecosistémicos que brindan los manglares de Tuxpan (maximización de beneficios netos para asegurar la eficiencia económica).

**Tabla 56.** Resultados del Análisis Costo Beneficio (millones de pesos de 2020).

Beneficios								Razón B/C	
Protección costera		Recursos pesqueros		Recursos maderables		Recreación		Total	
<b>Barrera de 2 metros</b>		<b>Pesca total</b>	10.79	<b>Leña</b>		<b>Valores en México</b>			
Vinyl	444.03					Área 10%	26.63		
Madera	422.02			Extracción 1%	3.96	Área 25%	66.58		
Concreto	661.52			Extracción 2.5%	9.89	Área 50%	133.16		
Ostras	233.67			Extracción 5%	19.78	Área 100%	266.33		
<b>Barrera de 3 metros</b>				<b>Postes</b>		<b>Valores internacionales</b>			
Vinyl	666.05					Área 10%	369.17		
Madera	633.04			Extracción 1%	15.33	Área 25%	922.92		
Concreto	992.28			Extracción 2.5%	38.32	Área 50%	1,845.84		
Ostras	350.5			Extracción 5%	76.63	Área 100%	3,691.69		
Mínimo	233.67		10.79		3.96		26.63	275.05	<b>5.62</b>
Mediana	538.54		10.79		17.56		317.75	884.63	<b>1.73</b>
Media	550.39		10.79		27.32		915.29	1,503.79	<b>2.91</b>
Máximo	992.28		10.79		76.63		3,691.69	4,771.39	<b>3.99</b>
<b>Costos</b>									
Maíz (Veracruz)						48.97			
Naranja (Veracruz)						302.00			
Café (Veracruz)						512.35			
Caña de azúcar (Veracruz)						856.78			
Limón (Veracruz)						1,196.73			
Todos los cultivos (Tuxpan)						108.07			
Todos los cultivos (Veracruz)						592.00			
Mínimo								48.97	<b>5.62</b>
Mediana								512.35	<b>1.73</b>
Media								516.70	<b>2.91</b>
Máximo								1,196.73	<b>3.99</b>

Fuente: elaboración propia. Nota: los valores monetarios representan la suma de flujos en un periodo de 20 años en valor presente con una tasa de descuento del 10%.

## 8.6 CONCLUSIONES

Como se menciona en el desarrollo del capítulo, inicialmente se planteó un experimento de elección para identificar el valor de los cuatro servicios ecosistémicos considerados. Sin embargo, por las condiciones sanitarias que impone la pandemia (COVID-19) no se pudo llevar a cabo el proceso de entrevistas en campo. Debido a que se cuenta con el diseño del experimento de elección y del instrumento de recolección de preferencias, se sugiere implementar el experimento cuando las condiciones sanitarias lo permitan. Con ello se podría robustecer el ACB y reducir sesgos inherentes a las metodologías de valoración utilizadas.

A pesar de las limitaciones, los resultados muestran, primero, que el valor económico de la protección costera se ubica entre \$234 y \$992 millones de pesos, con un valor medio de \$550 millones de pesos. Segundo, el valor económico de la provisión de recursos pesqueros es de \$11 millones de pesos. Tercero, el valor económico de la provisión de recursos maderables se encuentra dentro de un rango entre \$4 y \$77 millones, dependiendo del uso de dichos recursos. Cuarto, el valor económico del servicio de recreación se ubica entre \$27 y \$277 millones de pesos si se considera el valor medio en México y entre \$367 y \$3,692 millones de pesos si se considera su valor a nivel internacional. Quinto, el valor económico del costo de oportunidad de la conservación se encuentra entre \$49 y \$1,197 millones de pesos, el cual depende de los cultivos considerados en su cómputo.

Debido a que en el ACB se consideran diferentes posibilidades para estimar los beneficios y costos, se observó una gran variación en dichas cifras. Los beneficios totales que resultan de la suma de los valores económicos de los cuatro servicios ecosistémicos oscilan entre \$275 y \$4,771 millones de pesos; mientras que los costos totales se encuentran entre \$49 y \$1,196 millones de pesos. Si consideramos los valores mínimos, medios, de la mediana y máximos de beneficios y costos, la razón beneficios-costos es de 5.62, 1.73, 2.91, 3.99, respectivamente. Por lo tanto, la conservación de los manglares de la cuenca baja de Tuxpan como medida AbE es económicamente viable.

## 9. CAPÍTULO V

# GUÍA CON LAS RECOMENDACIONES Y METODOLOGÍAS PARA ESCALAR Y REPLICAR INICIATIVAS EXITOSAS DE RESTAURACIÓN EN LA REGIÓN

### 9.1 INTRODUCCIÓN

El diseño e implementación de las NDC en los países firmantes del Acuerdo de París, constituye la base de las prácticas de política climática futuras para el mediano y largo plazo. No obstante, estos esfuerzos requieren la contextualización a las condiciones únicas de cada región, país y localidad. De esta forma, del nivel global multilateral, se transita a mandatos nacionales específicos, que consideran las prioridades nacionales, así como una implementación sinérgica con otras agendas locales relevantes como la social y económica.

En este sentido, este capítulo se estructura para hacer un breve repaso de tres aspectos que pueden aportar al fortalecimiento de la implementación de medidas de AbE para el cumplimiento de la NDC de México. El primer apartado realiza una breve revisión de algunos estándares de Derechos Humanos (DDHH) que deben considerarse en el diseño, implementación y toma de decisiones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de igual forma, se sintetizan otras NDC de jurisdicciones con contextos similares al mexicano.

En la segunda sección, se identifican las acciones y políticas con enfoque AbE o relacionadas con éste, presentadas en las versiones más recientes de NDC de diversas jurisdicciones, con énfasis en aquellas de América Latina. Con la finalidad de revisar las contribuciones de países con estructuras sociales, ambientales y económicas similares a México. De esta información se desprenden algunos ejemplos de sectores prioritarios de atención, enfoques sinérgicos, entre otros. El objetivo de esta sección es presentar un catálogo de posibles medidas adicionales, complementarias o sinérgicas a las ya presentes en los compromisos del país.

El tercer apartado presenta el análisis del éxito de medidas AbE en ecosistemas del Golfo de México. Esta sección aporta una dimensión de experiencia específica bajo un contexto nacional. A partir de esta sección se sistematizan las lecciones



aprendidas que, en conjunto con las extraídas en el siguiente capítulo, derivan en las recomendaciones generales presentadas en la última sección.

El cuarto apartado tiene una estructura similar al anterior, aunque en este caso, el énfasis es en medidas de restauración. De aquí también se extraen lecciones aprendidas, bajo el formato de factores habilitantes, que son sistematizadas en la última sección.

La quinta sección concluye con la presentación de los factores de éxito de los casos presentados. El objetivo es mostrar los elementos habilitantes que resultan de analizar la implementación exitosa de los casos incluidos en los anteriores apartados. Algunos de estos se relacionan con el contexto de derechos humanos presentado en el primer apartado, las lecciones de los apartados tres y cuatro, sobre temas de integralidad, participación social y comunitaria, enfoque de género, coordinación interinstitucional, y orientación a resultados.

Los denominados como factores habilitantes en este documento, son una síntesis de las lecciones aprendidas, extraídas de las últimas secciones de los capítulos III y IV. Reciben este nombre al tratarse de sugerencias de elementos que, derivados de la experiencia en territorio, favorecen la implementación de medidas como AbE. Además, porque el alcance de este documento se refiere únicamente a delimitar recomendaciones, basadas en la experiencia y de un trabajo meramente de gabinete, sin normar o proponer procesos, componentes o elementos del proceso de adaptación. No obstante, un punto relevante es el momento en que estas recomendaciones o factores habilitantes, resultan útiles dentro de dicho proceso.

Los cinco factores consignados en el capítulo final se refieren a los temas de: 1) *prepararse para asegurar la integralidad de las medidas AbE*, considerando los elementos técnicos que den robustez a la medida bajo los criterios nacionales para AbE; 2) *prepararse para integrar la participación social y comunitaria*, entendiendo éstas como el proceso de fortalecimiento de capacidades e intercambio entre saberes tradicionales y conocimiento técnico que enriquecen y favorecen la apropiación del proyecto por parte de los actores involucrados; 3) *prepararse para integrar el enfoque de género considerando sus diversas intersecciones*, al reflejar las diferencias objetivas y percibidas en la vulnerabilidad de los diferentes grupos de personas y sus respectivas propuestas de atención; 4) *prepararse para desarrollar e implementar medidas AbE bajo un enfoque multisectorial y de coordinación intersectorial*; 5) *prepararse para implementar un proceso AbE metodológicamente robusto que incluya indicadores relevantes*.

En el sentido de tratarse de *factores habilitantes*, su aplicación natural podría ser previo al arranque de la fase de evaluación de la vulnerabilidad, aunque desde luego, pueden extender su utilidad a las de diseño, implementación y M&E. En cada una, apoyando a los elementos y herramientas que INECC ya ha determinado, pues en algunos casos incluso se replican. Es el caso de la caja de herramientas para M&E, que contiene de forma transversal o explícita cada uno de los puntos ya descritos como factores habilitantes. Como ejemplos, los

factores 1, 4 y 5 tienen una alineación clara con la primera herramienta de la caja, la ficha de análisis de la medida. En el caso de los cuestionarios a implementadores y beneficiarios, los factores 1 al 5 se encuentran alineados. Para la herramienta de taller participativo, de nueva cuenta los cinco factores están alineados su objetivo.

## 9.2 ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS INTERNACIONALES PARA DETECTAR OPORTUNIDADES DE FORTALECER LA ABE EN MÉXICO

El Acuerdo de París solicita a cada país que describa y comunique sus acciones climáticas, conocidas como Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés). Las NDC describen los esfuerzos de cada país para reducir las emisiones nacionales y adaptarse a los impactos del cambio climático. El Acuerdo de París, en su artículo 4, requiere que cada Parte prepare, comunique y mantenga sus sucesivas NDC que se proponga lograr. Las Partes adoptarán medidas de mitigación y adaptación nacionales con el fin de lograr los objetivos de dichas contribuciones.

Para lograr estos propósitos, el *Principio de progresividad* juega un papel trascendental; con base en él, las Partes deben adoptar medidas de carácter legislativo, administrativo y judicial que busquen el avance gradual, constante y sistemático, teniendo en cuenta la necesidad de apoyar a las Partes no incluidas en el Anexo I, para conducirlos hacia la aplicación efectiva del propósito de este Acuerdo (Chacón, 2020).

Por ello, a partir del año 2023 se revisarán los avances cada cinco años y las metas para el cumplimiento del Acuerdo deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo. El *Principio de progresividad* establece que las leyes, programas y otros instrumentos nacionales no deberán ser revisados si ello implica retroceder respecto a los niveles de protección ambiental alcanzados previamente por un determinado país; teniendo en cuenta el *Principio de responsabilidades comunes, pero diferenciadas*.

Del *Principio de progresividad* derivan dos subprincipios: *Principio de proporcionalidad*, referido a la razonabilidad en los tiempos que insumen los cambios impuestos por la normativa. *Principio de Equidad* que refiere al equilibrio de medios y fines, en suma, la viabilidad en el cumplimiento de las exigencias (González, 2018).

Para ello, el artículo 4.3 del Acuerdo de París señala que las Partes deben reflejar la mayor ambición posible de un país, y que la NDC revisada debe ir más allá de la anterior, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero

diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales

También se acordó como objetivo a largo plazo aumentar la capacidad de adaptación ante los efectos adversos del cambio climático, fomentar la resiliencia al clima y el desarrollo de bajas emisiones de GEI, de manera que la producción de alimentos no se vea amenazada. Así como trabajar para que las corrientes de financiación sean coherentes con una vía hacia un desarrollo con bajas emisiones de GEI y resiliente al clima.

## **Alineación de la NDC con obligaciones de protección y acceso a los Derechos Humanos**

México ratificó su compromiso de implementar la NDC con respeto a los Derechos Humanos, integrando el enfoque de igualdad de género, priorizando las necesidades de los grupos en condiciones de vulnerabilidad y fomentando la inclusión y el reconocimiento de los conocimientos científicos y su aplicación en conjunto con los saberes de los pueblos originarios indígenas bajo el principio de equidad intergeneracional (SEMARNAT, 2020).

El país tiene una amplia tradición en la participación de diversos instrumentos para la protección y defensa de los Derechos Humanos; tanto el Sistema Universal de Protección de los Derechos Humanos, como el Sistema Interamericano de Derechos Humanos, establecen una serie de estándares mínimos que los estados están obligados a incorporar en su legislación nacional, como en su actuar cotidiano que permitan el pleno acceso, goce y protección de los Derechos Humanos, respecto a aquellos instrumentos que hayan sido ratificados.

Por ello, la reforma constitucional del 10 de junio del 2011 representó un hito en la protección y defensa de los derechos fundamentales de las personas en el sistema jurídico nacional, pues reconoció expresamente, como Derechos Humanos, los descritos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) y los señalados en los tratados internacionales de la materia de los que México es Parte. Así, el Artículo 1º constitucional estableció la obligación de que todas las autoridades deben promover, respetar, proteger y garantizar los Derechos Humanos de conformidad con los principios de universalidad, indivisibilidad, interdependencia y progresividad (CPEUM, 2021).

Los principios antes señalados se constituyen como guías y máximas en el actuar de todas las autoridades en la elaboración, interpretación y aplicación de leyes, reglamentos y políticas públicas. Al respecto, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de la Organización de las Naciones Unidas (AGONU, 1999, 2000, 2002, 2016), en diversas Observaciones Generales, entre ellas: la Observación General 12, 14, 15 y 22, ha reiterado a qué se refiere y el papel que

desempeña el *Principio de interdependencia*, el cual establece que el goce y ejercicio de un derecho está vinculado y es condición para garantizar el disfrute de otros derechos; así como la violación o restricción a un derecho humano pone en riesgo el disfrute de otros derechos. Por su parte, el *Principio de progresividad* señala el deber constante de avanzar expedita y eficazmente hacia la plena realización de un derecho, ello incluye la no retroactividad sobre los estándares alcanzados previamente.

Por ejemplo, algunos organismos internacionales han analizado el vínculo entre el cambio climático y la vulneración de los derechos humanos, entre ellos destacan: el Informe Anual del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos sobre la relación entre el cambio climático y los Derechos Humanos (AGONU, 2009); así como el “Informe del Relator Especial sobre la cuestión de las obligaciones de Derechos Humanos relacionadas con el disfrute de un medio ambiente seguro, limpio, saludable y sostenible” (AGONU, 2019).

En este último se enfatiza el papel que desempeñan diversos instrumentos de protección de los Derechos Humanos como catalizador de la acción para abordar el cambio climático; y establece algunas consideraciones para tener un enfoque basado en Derechos Humanos en la toma de decisiones de mitigación y adaptación al cambio climático, entre ellas destacan:

- Las personas o comunidades con vulnerabilidades ante el cambio climático por situación de pobreza, género, edad, discapacidad, geografía y antecedentes culturales o étnicos tienen el potencial de contribuir a las soluciones climáticas cuando se les faculta para hacerlo.
- Es necesario comprender las diferencias por grupos etarios, de género, los roles y la capacidad en la vulnerabilidad ante el cambio climático para diseñar acciones climáticas justas y efectivas.
- Es necesario integrar la igualdad de género en todas las acciones climáticas, permitiendo que las mujeres desempeñen roles de liderazgo.
- Brindar al público información accesible, asequible y comprensible sobre las causas y consecuencias de la crisis climática global, incluida la incorporación del cambio climático en el plan de estudios educativo en todos los niveles.
- Desarrollar acciones de adaptación a través de procesos inclusivos y participativos, informados por los conocimientos, aspiraciones y contextos específicos de los países, comunidades e individuos afectados.
- Priorizar las acciones de adaptación basadas en la naturaleza, porque la protección y restauración de ecosistemas puede reducir la vulnerabilidad, amortiguar los impactos de desastres climáticos extremos y eventos de evolución lenta, y mejorar los servicios de los ecosistemas, incluyendo agua dulce, aire limpio, suelo fértil, control de plagas y polinización.

Por ejemplo, el artículo 26 la Ley General de Cambio Climático (LGCC) establece una serie de principios que deben considerarse en construcción de la política nacional de cambio climático, destacando el *Principio de Progresividad*, al señalar que para el cumplimiento de las metas deberá haber una progresión gradual a lo largo del tiempo. Además de un respeto irrestricto a los derechos

humanos, como el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional.

Además, México presentó su ratificación al “Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe” (DOF, 2021), instrumento que entró en vigor el 22 de abril de 2021. El Acuerdo establece reglas de gobernanza ambiental, así como estándares mínimos con el objetivo de que toda persona tenga acceso a la información ambiental, participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales y acceso a la justicia en asuntos ambientales.

Así como la creación y el fortalecimiento de las capacidades y la cooperación, contribuyendo a la protección del derecho de cada persona, de las generaciones presentes y futuras, a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible. Entre las obligaciones de los Estados y que deben ser consideradas en el desarrollo e implementación de planes y programas enfocados en la mitigación y adaptación al cambio climático, destacan los siguientes (Tabla 58).

**Tabla 57.** Obligaciones de los Estados planteados en el Acuerdo de Escazú.

<b>Artículo 5. Acceso a la información ambiental</b>	
<b>5.1</b>	Acceso a la información ambiental de acuerdo con el principio de máxima publicidad.
<b>Artículo 6. Generación y divulgación de información ambiental</b>	
<b>6.1</b>	Difusión de información ambiental relevante de manera sistemática, proactiva, oportuna, regular, accesible y comprensible.
<b>6.4</b>	Registro de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, y de materiales y residuos bajo su jurisdicción, el cual se establecerá progresivamente y se actualizará periódicamente.
<b>6.6</b>	Elaboración de información ambiental en los diversos idiomas usados en el país
<b>Artículo 7. Participación pública en los procesos de toma de decisiones Ambientales</b>	
<b>7.1</b>	Participación abierta e inclusiva en la toma de decisiones ambientales.
<b>7.2</b>	Mecanismos participativos que permitan: revisiones, reexaminaciones o actualizaciones en proyectos y actividades ambientales.
<b>7.3</b>	Promoción de la participación en los procesos de autorizaciones ambientales, elaboración de planes, programas, normas y reglamentos.

**Fuente:** Elaboración propia a partir del Acuerdo de Escazú.

El Acuerdo de Escazú busca empoderar a la ciudadanía en los procesos participativos que abonen a los desafíos ambientales como la desertificación, la pérdida de la biodiversidad, el cambio climático, entre otros. Estos dos últimos, han sido reconocidos por la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica

(CDB, 2010) como los principales desafíos ambientales a los que se enfrenta la humanidad; además se encuentran estrechamente relacionados, por lo que los responsables de formular políticas deben abordar ambos temas con la misma prioridad y en estrecha coordinación.

## **Sinergias entre Acuerdos Multilaterales Ambientales para enfrentar el cambio climático**

Para afrontar diversos retos ambientales se han creado Acuerdos Multilaterales Ambientales (AMUMA); entre ellos: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convención Ramsar), el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), los cuales han sido ratificados por casi toda la comunidad internacional, incluyendo México. Las diferentes facetas en que estos dos últimos tratados internacionales tienen sinergias se han puesto de relieve paulatinamente a través de las resoluciones de sus Conferencias de las Partes (COP).

Por ejemplo, en diversas COP de la Convención Ramsar (2002, 2008, 2012, 2015), se ha señalado el importante papel que juegan los humedales en la adaptación al cambio climático, e invita a las Partes a que administren los humedales de forma que permitan aumentar su resiliencia, entre otras formas, promoviendo la protección y restauración de los mismos, y considerando cuencas hidrográficas, y análisis de vulnerabilidad al cambio climático en su política nacional sobre conservación y el uso racional de los humedales.

Por su parte, el CDB es un tratado internacional que aborda de manera integral la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. En el año 2000, su COP refirió por vez primera al cambio climático en temas de biodiversidad forestal, marina y costera. Por ejemplo, en este último tema invitó a las Partes de los tres AMUMA previamente referidos, a desarrollar acciones conjuntas para evaluar la vulnerabilidad de las especies de arrecifes de coral al calentamiento global (CDB, 2000).

La correlación entre estos tres AMUMA ha sido reiterada progresivamente en decisiones del CDB y la Convención Ramsar. Respecto al régimen del cambio climático, Maljean-Dubois (2017) señala que en las negociaciones de la COP de la CMNUCC parece haber menos apertura para abordar las cuestiones de biodiversidad y su relación con el cambio climático, contrario a lo que sucede en el CDB, en este último las Partes han mostrado interés en establecer un enfoque más integrado.

En ese contexto, de manera enunciativa, se enlistan algunas de las decisiones que vinculan a los tres tratados internacionales (Tabla 59).



Tabla 58. Decisiones que vinculan el CDB, Convención Ramsar y la CMNUCC.

Número de documento	Relevancia
<b>Convenio sobre la Diversidad Biológica</b>	
<b>V.2. Informe sobre la marcha de la ejecución del programa de trabajo sobre la diversidad biológica de los ecosistemas de aguas continentales</b>	Reconoce la necesidad de cooperación continua entre el Convenio sobre la Diversidad Biológica y otros convenios y órganos que se ocupan de diferentes aspectos de la diversidad biológica de las aguas continentales, incluyendo la Convención Ramsar.
<b>VII.5. Diversidad biológica marina y costera</b>	Invita a las Partes a unir esfuerzos para desarrollar acciones conjuntas, incluso entre puntos focales nacionales, entre el CDB, la CMNUCC y la Convención Ramsar.
<b>VII.15. Biodiversidad y cambio climático</b>	Insta a las Partes a tomar medidas para minimizar la degradación y promover la restauración de humedales que son importantes depósitos de carbono o tienen la capacidad de secuestrar carbono.
<b>VIII.30 Biodiversidad y cambio climático: orientación para promover la sinergia entre las actividades para la conservación de la biodiversidad, mitigar o adaptarse al cambio climático y combatir la degradación de la tierra</b>	Alienta a las Partes a integrar la diversidad biológica en todas las políticas, programas y planes nacionales pertinentes en respuesta al cambio climático; teniendo en cuenta que el mantenimiento y la restauración de la resiliencia de los ecosistemas son esenciales para mantener sus bienes y servicios.
<b>IX.16. Biodiversidad y cambio climático</b>	La COP decide que, al realizar futuros exámenes a fondo de los programas de trabajo de la Convención, las consideraciones sobre el CC deben integrarse en cada programa de trabajo cuando sea pertinente y apropiado. Establece una lista indicativa de actividades para las Partes para promover la sinergia entre las Convenciones de Río: Invita a las Partes a que proporcionen insumos a las bases de datos de transferencia de tecnología del CDB, CMNUCC, y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. Así como, identificar acciones que contribuyan a la conservación y el uso sostenible de turberas y otros humedales y mejorar su contribución positiva a las actividades de respuesta al cambio climático.
<b>X/33. Diversidad biológica y cambio climático</b>	Invita a las Partes a gestionar los ecosistemas para limitar los impactos del cambio climático en la diversidad biológica y para ayudar a las personas a adaptarse al cambio climático, aplicar según proceda enfoques de adaptación basados en los ecosistemas, que pueden incluir ordenación sostenible, conservación y restauración de los ecosistemas, como parte de una estrategia de adaptación general que tome en consideración los beneficios colaterales sociales, económicos y culturales múltiples para las comunidades locales.
<b>14.5. Diversidad biológica y cambio climático</b>	Alienta a las Partes a que colaboren en la conservación, la restauración y el uso racional/sostenible de los humedales, a fin de que se reconozca su importancia en el contexto del cambio climático y la reducción del riesgo de desastres, y a que apoyen el proceso para la elaboración de una declaración conjunta de

	AMUMAS en lo que respecta a la conservación, restauración y uso racional de las turberas, y con ello salvaguardar los múltiples beneficios de las turberas, incluso de las turberas restauradas, y contribuir a los ODS.
<b>Convención Ramsar</b>	
<b>VIII.3 Cambio climático y humedales: impactos, adaptación y mitigación</b>	Invita a las Partes a prestar especial atención a la necesidad de incrementar y fortalecer la capacidad institucional y las sinergias entre instrumentos afines en el plano nacional para analizar los nexos entre el cambio climático y los humedales y a informar a la COP9 sobre los progresos alcanzados al respecto, dando cuenta entre otras cosas de los logros y las dificultades enfrentadas.
<b>VIII.5. Asociaciones de colaboración y sinergias con Acuerdos Multilaterales sobre Medio Ambiente y otras instituciones</b>	Pone de relieve los beneficios que puede lograr la sinergia y la aplicación integrada, cuando sea procedente, de los AMUMA, a todos los niveles: mundial, regional, nacional y local.
<b>IX.15. Sinergias con otras organizaciones internacionales que se ocupan de la diversidad biológica, incluida la colaboración en la preparación de informes nacionales y su armonización entre los convenios y acuerdos relacionados con la biodiversidad</b>	Señala la necesidad de fortalecer la cooperación con la CMNUCC y el CDB.
<b>XI.12 Los humedales y la salud: adopción de un enfoque de ecosistema</b>	Reconoce la importante contribución de la Convención Ramsar hacia el logro de las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020. Señala que los encargados de formular políticas de humedales y los administradores de humedales pueden contribuir al logro de los Objetivos del Desarrollo del Milenio en todos los casos en que existen estrechas relaciones entre el manejo de los humedales y la producción de alimentos, el hambre y la pobreza, el cambio climático, la extracción de agua y su utilización, y las enfermedades transmitidas por vectores acuáticos. Para lograr dichos Objetivos es fundamental comprender las interacciones entre los distintos servicios de ecosistema de los humedales y la necesidad de fomentar la cooperación intersectorial.

**Fuente:** Elaboración propia a partir del contenido de las resoluciones del CDB y de la Convención Ramsar.

Además, la COP del CDB ha señalado el estrecho vínculo entre biodiversidad y sectores productivos como la agricultura, silvicultura, pesca, acuicultura, o turismo; enfatizando que la pérdida de dicha biodiversidad puede afectar negativamente a estos sectores, poniendo potencialmente en riesgo la seguridad alimentaria, la nutrición y la provisión de funciones y servicios de ecosistemas que son esenciales para la humanidad (CDB, 2016). Para ello, establece la necesidad de mejorar el seguimiento del uso de los recursos

naturales, como la tierra, el suelo y el agua, en todos los sectores; así como mejorar la recopilación y la gestión de los datos y el acceso del público a los datos de seguimiento, y colaborar con todos los niveles y esferas de gobierno para lograr los objetivos del CDB.

Respecto a la importancia de los humedales, la COP de CDB señaló que el término 'humedal' definido en la Convención Ramsar, ofrece a las naciones un ámbito flexible de interpretación para abordar los retos de la diversidad biológica relacionados con los vínculos ecológicos entre áreas continentales, costeras y marinas, e invita a las Partes a considerar una adopción más amplia del término a la hora de aplicar el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB, 2012).

El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica y sus Metas Aichi fueron consensadas por los estados Parte del CDB como un marco mundial de medidas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad; sentó un importante precedente en la interpretación del término 'humedal' en el marco del CDB y su correlación con la Convención Ramsar. Dicho Plan y Metas fueron respaldados por otros AMUMA, incluyendo la Convención Ramsar, la cual alineó el Plan Estratégico Ramsar (2016–2021) a la implementación de las entonces Metas Aichi (Convención Ramsar, 2015).

Además, el Plan y sus Metas Aichi sirvieron de base para la construcción de la Agenda 2030 y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La Agenda 2030 pone de relieve el importante papel de la biodiversidad para el cumplimiento de diversos ODS, retomando incluso algunas de las multicitadas Metas Aichi, entre éstas destacan: la movilización de recursos financieros para conservar y utilizar de forma sostenible la biodiversidad, integrar la valoración de ecosistemas a los procesos nacionales, evitar la extinción de especies, fortalecer la resiliencia de los ecosistemas, incluyendo su restauración, así como la conservación de ecosistemas terrestres y marinos, por ejemplo a través de un sistema de áreas protegidas (CDB, 2010).

Aunado a lo anterior, como se señaló en el Capítulo 1 de esta consultoría, el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica y sus Metas Aichi, en conjunto con la Agenda 2030 y otros instrumentos políticos se apoyan y refuerzan mutuamente en el logro de sus objetivos, y además contribuyen en diversos aspectos de la dignidad humana, como: el acceso a una vivienda digna, a la alimentación, el acceso al agua, la salud, y un medio ambiente sano, entre otros.

Por su parte, el Quinto Informe sobre la Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (Secretaría del CDB, 2020) señala que ninguna de las Metas Aichi alcanzó su cumplimiento total, menoscabando como consecuencia el logro de los ODS y debilitando los esfuerzos para hacer frente al cambio climático. Por ello, el Grupo de Trabajo de Composición Abierta sobre el Marco Mundial de la Diversidad Biológica posterior a 2020 tiene como mandato considerar el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y construir un plan ambicioso para aplicar medidas de amplio alcance tendientes a lograr una transformación en la relación de la sociedad con la diversidad biológica y a garantizar que para 2050 se haga realidad la visión compartida de "vivir en armonía con la naturaleza".

Además, deberá procurar coherencia y ser complementario con otros procesos internacionales actuales o futuros, en particular con la Agenda 2030, el Acuerdo de París y otros procesos, marcos y estrategias relacionados, alentando a otros AMUMAS, sus programas y otros procesos a participar activamente en la elaboración del nuevo marco (CDB, 2018; SBSTTA, 2020).

El nuevo Marco Mundial de la Diversidad Biológica deberá ser aprobado en la próxima COP 15, a celebrarse en octubre de 2021, en China. Para ello, el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (SBSTTA, por sus siglas en inglés) del CDB preparó un borrador para el Marco Post 2020, en el cual se promueve AbE y otros enfoques holísticos, para gestión de riesgos de los efectos relacionados con el clima y los desastres, entre dichas metas destacan (CDB, 2020):

Meta 7. Para 2030, han aumentado las contribuciones a la adaptación al cambio climático y su mitigación y la reducción del riesgo de desastres aportadas por soluciones basadas en la naturaleza y enfoques basados en los ecosistemas, asegurando la resiliencia y minimizando los impactos negativos en la diversidad biológica.

Meta 10. Para 2030, se garantiza que las soluciones basadas en la naturaleza y el enfoque por ecosistemas contribuyen a la regulación de la calidad del aire, los riesgos y los fenómenos extremos y la calidad y la cantidad del agua.

Meta 13. Para 2030, se han integrado valores de diversidad biológica en las políticas, las reglamentaciones, la planificación, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y las cuentas en todos los niveles, garantizando que se integren valores de diversidad biológica en todos los sectores y que se incorporen en las evaluaciones de impacto ambiental.

Por su parte, el Acuerdo de París establece más ampliamente el papel que desempeña la diversidad biológica para el bienestar de la humanidad; por ello hace referencia en su preámbulo a la importancia de garantizar la integridad de todos los ecosistemas. En el Artículo 5, el Acuerdo insta a las Partes a adoptar medidas para conservar y aumentar los sumideros y reservorios de GEI; el Artículo 7 reconoce la función de la adaptación para proteger los medios de vida y los ecosistemas; el Artículo 8 reconoce la importancia de reducir las pérdidas y daños, y que la resiliencia de las comunidades, los medios de vida y los ecosistemas son temas en que se debería actuar de manera cooperativa y facilitadora para mejorar su comprensión y apoyo.

## Importancia de la AbE, contexto internacional y nacional

Debido a que las Partes del Acuerdo de París pretenden avanzar en sus compromisos de adaptación en sus NDC, es importante que se adopte un enfoque de AbE que permita la actualización de éstas (Luna y Martínez, 2019). El Acuerdo, en su Artículo 4, invita a las Partes a desarrollar acciones basadas en la equidad, desarrollo sostenible y erradicación de la pobreza. Por ello, la AbE también necesita aumentar la capacidad adaptativa de las comunidades y ecosistemas; al mismo tiempo que promueve el desarrollo sostenible y la equidad, por lo que, la implementación adecuada de este enfoque ayudará a los países a poder cumplir con sus compromisos.

Andrade (2010) menciona que la AbE cumple dos roles principales en el campo de la adaptación al cambio climático. Primero, aportar un marco holístico en la conceptualización de la política y visión de la adaptación en el largo plazo, mediante una articulación de las diferentes convenciones internacionales en las políticas sectoriales en el territorio. Segundo, en la gestión misma de los ecosistemas, tal como el manejo integral del recurso hídrico, la reducción de riesgos a desastres naturales, el desarrollo de los recursos naturales hacia las comunidades, la producción agrícola sostenible y la conservación de la diversidad biológica.

La AbE tiene un papel importante en el cumplimiento del Acuerdo de París y en las NDC, ya que este enfoque permite incrementar la capacidad adaptativa y la resiliencia social y ecológica de países desarrollados y en desarrollo, además de promover el desarrollo sostenible y la equidad (Figura 130). De acuerdo con Herr y Landis (2016), tan sólo 28 países<sup>47</sup>, incluyendo México, hacen referencia en su NDC al valor de los ecosistemas de Carbono Azul costero en términos de mitigación, y 59 de los 189 países con NDC presentada incluyeron estrategias de adaptación basada en ecosistemas costeros y/o la zona costera.

---

<sup>47</sup> Sin incluir aquellos países que mencionan la mitigación como co-beneficio de adaptación exclusivamente.

**Figura 116.** Medidas importantes en la AbE

**Fuente:** adaptado de Seddon et al., 2016.

## Comparativo de otras NDC que señalen la AbE con énfasis en manglares

Con base en el mapeo de NDC de Herr y Landis (2016) en el que señala que 59 países incluyen ecosistemas y zonas costeras en sus estrategias de adaptación, se realizó un comparativo (Tabla 60) de las NDC oficialmente presentadas hasta el momento en la página de la CMNUCC (NDC Registry), enfocándose principalmente en el continente americano, además de añadir otros países sugeridos por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Ello con el fin de analizar esfuerzos regionales alineados con AbE, que puedan servir como ejemplo para reforzar la implementación de los compromisos nacionales.



Tabla 59. Comparación de NDC por país.

Compromisos de reducción de GEI	Compromisos vinculados con Adaptación basada en Ecosistemas
<b>Belice (Belize's Nationally Determined Contribution, 2016)</b>	
<p><b>Belice podría reducir las emisiones de GEI por reservas y ordenación forestal sostenible en 410,5 Gg de CO<sub>2</sub> acumulados por año para 2030.</b></p> <p><b>Por reforestación de manglares la reducción de emisiones acumuladas esperada sería de hasta 379 Gg de CO<sub>2</sub> entre 2015 y 2030.</b></p>	<p>Protección y restauración de manglares y estructura de defensa del mar y ríos para prevenir la erosión costera y fluvial y la alteración de ecosistemas.</p> <p>Gestionar y regular un mayor desarrollo de la costa, especialmente en áreas vulnerables como los distritos de Belice y Corozal; inclusión de estrategias de adaptación, planificación y desarrollo en todos los sectores costeros y marinos; revisar y fortalecer la legislación de planificación y códigos de construcción, especialmente en lo que se refiere al desarrollo costero.</p> <p>Revisar y racionalizar la legislación y las políticas vigentes que se relacionan con la gestión y regulación del desarrollo en la zona costera para eliminar superposiciones y cerrar las brechas existentes.</p>
<b>Bolivia (Gobierno de Bolivia, 2016)</b>	
<p><b>Metas por sector/objetivo para el 2030 respecto de la línea de base del año 2010:</b></p> <p><b>Agua: Avanzar en la participación social para la gestión local del agua, incrementándose al 80% el número de organizaciones sociales de gestión del agua con</b></p>	<p>Restauración de la cobertura vegetal (arbórea, pastizal, humedales y otros) para evitar la erosión y reducir los daños por eventos climáticos adversos.</p> <p>Con relación al agua, se impulsarán acciones con un enfoque de adaptación al cambio climático y gestión integral de riesgos.</p> <p>Se han fortalecido las funciones ambientales (captura y almacenamiento de carbono, materia orgánica y fertilidad del suelo, conservación de la biodiversidad y disponibilidad de agua) en aproximadamente 29 millones de hectáreas al 2030.</p>

<p><b>sistemas resilientes respecto al 35% del año 2010.</b></p> <p><b>Bosques: Incrementar áreas de bosques con manejo integral y sustentable con enfoque comunitario a 16,9 millones de hectáreas al 2030, respecto a 3,1 millones de hectáreas el año 2010.</b></p>	<p>Se ha incrementado la superficie de áreas forestadas y reforestadas a 4.5 millones de hectáreas al 2030.</p> <p>Aprovechamiento sostenible de recursos de biodiversidad, vida silvestre e hidrobiológicos para la seguridad alimentaria y la industrialización sostenible.</p>
<b>Brasil (NDC, 2020)</b>	
<p><b>Reducción de GEI en 37% por debajo de los niveles de 2005 para el año 2025 y una reducción de 43% para el año 2030 de los niveles del año 2005.</b></p>	<p>Brasil busca fortalecer su capacidad nacional en seguridad hídrica (Plan Nacional de Seguridad Hídrica) y conservación y uso sostenible de la biodiversidad (Plan Estratégico Nacional de Áreas Protegidas, así como la implementación del Código Forestal, particularmente en lo que respecta a las áreas protegidas).</p> <p>Fortalecimiento de medidas y políticas para alcanzar cero deforestaciones en la amazonia brasileña para el 2030.</p> <p>Reforestar y restaurar 12 millones de hectáreas de bosque para el 2030. Mejorar el manejo sustentable de bosques nativos a través de sistemas geo-referenciados o sistemas de monitoreo.</p>
<b>Canadá (Canada's Nationally Determined Contribution, 2017)</b>	
<p><b>Reducción de emisiones de GEI en un 30% por debajo de los niveles de 2005 para el 2030. Es decir,</b></p>	<p>Proteger y mejorar los sumideros de carbono incluso en bosques, humedales y tierras agrícolas.</p>

<b>reducir sus emisiones a 523 Mt para 2030.</b>	
<b>Colombia (Gobierno de Colombia, 2020)</b>	
<p><b>Reducción de GEI en un 20% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030.</b></p> <p><b>Meta condicionada. Aumenta su ambición para pasar de una reducción del 20% a una del 30% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030.</b></p>	<p>Actualización e implementación en un 50% del "Programa nacional uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar" a 2030.</p> <p>Incremento en un 15% el porcentaje de ecosistemas o unidades de análisis ecosistémicas no representados o subrepresentados incluidas en el SINAP.</p> <p>Incremento de 18.000 hectáreas en proceso de restauración, rehabilitación y/o recuperación ecológica en áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales y sus zonas de influencia.</p>
<b>Costa Rica (Gobierno de Costa Rica; 2020)</b>	
<p><b>Se compromete a un máximo absoluto de emisiones netas en el 2030 de 9.11 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) incluyendo todas las emisiones y todos los sectores cubiertos por el Inventario Nacional de Emisiones de GEI correspondiente.</b></p>	<p>Fortalecer las condiciones de resiliencia social, económica y ambiental del país ante los efectos del cambio climático, mediante el desarrollo de capacidades e información para la toma de decisiones, la inclusión de criterios de adaptación en instrumentos de financiamiento y planificación, la adaptación de los servicios públicos, sistemas productivos e infraestructura y la implementación de soluciones basadas en naturaleza.</p> <p>Al año 2030, Costa Rica habrá gestionado acciones, incluyendo el fortalecimiento del sistema cultural indígena de conservación, que le permitan mantener o aumentar la capacidad de captura y/o reducción de emisiones provenientes de los ecosistemas terrestres como los ecosistemas forestales, agroforestales y las turberas, entre otros.</p> <p>Al 2030, se habrá fomentado la AbE dentro y fuera del Patrimonio Natural del Estado por medio de la conservación de biodiversidad en corredores biológicos, reservas privadas, territorios indígenas, fincas agropecuarias, y de la gestión integral de patrimonio natural y cultural, entre otros.</p>

	<p>Meta de carbono azul, conservación, el uso responsable y la restauración de humedales costeros a través de la profundización del conocimiento científico de los servicios ecosistémicos que estos hábitats proveen y tomará pasos para proteger mejor y restaurar estos espacios en el futuro.</p> <p>Proteger y conservar el 100% de los humedales costeros incluidos y reportados en el Inventario Nacional de Humedales (en el período 2016-2018) para el año 2025 y aumentar el área de humedales estuarinos registrados en al menos 10% para el año 2030.</p> <p>Para el 2025, restaurar las áreas de humedales costeros priorizadas, según están identificadas en el plan de implementación de la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje, con un porcentaje adicional de área establecido por la estrategia para el 2030.</p> <p>Explorar el potencial de las inversiones público-privadas para apoyar la protección y restauración de los manglares.</p> <p>Promover actividades de pesca sostenible, incluidos esquemas de maricultura, de valor agregado de la pesca artesanal y tradicional y de ordenamiento espacial marino para impulsar el desarrollo de una economía azul.</p>
<b>Cuba (Gobierno de Cuba, 2020)</b>	
<p><b>Metas por sector/objetivo para el 2030:</b></p> <p><b>Evitar la emisión de 30.6 ktCO<sub>2</sub>eq (generando 24% de su electricidad de fuentes renovables)</b></p>	<p>Adaptar actividades agropecuarias, particularmente las de mayor incidencia en la seguridad alimentaria del país, a los cambios en el uso de la tierra como consecuencia de la elevación del nivel del mar y la sequía.</p> <p>Reducir las áreas de cultivos próximas a las costas o afectadas por la intrusión salina. Diversificar los cultivos, mejorar las condiciones de los suelos, introducir y desarrollar variedades resistentes al nuevo escenario de temperaturas.</p> <p>Detener el deterioro, rehabilitar y conservar los arrecifes de coral en todo el archipiélago, con prioridad en las crestas que bordean la plataforma insular y protegen playas</p>

	<p>urbanizadas de uso turístico. Evitar la sobrepesca de especies que favorecen a los corales.</p> <p>Conservar, mantener y recuperar integralmente las playas arenosas del archipiélago cubano, priorizando las urbanizadas de uso turístico y reduciendo la vulnerabilidad estructural del patrimonio construido.</p> <p>Dirigir la reforestación hacia la máxima protección de los suelos y las aguas en cantidad y calidad; así como a la recuperación de los manglares más afectados.</p> <p>Priorizar los embalses, canales y franjas hidro-reguladoras de las cuencas tributarias de las principales bahías y de las costas de la plataforma insular</p>
<b>Estados Unidos de América (The United States of America, 2021)</b>	
<p><b>Lograr el objetivo de reducir en toda la economía emisiones netas de GEI entre un 50 y un 52 por ciento por debajo de los niveles de 2005 para el año 2030.</b></p>	<p>Mejorar los sumideros de carbono a través de varios programas y medidas para ecosistemas en bosques, suelos agrícolas, ríos y costas.</p> <p>Los gobiernos federal y estatal invertirán en la protección y el manejo forestal y participarán en esfuerzos intensivos para reducir el alcance y la intensidad de los incendios forestales catastróficos y restaurar las tierras forestales dañadas por el fuego.</p> <p>Se apoyarán proyectos de resiliencia costera basados en la naturaleza, incluida la planificación previa al desastre, así como los esfuerzos para aumentar el secuestro en vías fluviales y océanos mediante la búsqueda de "carbono azul"</p>
<b>Ecuador (Gobierno de Ecuador, 2019)</b>	
<p><b>Reducción de emisiones de GEI en 9% en comparación al escenario tendencial para el 2025. Y del 20,9% al mismo periodo, sujeto al apoyo de la cooperación internacional para</b></p>	<p>Incremento de la superficie de bosques, cobertura de vegetación natural remanente y ecosistemas marinos y costeros conservados o con manejo sostenible, para mantener su funcionalidad ecosistémica en escenarios de cambio climático.</p> <p>Establecimiento de corredores de conservación y restauración de bosques secundarios y zonas de amortiguamiento para mantener la conectividad del paisaje, reducir impactos (actuales y esperados) del cambio climático e incrementar la resiliencia ecosistémica.</p>

<p><b>implementar las líneas de acción establecidas en este escenario condicional.</b></p>	
<b>Guatemala (Gobierno de Guatemala, 2017)</b>	
<p><b>Reducción del 11.2% de GEI totales al año 2030, con línea base del año 2005, bajo un escenario tendencial (BAU por sus siglas en inglés).</b></p> <p><b>Meta condicionada de hasta el 22.6% de sus emisiones GEI totales del año base 2005 proyectado al año 2030.</b></p>	<p>Se cuenta con una Política para el Manejo Integral de las Zonas Costeras de Guatemala que ya considera la variable del cambio climático y es coherente con la Política Nacional de Cambio Climático.</p> <p>Implementación de las Agendas de Cambio Climático de las instituciones públicas relacionadas al cumplimiento del Art. 20, de la Ley Marco de Cambio Climático principalmente con la Implementación de la Estrategia de Biodiversidad y Cambio Climático.</p>
<b>México (SEMARNAT, 2020)</b>	
<p><b>Reducir 22% de emisiones de GEI al año 2030, tomando como referencia la línea base bajo un escenario tendencial (BAU).</b></p> <p><b>Para carbono negro, compromiso no condicionado de reducción del 51% para el año 2030.</b></p>	<p>Fortalecer instrumentos de política ambiental e implementar acciones para conservar y restaurar los ecosistemas continentales, incrementar su conectividad ecológica y favorecer su resiliencia.</p> <p>Fortalecer instrumentos e implementar acciones para la conservación de la biodiversidad y restauración en ecosistemas marinos, costeros y dulceacuícolas, así como promover el incremento y permanencia de reservorios de carbono, haciendo énfasis en el carbono azul.</p> <p>Implementar acciones de conservación y restauración de los mares y océanos para favorecer su resiliencia ante el cambio climático.</p>



<b>Compromisos condicionados, hasta 36% para GEI y 70% para carbono negro.</b>	Promover los servicios ambientales hidrológicos, mediante la conservación, protección y restauración en las cuencas con especial atención en Soluciones basadas en la Naturaleza.
<b>Panamá (Gobierno de Panamá, 2020)</b>	
<p><b>Reducción de GEI en el sector energía en al menos 11.5% al 2030, y de al menos 24% al 2050.</b></p> <p><b>Bosques: plantea incrementar en 10% la capacidad de absorción de los GEI al 2050.</b></p>	<p>Al 2025, Guía Técnica de cambio climático para el sector Sistemas marinos-costeros con componentes de adaptación y mitigación.</p> <p>Al 2025, desarrollar el Manual de Técnicas de Restauración para Áreas Degradadas de Manglar.</p> <p>A partir del 2022, los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero integrarán el carbono azul, aplicando el capítulo 4 del suplemento 2013 del IPCC que hace énfasis en humedales costeros.</p> <p>Al 2025, contar con diseño y construcción y acciones preliminares de implementación a la Guía del cambio climático para el sector biodiversidad con enfoque en adaptación y mitigación.</p> <p>Al 2025, “Plan de cambio climático para la Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas” que incluya componentes de adaptación y mitigación.</p> <p>Panamá se compromete a la restauración de 50,000 hectáreas a nivel nacional, que contribuirán a la absorción de aproximadamente 2.6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq al año 2050, un incremento equivalente al 10% con respecto al promedio de absorciones del periodo 1994-2017.</p>
<b>Reino Unido de la Gran Bretaña e Irlanda del Norte (UK’s Nationally Determined Contribution, 2020)</b>	
<b>Reducir emisiones de GEI en un 68% en comparación con 1990 para el año 2030.</b>	El Programa Nacional de Adaptación del Gobierno del Reino Unido describe cómo se abordarán los riesgos climáticos marinos mediante la introducción de una política de Pesca Sostenible, teniendo en cuenta el cambio climático en la planificación marina, creando resiliencia ecológica en el mar y protegiendo los depósitos de carbono natural a través de la red de Áreas Marinas Protegidas del Reino Unido.

	<p>El segundo Programa de Adaptación al Cambio Climático de Escocia establece acciones encaminadas a lograr el resultado a largo plazo de que los entornos costeros y marinos se valoren, disfruten, protejan y mejoren, y aumente la resiliencia al cambio climático.</p> <p>El Reino Unido cumplirá con sus responsabilidades en virtud del Convenio sobre la Diversidad Biológica, el Convención Ramsar y el Compromiso de los Líderes por la Naturaleza; e implementar la visión del Convenio sobre la Diversidad Biológica de que para 2050 la biodiversidad se valora, conserva, restaura y utilizado sabiamente, mantiene los servicios de los ecosistemas, mantiene un planeta saludable y brinda beneficios esenciales para todas las personas. Esto proporcionará importantes beneficios de mitigación y adaptación climática.</p> <p>Gales: Desarrollo de un nuevo esquema de Gestión Sostenible de la Tierra y el Bosque Nacional de Gales, mejorar condiciones de la Red de Sitios Protegidos y el Programa de Acción Nacional de Turberas.</p>
<b>Indonesia (NDC, 2016)</b>	
<p><b>Meta incondicional de reducción del 29% de sus GEI y meta condicional de reducción del 41% para el 2030.</b></p>	<p>Indonesia considera que los esfuerzos integrales de mitigación y adaptación al cambio climático terrestres y oceánicos son una estrategia crítica consideración para lograr la resiliencia climática en los alimentos, el agua y la energía.</p> <p>Compromisos no condicionados: Uso eficaz de la tierra, ordenación del territorio, ordenación forestal sostenible que incluir el programa de silvicultura social, la restauración de las funciones de los ecosistemas degradados, incluidos los ecosistemas de humedales.</p>
<b>Sudáfrica (NDC, 2016)</b>	
<p><b>Los esfuerzos nacionales permitirán que los GEI de Sudáfrica alcancen su punto máximo entre 2020 y 2025, y se estabilizaran</b></p>	<p>No hace referencia</p>

**durante aproximadamente una década y disminuirán en términos absolutos a partir de entonces.**

**Fuente:** Elaboración propia con información de NDC Registry. <https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/All.aspx>

Del universo de países analizados, y de conformidad con el *Principio de Progresividad* antes referido, el cual considera el avance gradual y no retroactividad de las metas previamente alcanzadas, en términos de compromisos de mitigación, únicamente los Estados Unidos de América y Costa Rica han aumentado su nivel de ambición.

Por lo que hace a los compromisos de adaptación, de la matriz de la Tabla 60, se extraen elementos que pueden resultar de interés para reforzar la implementación de la NDC presentada por México:

- Establecer una línea base para las metas de conservación y protección de humedales, por ejemplo, considerando el Sistema de Monitoreo de Manglares de México de CONABIO, la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI de INEGI, el Inventario Nacional de Humedales.
- Establecer metas cuantificables a mediano y largo plazo, respecto a acciones de restauración y conservación de ecosistemas de carbono azul y arrecifes coralinos.
- Incrementar la cobertura territorial de protección de ecosistemas considerando su representatividad y conectividad especialmente en áreas y regiones prioritarias.

## Algunos elementos de la progresividad de los compromisos de adaptación de México

México fue el primer país en vías de desarrollo en presentar su NDC ante la CMNUCC, y fue el único país que citó la definición de AbE de la CDB en su NDC de 2015 (Gobierno de México, 2015). La reciente revisión de la NDC de México incorpora a la AbE y SbN como herramientas transversales para la implementación de los compromisos nacionales de adaptación, apoyando con ello también la reducción de emisiones de GEI y el establecimiento y permanencia de reservorios de carbono en los ecosistemas (Gobierno de México, 2020)

A nivel subnacional, el papel de los municipios para cumplir con las metas del NDC deben trabajar en sinergia con los diferentes actores involucrados. Se considera trabajar a nivel local ya que es donde se encuentran las fuentes (poblaciones, sistemas productivos y ecosistemas) de GEI.

Existen distintas acciones que se pueden desarrollar a nivel subnacional, por ejemplo:

Materia de política pública: Actualizaciones en distintos planes y programas estatales o municipales de política climática (ej. planes de ordenamiento territorial y ecológico, programas de movilidad, programas de manejo de residuos sólidos).

Materia de mitigación: Fomentar el transporte público sustentable y uso de bicicletas, así como la generación y uso de energías limpias.

Materia de adaptación: Elaboración del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático.

Acciones transversales: Fortalecimiento de las capacidades institucionales y de la población en temas relacionados con acciones de mitigación y adaptación al cambio climático vinculadas con los ODS y otros AMUMA, políticas financieras, económicas y fiscales que permitan el financiamiento de acciones municipales para mitigación y adaptación.

Se observa entonces, que la adaptación al cambio climático debe tener una participación efectiva para lo cual se requiere considerar la participación social con un enfoque de Derechos Humanos para disminuir las desigualdades entre grupos sociales y sectores vulnerables, fomentando su empoderamiento.

Por lo anterior, México hace énfasis en que la participación social y de actores clave (servidores públicos de Gobierno, academia, organizaciones de la sociedad civil y sector privado) es necesaria en todas las etapas del proceso y de ello depende el éxito de los proyectos de adaptación.

En 2020, México actualizó su NDC, refrendando su compromiso no condicionado de reducir las emisiones GEI en un 22% y las de carbono negro en un 51% al 2030, y si ciertas condiciones como cooperación técnica y recursos financieros se cumplen, este compromiso puede alcanzar una meta de reducción de hasta el 36% de las emisiones de GEI y 70% de las emisiones de carbono negro al 2030. Esta reducción se plantea en temas sectoriales y multisectoriales, proponiendo la aplicación de Sbn, carbono azul y protección a costas, entre otros.

México reconoce la adaptación y la mitigación como clave, buscando potenciar sinergias entre las mismas. Asimismo, México ratificó su intención de implementar la NDC con respeto a los DDHH y priorizando las necesidades de grupos vulnerables, con enfoque de género. La NDC revisada incluye 5 ejes de acción en el componente de adaptación con 25 líneas de acción. En la actualización, se añadieron nuevos temas, como océanos y patrimonio cultural; se describe con mayor detalle las acciones; se vincula la NDC con instrumentos de planeación en materia de cambio climático, como el PECC; se enfatizan sinergias con otras agendas internacionales, como los ODS y el CDB, los derechos humanos y el enfoque de género; así como sinergias entre esfuerzos de mitigación y adaptación (INECC, 2020).

## 9.3 ANÁLISIS DEL ÉXITO DE LAS MEDIDAS ABE EN CASOS DE ESTUDIO DEL GOLFO DE MÉXICO

Esta sección tiene como objetivo recopilar aquellas estrategias AbE exitosas, dentro de 3 proyectos sombilla enfocados en ecosistemas de manglar llevados a cabo entre 2005 y 2020 en el Golfo de México. A través de estos proyectos,

SEMARNAT de la mano del INECC o CONANP ha diseñado medidas de AbE; partimos de la asunción de que las medidas diseñadas en estos proyectos se alinean con los criterios mínimos definidos por INECC (2019), y es a través del éxito de los proyectos, que se justificará la inclusión de sus lecciones aprendidas, retos y oportunidades dentro de la *Guía con las recomendaciones y metodologías para escalar y replicar iniciativas exitosas de restauración en la región*.

La SEMARNAT propone dos formas de implementar las estrategias de adaptación, por una parte, nos podemos basar en las predicciones de los efectos que conlleva el cambio climático sobre los sistemas naturales o socioeconómicos. Esto se logra por medio de modelos climáticos predictivos que tengan la capacidad de analizar consecuencias regionales. Por otro lado, se pueden implementar mecanismos como el ordenamiento territorial, la gestión racional de los recursos hídricos, la prevención de desastres y la atención de emergencias, el desarrollo de capacidades adaptativas, la conservación de ecosistemas y su biodiversidad, entre otros, los cuales reducen la vulnerabilidad y son prácticas necesarias aun sin considerar el cambio climático. Es importante subrayar que estos dos enfoques son complementarios (SEMARNAT, 2012b).

La AbE es el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia general de adaptación para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. Integra la utilización de la diversidad biológica y de los servicios de los ecosistemas en una estrategia de adaptación general, puede ser eficaz en relación con los costos y generar beneficios adicionales sociales, económicos y culturales, así como contribuir a la conservación de la diversidad biológica (Convención sobre la Diversidad Biológica, 2009).

*¿Qué entendemos por éxito en una medida AbE?*

La segunda fase del proceso de adaptación presentada por INECC (2018) considera que las medidas de adaptación son acciones o estrategias que tienen como objetivo principal disminuir la vulnerabilidad identificada en la primera fase del proceso, a través de la reducción de la sensibilidad o del aumento de la capacidad adaptativa. Por otro lado, en el documento *Criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático*, INECC (2019) enuncia una serie de características a considerar en una medida de adaptación, y su grado de cumplimiento se asocia con su pertinencia y efectividad.

En esta sección, se propone cuantificar el éxito de los proyectos abajo descritos a través de su grado de cumplimiento (las fichas de cada proyecto se pueden encontrar en el Anexo III del Capítulo 3 de esta consultoría) siguiendo la siguiente estructura:

1. Objetivo, alcance y área de estudio
2. Estrategia (enfoque)
3. Soluciones AbE incluidas
4. Éxito de las estrategias de adaptación del proyecto: pertinencia y efectividad
5. Lecciones aprendidas
6. Contribución a la integración de AbE en el marco nacional de la NDC



# Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático en México (Proyecto Humedales)

## Objetivo, alcance y área de estudio

El proyecto Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático o “Proyecto Humedales”, de cooperación internacional, fue coordinado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, con la participación de distintas dependencias de gobierno. Tuvo financiamiento del GEF, operado por el Banco Mundial y Nacional Financiera (INECC, 2016).

El proyecto se desarrolló del 2011 al 2016 en tres humedales costeros del Golfo de México altamente vulnerables al cambio climático. El objetivo fue diseñar e implementar medidas piloto de adaptación para disminuir la vulnerabilidad ante el cambio climático de comunidades humanas en humedales costeros y aumentar la resiliencia del ecosistema. Se desarrolló bajo el enfoque AbE, con un fuerte componente social y de género (Caso *et al.*, 2016).

El proyecto, además, presentó dos objetivos específicos: i) promover la adaptación a las consecuencias de los impactos climáticos en los humedales costeros del Golfo de México, mediante la implementación de medidas piloto que brinden información sobre los costos y beneficios de enfoques alternativos para reducir la vulnerabilidad de dichas costas al cambio climático; y ii) evaluar los impactos generales del cambio climático en la planificación nacional de los recursos hídricos del Receptor, incluida la identificación de posibles opciones de respuesta, con un enfoque en los humedales costeros y las cuencas hidrográficas asociadas.

**Figura 117.** Localización de sitios piloto para proyecto Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático en México



Fuente: INECC, 2016

### Estrategia (enfoque)

Como ha sido mencionado anteriormente, la AbE incluye el enfoque ecosistémico, que concibe a la gente, su sociedad y su cultura como parte integrante de los ecosistemas, vinculando los sistemas ecológicos y socioculturales. Asimismo, considera un enfoque de género y, en este proyecto se promovió la participación de mujeres y hombres por igual, para el fortalecimiento de las capacidades adaptativas, el involucramiento y apropiación de las medidas de adaptación (INECC, 2018).

El enfoque del proyecto también incluye Adaptación basada en comunidades, que considera mejorar la capacidad de comunidades locales para adaptarse al cambio climático, y la Adaptación basada en reducción de riesgos a través de políticas e instrumentos para anticipar el riesgo de desastres, reducir exposición y peligro

El proyecto incluye 4 componentes:

- Componente 1: Diseño de las medidas de adaptación seleccionadas y coordinación técnica del proyecto.
- Componente 2: Implementación de medidas piloto de adaptación en humedales altamente vulnerables.
- Componente 3: Evaluación de los impactos del cambio climático en la planificación de los recursos hídricos en el nivel nacional y en humedales costeros.

- Componente 4: Gestión de proyectos.

Las medidas implementadas más importantes en este proyecto (Ilieva, 2019) se resumen en:

- *Reforestación de manglar*: Reforestación de 25 hectáreas de manglar, 5 hectáreas de vegetación riparia y desazolve manual de 3 km de canales para restaurar el flujo hídrico en el Área Privada de Conservación “El Pájaro”. En la reforestación de manglar, se utilizaron 22,712 plantas de mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle rojo (*Rhizophora mangle*). La tasa de sobrevivencia fue de 80%.
- *Reforestación riparia*: En la reforestación riparia se utilizaron 3,343 plantas de 35 especies nativas y útiles (frutales, leñosas, maderables). La tasa de sobrevivencia fue de 80%.
- *Conservación y aprovechamiento sustentable de manglar*: Se especificaron las zonas de restauración, de recuperación y de aprovechamiento. De esta manera se diversificó la producción, dando valor económico al manglar y promoviendo su conservación. Asimismo, mejoró la economía del ejido mediante el aprovechamiento sustentable de madera.
- *Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) con enfoque de cambio climático*: El OET es un instrumento de política pública mediante el cual se especifican los mejores usos del territorio de acuerdo con su vocación. Establece zonas, lineamientos y acciones de protección, conservación, restauración y aprovechamiento.

### Éxito de las estrategias de adaptación del proyecto-Pertinencia

El Informe final de implementación (ICR) emitido por el Grupo Independiente de Evaluación (IEG, por sus siglas en inglés) define como alta la relevancia de los objetivos del proyecto, dada la vulnerabilidad de México ante los efectos del cambio climático, especialmente en materia de recursos hídricos, sequías y desertificación, incremento de la temperatura superficial del mar en el Golfo de México y el continuo aumento del nivel de mar que afecta a sus costas.

Además, el ICR reporta la alineación de los objetivos del proyecto con el entonces vigente Plan Nacional de Desarrollo (2007-2012) así como con el siguiente (2013-2018), y con la Estrategia Nacional de Cambio Climático que incluye medidas de adaptación. Además, se reportaron 5,733 personas directamente beneficiadas y 707,648 personas indirectamente beneficiadas (Banco Mundial, 2017).

**Tabla 60.** Tabla de efectividad del proyecto Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático en México (1.4.2).

Componente	Indicador	Meta	Resultado	Efectividad (%)	Medida AbE
Componente 1: Diseño de las medidas de adaptación seleccionadas y coordinación técnica del proyecto	Al menos 3 medidas piloto de adaptación cuentan con sólidos documentos de diseño técnico que incluyen análisis de los aspectos financieros, económicos, sociales y ambientales y están listas para su implementación (número).	Al menos 3 documentos de diseño	Se completaron tres documentos de diseño para medidas de adaptación piloto (que incluían estrategias de sostenibilidad y orientación para una pronta implementación y disposiciones de gestión) para los tres sitios piloto, logrando el objetivo revisado que se redujo de seis documentos de diseño a tres durante la reestructuración del proyecto de 2015.	100	
	Modelización, generación de datos, análisis y acceso a información y teledetección a largo plazo (cantidad).	El ICR*** no informa sobre ningún resultado para este objetivo (O1) dado el tiempo que tomará para que esas actividades muestren su impacto.		0	
	Infraestructura y equipamiento para reducir la vulnerabilidad a cambio climático aplicada en 3 sitios piloto.	3 sitios piloto	Se instaló infraestructura y equipo para reducir la vulnerabilidad al cambio climático y se está operando en tres sitios piloto, logrando la meta.	100	

Componente 2: Implementación de medidas piloto de adaptación en humedales altamente vulnerables	Papaloapan (Veracruz). Un plan de manejo para las Unidades de Conservación, Manejo y Utilización Sostenible de la Vida Silvestre (UMA) en ecosistemas de manglares (número).	1 UMA	Se establecieron dos Unidades de Manejo Ambientales (UMA) en el ecosistema de manglar de Papaloapan, superando la meta de una UMA.	200	Fomento del aprovechamiento sustentable del manglar a través de la conservación.
	Papaloapan (Veracruz). Fortalecimiento de las capacidades de adaptación al cambio climático en al menos un lugar.	Al menos 1 lugar	Se realizaron visitas de campo y talleres para fortalecer la capacidad de adaptación al cambio climático en Veracruz, logrando el objetivo de hacerlo en al menos una localidad.	100	
	Tabasco. Se actualizó la planificación del uso del suelo incorporando los impactos del cambio climático, así como las medidas de adaptación y conservación.	1 OET actualizado	El plan de uso de suelo local se actualizó para incorporar los impactos del cambio climático y medidas de adaptación para áreas de riesgo de inundaciones, rutas de evacuación y áreas donde se deben implementar medidas de adaptación específicas en Tabasco.	100	Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) con enfoque de cambio climático.
	Tabasco. Reforestación del ecosistema de manglares y zonas ribereñas para un objetivo de al menos 20 ha.	Al menos 20 hectáreas	Se concluyeron 25 hectáreas de reforestación de manglares y se restauraron cinco hectáreas de zonas ribereñas en Tabasco para mitigar los impactos negativos de episodios climáticos extremos, superando la meta de 20 hectáreas de manglares y bosques ribereños reforestados.	150	Reforestación con manglar y especies riparias.

	Tabasco. Infraestructura y equipamiento (limpieza, desalado y rehabilitación de al menos 3 km de flujos de agua, un mareógrafo e instrumentos meteorológicos, y al menos dos palafitos) para reducir la vulnerabilidad al cambio climático.	Al menos 3 km	En Tabasco se instaló y se encuentra en operación un equipo de infraestructura para limpieza, desalado y rehabilitación de al menos tres kilómetros de caudales de agua, logrando la meta de minimizar los impactos de potenciales inundaciones, logrando la meta revisada.	100	
	Tabasco. Un plan de manejo para las Unidades de Conservación, Manejo y Utilización Sostenible de la Vida Silvestre (UMA) en ecosistemas de manglares (número).	Al menos 1 UMA	Se completó un plan de manejo para las UMA en ecosistemas de manglares en Tabasco; el registro de la UMA está pendiente, no logrando el objetivo de que se establezca al menos una UMA.	0	Fomento del aprovechamiento sustentable del manglar a través de la conservación.
	Tabasco. Fortalecimiento de las capacidades de adaptación al cambio climático en al menos un lugar.	Al menos 1 lugar	Se realizaron visitas de campo y talleres para fortalecer la capacidad de adaptación al cambio climático en Tabasco, logrando el objetivo de hacerlo en al menos un lugar.	100	



Componente 3: Evaluación de los impactos del cambio climático en la planificación de los recursos hídricos en el nivel nacional y en humedales costeros	Escenarios de impacto del cambio climático para los recursos hídricos nacionales y para los humedales costeros, incluida la identificación de opciones de respuesta.	1 opción nacional de respuesta	Se desarrolló una opción nacional de respuesta hídrica que considera escenarios de impacto al cambio climático, logrando la meta original. La opción incluyó una evaluación bajo tres escenarios diferentes de cambio climático con respecto a la escorrentía superficial a nivel nacional, un modelo que analiza la implementación de una medida de adaptación relacionada con la disponibilidad de agua en un área de Veracruz y el desarrollo de modelos de flujo hidrológico para los tres sitios piloto.	100	
Componente 4: Gestión de proyectos	Procesos establecidos de articulación y coordinación entre las agencias involucradas. Reducción de tiempos de redacción de contratos y procesos administrativos.	Se redujo el tiempo de contratación de nueve meses a seis meses o menos, se incrementó el nivel de desembolso y los recursos comprometidos y se mejoró la coordinación entre las partes interesadas clave, logrando la meta.	100		

**Fuente:** Banco Mundial (2017)

\*\* Se eliminaron los indicadores particulares para el sitio piloto de la RB Sian Ka'an por considerarse fuera del área geográfica de este documento (Golfo de México).

\*\*\* En azul aparecen las medidas explícitamente incluidas dentro de la estrategia AbE del proyecto según Ilieva (2019) y en concordancia con el Capítulo 3.

## Lecciones aprendidas

El éxito del proyecto se fundamentó en una fuerte participación social a nivel comunitario, involucrada en el diseño y apropiación de las medidas de adaptación; en el enfoque de género aplicado a lo largo de la implementación del proyecto; así como en el vínculo y coordinación interinstitucional con los tres órdenes de gobierno, organizaciones de la sociedad civil e instituciones locales, y académicos.<sup>48</sup> La participación comunitaria es crítica para la sustentabilidad de las acciones en el mediano y largo plazo.

Banco Mundial (2017) reporta que, durante la implementación del proyecto, la Dirección de Economía de los Recursos Naturales dentro del INECC realizó un análisis costo-beneficio de las inversiones en reforestación de manglares en dos de los sitios piloto (Tabasco y Veracruz). Los beneficios de las inversiones incluyeron una mejor cantidad y calidad, incluida la purificación, del suministro de agua, un hábitat mejorado para las especies de peces y un aumento de los productos forestales. Otros beneficios, que no se pudieron monetizar, incluyeron la protección costera contra las inundaciones y la erosión, la captura de carbono, el hábitat de las especies y los valores estéticos y recreativos.

El análisis también identificó varios costos como la realización de estudios de diagnóstico, preparación de la tierra, materiales de producción, siembra, asistencia técnica, monitoreo y el costo de oportunidad del uso de la tierra. El valor presente neto (VPN) más alto, 20.9 millones de pesos mexicanos (tasa de descuento del 4%), se estimó para el sitio piloto de Veracruz, que también tiene la tasa más alta de supervivencia de manglares. Para el sitio en Tabasco, el VPN fue de 18.3 millones de pesos mexicanos con una tasa de descuento del 4%. Estos datos indican que las inversiones fueron muy rentables.

Ilieva (2018) aporta las siguientes lecciones aprendidas en cuanto al diseño y la implementación del proyecto AbE:

1. La tenencia legal de la tierra (problema generalizado en el campo mexicano) es fundamental para implementar medidas AbE.
2. Involucrar y lograr la apropiación del proyecto en comunidades, mediante el fortalecimiento de sus capacidades, con un débil tejido social y escasas experiencias en materia de organización, es clave para el éxito de las medidas AbE.
3. Las medidas AbE requieren en su ejecución de equipos multidisciplinarios, con especialistas en participación social y enfoque en Derechos Humanos y género, que estén constantemente trabajando en campo más allá de la duración del proyecto.
4. En una comunidad, debe haber un balance entre medidas AbE cuyos beneficios (ambientales, económicos, en salud, de desarrollo local) sean tangibles

---

<sup>48</sup> <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/adaptacion-en-humedales-costeros-del-golfo-de-mexico-ante-los-impactos-del-cambio-climatico>

en el corto plazo y medidas cuyos beneficios sean de largo plazo, debido a que las comunidades viven con un cierto grado de incertidumbre (por ejemplo, la restauración de manglar).

5. Promover medidas de adaptación integrales (por ejemplo, captación de agua de lluvia, más huerto escolar, más mural sobre el ciclo del agua, más cocina ahorradora de leña para el comedor escolar) potencia las medidas de adaptación y permean el sentido y los objetivos de las mismas, al fomentar que confluyan varias instituciones. La integralidad garantiza la continuidad de las medidas y el seguimiento de las acciones por varias instituciones.

En cuanto a las lecciones aprendidas sobre la incidencia política sobre AbE:

1. Involucrar a los tomadores de decisiones locales desde el inicio de un proyecto es esencial para tener una visión amplia de la situación social, política, ambiental, económica y de seguridad. También es muy efectivo llegar a las comunidades; elegir lugares de trabajo; contactar consultores locales; difundir el proyecto en los Estados y dar seguimiento a las medidas una vez que se complete el proyecto.

2. El éxito del compromiso con las instituciones gubernamentales locales depende del establecimiento de canales efectivos de comunicación y coordinación entre las agencias participantes; para mantenerlos informados y reportar el progreso del proyecto; invitarlos a participar en los talleres y reuniones y hacer que se sientan parte del proyecto.

Contribución a la integración de AbE en el marco nacional de la NDC. El Proyecto ha contribuido a los Compromisos de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático para el periodo 2020-2030, plasmados en la NDC presentada por México. Entre las acciones comprometidas en materia de AbE para llevar a cabo en el periodo 2020-2030, se encuentran:

1. Reforestar las cuencas altas, medias y bajas considerando sus especies nativas.
2. Incrementar la conectividad ecológica y la captura de carbono mediante conservación y restauración.
3. Aumentar la captura de carbono y la protección de costas mediante la conservación de ecosistemas costeros.
4. Contribuir a la igualdad de género y la atención de los grupos que se encuentran en condiciones de vulnerabilidad frente al cambio climático.

## Conservación de Cuencas Costeras en el contexto de Cambio Climático (Proyecto C6)



### Objetivos, alcance y área geográfica

El proyecto C6, con duración desde el año 2014 hasta el 2018, considera el manejo integral de 16 cuencas costeras; 6 en el Golfo de México y 10 en el Golfo de California (Figura 5.3). El proyecto C6 tiene el objetivo de promover el manejo integral en cuencas costeras para conservar su biodiversidad, contribuir a la mitigación y adaptación del cambio climático y fortalecer el uso sustentable de sus recursos naturales. Esto para la recuperación de la funcionalidad de las cuencas y la provisión de sus servicios ecosistémicos. El manejo integral de cuencas busca que los actores de la cuenca desarrollen una visión común enfocada en mejorar el manejo del territorio considerando sus actividades económicas, culturales y el medio ambiente que los sustenta. C6 operó con recursos de una donación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), gestionados por el Banco Mundial (INECC, 2017, GEF 2019).

Los subproyectos de este proyecto se ubican en las áreas prioritarias seleccionadas por el INECC en las 6 cuencas costeras del Golfo de México. Se focalizan en los temas de: restauración ecológica, conservación de ecosistemas, manejo forestal sustentable y prácticas en sistemas agroecológicos (INECC, 2017).

### Estrategia

Colaboran tres instituciones públicas (INECC, CONANP, CONAFOR) y una privada Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN). La arquitectura de coordinación del proyecto constituye un componente innovador que busca detonar procesos de colaboración y sinergias en el territorio.






El proyecto tiene cinco componentes: (1) Creación y consolidación de áreas protegidas; (2) Promoción de la sostenibilidad dentro de las cuencas hidrográficas; (3) Habilitar el manejo adaptativo mediante el fortalecimiento del componente de capacidades de monitoreo; (4) Desarrollo de mecanismos innovadores de colaboración interinstitucional y promoción de la participación social; y (5) Gestión del proyecto.

El proyecto C6 en el Golfo de México se aplica en dos entidades federativas: Veracruz y Tabasco, en cuatro cuencas en Veracruz: Tuxpan, La Antigua, Jamapa, Huazuntlán y Temoloapa y en una cuenca en Tabasco: Usumancinta. La arquitectura del proyecto permite que se conserven las cuencas altas y bajas, a través de acciones para fortalecer a las Áreas Naturales Protegidas federales en esas zonas y en la cuenca media por medio de acciones orientadas al manejo forestal sustentable y agroecología, se lleven a cabo acciones que fomentan la conservación y la restauración, que mantengan los servicios ambientales, tomando en cuenta las variaciones climáticas previstas.

A través del trabajo desarrollado por 23 Organizaciones de la Sociedad Civil, se aplican 29 subproyectos en las diferentes cuencas: seis subproyectos en la cuenca del Río Tuxpan, siete para La Antigua, cinco en Jamapa, seis en Huazuntlán–Temoloapa, cuatro más en Usumacinta y un proyecto transversal a todas las cuencas.

## Soluciones AbE

Tabla 61. Algunas medidas implementadas en las 6 cuencas costeras del Golfo de México.

	Tuxpan	Antigua	Jamapa	Temoloapan/Huazuntlán	Usumacinta
Cuenca					
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consolidación del bosque mesófilo de Montaña en Zacualpan, Veracruz.</li> <li>- Restauración Hidrológica-Ambiental de la microcuenca El Crucero de Jacales.</li> <li>- Prácticas silvopastoriles para apoyar la conservación de la cuenca del Tuxpan en Chicontepec de Tejeda, Veracruz.</li> <li>- Restauración hidrológica ambiental de la microcuenca Arroyo Prieto.</li> <li>- Construcción de estrategias comunitarias para la restauración ecológica de paisajes, 'Sierra de Otontepec'.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meliponicultura para la conservación.</li> <li>- Difusión a través de meliponarios demostrativos en la subcuenca la Antigua.</li> <li>- Enriquecimiento y conectividad en la ladera barlovento del ANP Cofre de Perote y su zona de influencia.</li> <li>- Restauración forestal en terrenos afectados por el incendio de 2013 dentro del ANP Cofre de Perote</li> <li>- Mantenimiento y elaboración de obras de restauración de suelos y agua realizadas por el CCMSS en la ANP Cofre de Perote</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo del sistema agroecológico forestal de cafetal en 18 localidades de las subcuencas de los ríos La Antigua y Jamapa.</li> <li>- Articulación social para la conservación de la cuenca alta del Río Jamapa.</li> <li>- Conservación de la diversidad biológica en paisajes cafetaleros con relevancia hidroecológica en las cuencas altas de los ríos Jamapa y La Antigua.</li> <li>- Módulos Agroecológicos en solares y cafetales, Huatusco, Veracruz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptación al cambio climático a través del manejo del bosque y restauración forestal en la comunidad de Ocotál Grande.</li> <li>- Fortalecimiento del capital social para la conservación de la biodiversidad, suelo y agua.</li> <li>- Aprovechamiento agropecuario forestal sustentable en el ejido indígena de Mecayapan, Huazuntlán</li> <li>- Conservación-reforestación de zonas raparías con germoplasma nativo en ríos Agachapan-Temoloapa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración riparia y agroforestal de corredores hidrobiológicos en el sistema de humedales Catazajá.</li> <li>- Restauración para la conectividad de macizos forestales en la ribera del río Usumacinta.</li> <li>- Restauración del ecosistema ripario de la cuenca del Usumacinta-Tabasco.</li> <li>- Consolidación de procesos de restauración en el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Usumacinta y su área de influencia.</li> </ul>



Medidas AbE*	<p>Acciones de conservación y restauración:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enriquecimiento de reforestación, especies forestales de mejor calidad, producción de plantas nativas, producción de especies dendroenergéticas, promoción de estufas ahorradoras de leña y campañas para prevenir incendios forestales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauración forestal, el enriquecimiento de acahuales y la conservación de áreas de bosques maduros.</li> <li>• Establecimiento de Áreas Privadas de Conservación para mantenimiento de servicios ambientales.</li> <li>• Enriquecimiento de sitios reforestados o degradados y producción de especies nativas maderables y no maderables.</li> <li>• Monitoreo y análisis de fenología reproductiva de especies amenazadas o con alto valor a la conservación para comparar la afectación por variaciones climáticas.</li> <li>• Acciones de restauración como: podas forestales de conservación y protección, acomodo de material vegetal muerto, mantenimiento de brechas cortafuego.</li> <li>• Red de meliponarios demostrativos para la conservación de servicios ecosistémicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de Áreas Privadas de Conservación (APC) para mantenimiento de servicios ambientales en zonas cafetaleras.</li> <li>• Estufas ahorradoras de leña.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones de restauración, conservación y restauración riparia.</li> <li>• Acciones de reforestación con especies nativas.</li> <li>• Mantenimiento de áreas reforestadas.</li> <li>• Estufas ahorradoras de leña</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones de restauración y mantenimiento de la reforestación.</li> <li>• Prácticas para el manejo forestal sustentable.</li> <li>• Recuperación de zonas para ayudar a la conectividad para conectar corredores ecológicos.</li> <li>• Acciones para preservar los servicios ecosistémicos de los ecosistemas riparios e inundables.</li> <li>• Red de viveros de biodiversidad.</li> <li>• Reserva comunitaria de semillas de biodiversidad en el Golfo de México.</li> </ul>
--------------	--	---	---	--	---

**Fuente:** La implementación de buenas prácticas a través de C6 y su contribución en la adaptación al cambio climático. Disponible en: <http://www.c6.org.mx/wp-content/uploads/2018/04/Mitigacion-y-Adaptacion.pdf>

### Éxito de las estrategias de adaptación del proyecto C6Pertinencia:

El Proyecto de Conservación de Cuencas Hidrográficas Costeras en el Contexto del Cambio Climático en México fue pionero en un “enfoque de paisaje” para la gestión de ecosistemas de cuencas hidrográficas para ayudar a desarrollar la resiliencia al cambio climático y frenar la degradación de los ecosistemas. Un enfoque de paisaje significa una visión holística de las cuencas hidrográficas, desde las montañas en las que se originan hasta las costas donde se encuentran con el mar, y la participación de comunidades e instituciones que llaman hogar a estas cuencas hidrográficas.

Una gestión sostenible integrada de ecosistemas interdependientes (el "enfoque de paisaje") ayuda a desarrollar la resiliencia al cambio climático al tiempo que restringe la degradación de los ecosistemas derivada de prácticas insostenibles de uso de la tierra y conversión del uso de la tierra. En 2013, México adoptó este enfoque para el manejo de los ecosistemas de cuencas hidrográficas, considerándolo como la herramienta clave que conecta los activos ecológicos entre las áreas de bosques de montaña y las costas, donde las comunidades río abajo estaban experimentando un rápido crecimiento económico, pero volviéndose cada vez más vulnerables a los desastres naturales debido a la creciente degradación- río arriba-. Por lo tanto, se propuso el Proyecto de Conservación de Cuencas Hidrográficas Costeras en el Contexto del Cambio Climático (el “Proyecto C6”) para abordar estos problemas a nivel de paisaje, reuniendo a la variedad de partes interesadas gubernamentales, privadas y comunitarias.

Según lo reportado por el Banco Mundial (2019), a lo largo de la vida del Proyecto, los objetivos siguieron siendo relevantes para el Plan Nacional de Desarrollo de México 2013-18. Específicamente, nutrió las prioridades de biodiversidad de uno de los cinco objetivos nacionales del Plan, *México Próspero*, que enfatizó el uso sostenible de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente y la biodiversidad. Asimismo, al concluir el Proyecto C6, sus objetivos han seguido siendo relevantes para las nuevas prioridades del gobierno, particularmente en asuntos relacionados con medios de vida sostenibles, manejo agroforestal y biodiversidad.

Tabla 62. Tabla de efectividad del Proyecto C6.

Componente	Indicador	Meta	Resultado	Efectividad (%)
Indicadores de Resultado del Objetivo de Desarrollo del Proyecto				
Consolidación de al menos 1,1 millones de ha de áreas protegidas, incluidas al menos dos nuevas áreas protegidas de un estimado de 500.000 ha.		1,100,000	1,748,204.7	158
Gestión mejorada de la tierra y los bosques con emisiones de carbono reducidas en sitios seleccionados en seis cuencas hidrográficas (ha)		1,027,554 (línea base: 1,008,858)	1,092,026.8	102
Planes de acción integrados de cuencas hidrográficas / subcuencas (PAMIC) adoptados en diferentes niveles de gobierno (municipal, regional o federal) o actores locales (número de cuencas hidrográficas)		6	6	100
Indicadores de Resultados Intermedios				
Componente 1: Creación y consolidación de áreas protegidas	Áreas protegidas que cumplen con su meta de efectividad en el manejo (número)	12	10	83
	Capitalización de fuentes de financiamiento permanentes (cantidad US\$)	US\$28.6 (línea base: US\$5.20)	US\$28.6	100
Componente 2: Promoción de la sostenibilidad dentro de las cuencas hidrográficas	2.1 PSA, Subproyectos de agroecosistemas y de manejo forestal sustentable implementados de conformidad con los PAMIC (ha)	18,696	35,784	191
	2.2 Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas y secuestradas en las cuencas/subcuencas elegidas (%)	100% (4,015 MtCO <sub>2</sub> )	137% (5,53 MtCO <sub>2</sub> )	137
Componente 3: Habilitación de la gestión adaptativa mediante el fortalecimiento de las capacidades de seguimiento.	3.1 Número de cuencas/subcuencas con sitios prioritarios que se monitorean a través de la teledetección y técnicas de recolección local de datos en el ámbito local.	6 (línea base: 2)	6	100
Componente 4: Mecanismos innovadores de colaboración interinstitucional y promoción de la participación social.	4.1 Cantidad de asociados locales que han incorporado prácticas de mejor uso del suelo.	6	6	100

Fuente: Banco Mundial (2019).

\*\* En azul las medidas AbE.

## Lecciones aprendidas

Banco Mundial (2019) explica el buen desempeño de algunos de los indicadores del Proyecto a través de dos factores: (a) las estimaciones conservadoras de los objetivos durante el diseño del Proyecto, basadas en la evidencia de proyectos similares, aunque menos ambiciosos, anteriores al C621; y (b) destacada colaboración interinstitucional entre todos los socios implementadores del Proyecto. Durante el diseño del Proyecto, la colaboración efectiva fue un factor de riesgo difícil de reflejar en la estimación de los objetivos; sin embargo, la buena colaboración se debió a la amplia experiencia y pericia en proyectos de conservación que cada socio implementador aportó y aplicó desde las primeras etapas del C6.

En las cuencas costeras de México, la planificación y la gestión a nivel del paisaje, incluidas las áreas protegidas y los paisajes productivos, fueron clave para abordar los impulsores de la degradación ambiental. Banco Mundial (2019), sistematiza las lecciones aprendidas del C6 sobre el manejo de AP utilizando un enfoque integrado:

- Gestionar a nivel de paisaje. Para gestionar y proteger mejor las áreas protegidas (AP) de las amenazas adyacentes, como la contaminación del agua corriente arriba y los efectos de desbordamiento de la degradación de la tierra, el trabajo debe continuar a nivel de paisaje. Aplicado por el Proyecto C6, este enfoque fue crucial para la gestión de las AP porque facilitó la coordinación efectiva entre los socios implementadores y entre áreas que antes estaban desconectadas de la perspectiva de la gestión. El C6 equilibró con éxito las prioridades, como la conservación frente a los medios de vida sostenibles, entre las áreas adyacentes a lo largo de las cuencas hidrográficas para maximizar los beneficios de estos servicios de los ecosistemas.

- Trabajar con la sociedad civil y las redes comunitarias. Trabajar en estrecha colaboración con las OSC y las redes regionales facilita el flujo de conocimientos y fortalece los vínculos de las comunidades en todas las regiones. En el caso del C6, estos vínculos a menudo se convirtieron en redes o coaliciones para continuar el trabajo después del cierre del Proyecto. Estos incluyen la Coalición de Organizaciones de la Biocuenca Jamapa-Antigua, compuesta por siete grupos que trabajan con un total de 4.500 productores de café, todos con el manejo sustentable de los ecosistemas en mente. Las redes regionales también pueden reforzar las empresas comunitarias para respaldar las economías de escala, el marketing colectivo y la integración en la economía local.

- Apoyar el seguimiento de la comunidad sobre el terreno. La participación de la comunidad en el monitoreo ambiental genera conciencia sobre la importancia de conservar los recursos y manejar las amenazas de manera efectiva. En el caso del C6, el monitoreo de la calidad del agua y la biodiversidad de la comunidad fomentó un sentido de administración hacia el recurso y desencadenó una mejora de las metodologías de monitoreo, por ejemplo, la creación de BIOCOMUNI y la aplicación del Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad (SNMB), coordinado por CONABIO.

- Asegurar la socialización temprana de las AP recién creadas y alinearse con los objetivos de las políticas para la conservación y el cambio climático. La comunicación de planes para la creación de AP a nivel del gobierno nacional puede, por ejemplo, facilitar la inclusión de estos planes en los objetivos de áreas de conservación preexistentes que contribuyen a cumplir con los compromisos internacionales, como las metas de Aichi del CDB. A nivel local, la comunicación temprana de los planes puede servir para minimizar los conflictos entre los usuarios de recursos existentes.

Otra importante lección aprendida se relaciona con la participación de los interesados. La implementación exitosa de este proyecto está fuertemente asociada con la participación activa de las organizaciones y comunidades locales, y la generación de confianza con ellas, lo que se ha logrado a través de los beneficios tangibles que las comunidades locales obtuvieron durante el proyecto. Dado que las organizaciones locales estuvieron muy involucradas en el diseño y la implementación de subproyectos para mejorar la gestión sostenible de las cuencas hidrográficas y los medios de vida de la comunidad. Los subproyectos proporcionaron directamente beneficios socioeconómicos a las comunidades locales y los miembros de la comunidad reconocieron el valor de los servicios ecosistémicos proporcionados por las cuencas hidrográficas. Participaron activamente no solo en los subproyectos, sino también en general en las actividades de seguimiento del proyecto. La información de monitoreo basada en la comunidad fue muy valiosa para el desarrollo de planes de acción integrados de cuencas hidrográficas apropiados.

Contribución a la integración de AbE en el marco nacional de la NDC. Haciendo una comparación entre las acciones de los subproyectos con las metas establecidas en la actualización a la NDC de 2020 para México, las medidas AbE presentadas responden a dos ejes del componente de adaptación:

- Eje C. Conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos
- Eje B. Sistemas productivos resilientes y seguridad alimentaria

Además, los subproyectos se alinean con el sector de Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura (USCUISS) del componente de mitigación.

## Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas naturales protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático (Proyecto RESILIENCIA)



### Objetivo, alcance y área de estudio

El proyecto “Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas protegidas para proteger la biodiversidad amenazadas por el cambio climático” promueve la capacidad de recuperación de las ANP de una manera integrada y mediante el fortalecimiento de la eficacia de la gestión desde el interior de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) hacia el exterior, en un marco de preparación de los sistemas de ANP que salvaguardan a la biodiversidad con eficacia, contribuyendo de esta manera a la consolidación de la eficacia de la gestión hacia la resiliencia.

El Proyecto tiene el objetivo de transformar la gestión y cobertura de las ANP terrestres y marinas en México para atenuar los impactos directos e indirectos del cambio climático en la biodiversidad de interés mundial

El Proyecto fue ejecutado entre 2014 y 2020 por la CONANP, implementado con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en México y cofinanciado por un donativo de 10 millones de dólares del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés).



**Figura 118.** Áreas naturales protegidas piloto en el Proyecto Resiliencia

## Estrategia

El proyecto implica un enfoque participativo en cuanto a su implementación que involucró instituciones públicas federales, estatales, y municipales, los sectores productivos que inciden en las ANP y sus áreas de influencia, organizaciones internacionales, OSC y el sector académico (PNUD, 2020).

Definido bajo un marco anidado de tres niveles -local, regional y nacional-, el Proyecto ha fortalecido tres ejes interrelacionados: institucional, socioeconómico y ecosistémico. Para ello, cuenta con tres componentes que responden a las necesidades de resiliencia de la biodiversidad y de las comunidades en las ANP a diferentes escalas:

1. Mejoramiento del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, que consiste en la revisión y desarrollo de instrumentos y herramientas para la conservación, monitoreo, financiamiento y toma de decisiones ante el cambio climático.
2. Expansión del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas a partir de una escala de paisaje para el establecimiento de nuevas áreas de conservación, con la finalidad de incorporar refugios climáticos importantes y promover la conectividad entre ANP.
3. Mejoramiento de la Efectividad del Manejo de 17 ANP (Fig. 3) para la reducción de impactos y amenazas específicas del cambio climático a la biodiversidad y de las poblaciones, promoviendo el desarrollo de capacidades del personal y comunidades locales, así como de la CONANP y de otras dependencias vinculadas con el territorio que contribuyen a la construcción de resiliencia.

## Estrategias basadas en el enfoque AbE

Según su informe final (PNUD, 2020), el Proyecto contribuyó a reducir la vulnerabilidad al Cambio Climático, de la biodiversidad y los medios de vida de las personas en las diferentes ANP al implementar medidas de adaptación bajo un enfoque de adaptación basada en ecosistemas, las cuales se realizaron a través de tres estrategias: generación de alianzas con el Proyecto con equipos de organizaciones de la sociedad civil para la implementación de las medidas de adaptación; gobernanza ambiental instalada por el Proyecto en el territorio que resultó en formas de participación social con actores clave (representantes de comunidades locales, empresarios y científicos regionales); y mediante el diseño de cada medida, de un portafolio de opciones para su sostenibilidad, que su financiamiento no fue exclusivo del presupuesto del proyecto sino también de diversas fuentes y alianzas estratégicas. Por tanto, se lograron implementar 15 medidas de adaptación en 12 ANP, en convenio con 8 OSC.

### Éxito de las estrategias de adaptación del proyecto-Pertinencia:

De acuerdo con Putney y Niembro (2017) el tema del proyecto es altamente pertinente a nivel nacional, relevante para los objetivos de CONANP, y fácilmente comunicable a las comunidades y otras instituciones.

La replicabilidad del proyecto y sus componentes es muy alta ya que se pueden retomar las experiencias y modelos desarrollados en las 17 áreas del Proyecto y replicarlos en las ANP no incluidas en el Proyecto; esto considerando que los efectos del CC se registran en todas las regiones y ecosistemas del país.

Este proyecto es innovador y ha estimulado el interés a nivel internacional, nacional, regional, y en las ANP. Las instituciones socias del proyecto se han apropiado fuertemente del mismo. Los hallazgos de la Revisión de Medio Término demuestran que la lógica de intervención y la estrategia de implementación del proyecto son tanto o más pertinentes hoy en día a nivel mundial y del país y los temas centrales siguen siendo de relevancia para los objetivos institucionales de CONANP. Como se indica en más detalle en la Sección 3.4 del informe, la lógica del proyecto está alineada también con el Plan Nacional de Desarrollo de México, y con los objetivos institucionales de GEF, PNUD, y CONANP.

Tabla 63. Efectividad del Proyecto Resiliencia

<b>Resultado 1: El marco de preparación del sistema de áreas protegidas (AP) mexicano salvaguarda con efectividad la biodiversidad.</b>				
<b>Indicador</b>	<b>Línea de base</b>	<b>Meta de fin de proyecto</b>	<b>Resultado</b>	<b>Efectividad (%)</b>
Marco institucional reforzado para aumentar la resiliencia de ANP a los impactos y riesgos del CC	El Marco de la CONANP incluye: - El Programa Nacional de ANP (PNANP) 2013-18 y la Estrategia de la CONANP para 2040 están en proceso de elaboración. - La ECCAP proporciona pautas generales en pos de la resiliencia, pero sin alinearse con la política pública e institucional. - La estrategia de comunicación proporciona promoción limitada de áreas de conservación como instrumentos de resiliencia.	La Estrategia de la CONANP para 2040 y otros planes institucionales incluyen el CC y la resiliencia. EL PNANP 2013-2018 incluye el CC y la resiliencia. ECCAP actualizada y alineada con las políticas públicas e institucionales (PNANP) y el marco jurídico relacionado con el CC. La Estrategia de Comunicación promueve la importancia de las áreas de conservación como instrumentos para (a) aumentar la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas, y (b) mantener la integridad a través del paisaje terrestre/marino.	El proyecto ha logrado el cumplimiento de la meta y ha posicionado el tema de las Áreas Naturales Protegidas como Soluciones basadas en la naturaleza costo efectivas. También ha logrado establecer y robustecer un marco institucional para aumentar la resiliencia de las ANP, mediante instrumentos institucionales fortalecidos con criterios de cambio climático. 1. Estrategia 2040 que incluye el cambio climático como un componente fundamental. 2. Programas Nacionales de ANP (PNANP) 2013-2018 y 2020-2024. 3. La Estrategia de Cambio Climático desde las áreas protegidas (ECCAP). 4. Estrategia de Comunicación. 5. 9 Planes de Adaptación al Cambio Climático. 6. 6 Programas de Manejo. 7. Reglas de Operación del PROCODES	100
Sistema de Planificación, Gestión e Información para la toma de decisiones para incorporar el CC en la planeación integrada de uso de tierra que aumente la resiliencia de la biodiversidad.	Ninguna ANP tiene resiliencia al CC incorporada en instrumentos de planificación y gestión. No existe portal de información climática nacional de áreas protegidas. 0% de ANP con acceso al Portal	Portal Nacional de información Climática para las ANP establecido con los datos geoespaciales, incluyendo un Sistema de Alerta Temprana y vinculado a los esfuerzos de monitoreo ya existentes (como SNIB, INFyS y SIMEC y otras	La meta ha sido lograda al desarrollar el Portal Nacional de Información en coordinación con la CONABIO, incluye un Sistema de Alerta Temprana de blanqueamiento de coral y la información generada en esta plataforma se vincula al Sistema interno de monitoreo I- Efectividad de la CONANP.  - Sistema Integral de	100

		<p>iniciativas pertinentes).</p> <p>100% de las ANP con acceso al Portal y el personal capacitado para usarlo con el fin de tomar decisiones de gestión efectiva de base resiliente.</p>	<p>Monitoreo de Biodiversidad y Degradación en Áreas Naturales Protegidas. La plataforma contiene Indicadores de Superficie de cada clase de Vegetación, Pérdida de Hábitat, Tasas de Transformación de hábitat, Integridad Ecosistémica y la Calidad de Hábitat de fauna clave en los ecosistemas.</p> <p><a href="https://monitoreo.conabio.gob.mx/">https://monitoreo.conabio.gob.mx/</a></p> <p>- Sistema de Información y Análisis de los Ecosistemas Marinos de México (SIMAR). Este sistema permite el monitoreo de la salud de los ecosistemas marinos dentro de 7 ANP mediante una red de observación remota de la biodiversidad marina. Cuenta con un sistema de alerta de blanqueamiento de coral.</p> <p><a href="https://simar.conabio.gob.mx/">https://simar.conabio.gob.mx/</a></p> <p>- Explorador de Cambio Climático. En esta plataforma se muestran las áreas clave para la conservación de la biodiversidad mediante datos de conectividad y la generación de mapas de corredores biológicos con criterios de CC para fomentar acciones territoriales en 13 ANP.</p> <p><a href="https://www.wegp.unam.mx/Conabio/">https://www.wegp.unam.mx/Conabio/</a></p>	
--	--	--	---	--

**Resultado 2: Ampliación del sistema de áreas naturales protegidas (ANP) para proteger refugios importantes través de la conectividad y una mayor capacidad de recuperación.**

Indicador	Línea de base	Meta de fin de proyecto	Resultado	
La expansión de las áreas de conservación de las ecorregiones prioritarias y refugios facilitados por la base de datos	0 ha (total ANP 25,384,818 ha)	25,984,818 ha: por lo menos 600,000 hectáreas de nuevas áreas incluidas en zonas nuevas o existentes de	Se ha logrado la meta y se ha superado con un 307%, decretando 79 millones 819 mil y 59 hectáreas nuevas a la conservación, los decretos incluyen el tema de Resiliencia al Cambio Climático.	307

GIS, medida por el aumento en el área bajo conservación para promover la conectividad y proteger refugios importantes.		conservación a nivel nacional. Costero/marino: 369,139 ha; terrestre: 230,861 ha.		
Área de la conectividad funcional entre los bloques de hábitat críticos alrededores y dentro de las ANP mantenido o aumentado para mejorar la resiliencia de los ecosistemas a través de programas de incentivos basados en ecorregión.	0 ha Existen incentivos generales para la conservación de la biodiversidad	30,000 hectáreas que mejoran la conectividad y los esquemas de incentivos de ecorregiones, como resultado parcial de las acciones de gestión del resultado 3. Sistemas de incentivos basados en 12 ecorregiones/por tafolios que aumentan la resiliencia.	Se ha logrado la meta: el Proyecto ha mejorado la conectividad estratégica entre bloques de hábitat críticos en las zonas de influencia de las ANP, se han alcanzado alianzas estratégicas entre propietarios privados y/o comunidades, sumando territorios para la conservación de las ANP, manteniendo y aumentado la resiliencia de los ecosistemas y llegando a 26,294.66 hectáreas de ADVC. El Proyecto cierra con un total de 26,294.66 hectáreas de ADVC: 10,015.07 hectáreas certificadas y 16,279.59 hectáreas en espera de que CONANP otorgue su certificación. Esto es un 87.65% respecto a la meta (30 mil Has). La certificación de la Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) reconocen la figura de ADVC para generar alianzas estratégicas entre propietarios privados o comunidades, que buscan sumarse y sumar sus hectáreas para la conservación y aumentar la resiliencia de las ANP, ya que esta certificación facilita el acceso a subsidios para la gestión sostenible de la tierra, lo cual se vuelve una estrategia corresponsable de conservación del capital natural del país.	87.65

**Resultado 3: La administración efectiva de las ANP reduce las amenazas climáticas a la biodiversidad conforme lo indican las actividades piloto y las mejores calificaciones METT.**

Indicador	Línea de base	Meta de fin de proyecto	Resultado	
Fortalecer la gestión de las ANP vulnerables, basándose en sitios específicos de información generada a partir de los pilotos con el fin de abordar los riesgos y amenazas del CC, con un enfoque de paisaje y actividades productivas sostenibles: a) El aumento de la capacidad de la capacidad de gestión da ANP b) Acciones de gestión rentables para reducir la vulnerabilidad, que se realizaran en grupos ecorregionales (con base en los datos de 2012 y confirmado por el análisis de vulnerabilidad al final del año 2 de proyecto). Estas acciones contribuirán a la superficie de la mejora de la conectividad en el Resultado 2. - Manejo integral de incendios. - Regeneración terrestre asistida. - Regeneración costera asistida. - Regeneración marina asistida. - Gestión sostenible de la tierra. - Prevención,	a) - Promedio de resultados METT 69% (no incluye la resiliencia) b) - 0 proyectos basados en la resiliencia o acciones de gestión para reducir la vulnerabilidad - 0 ha de manejo integral de incendios. - 0 ha de regeneración terrestre asistida. - 0 ha de regeneración costera asistida. - 0 ha de regeneración marina. - 0 ha de gestión sostenible de la tierra. - 100 ha de Prevención, control, erradicación y control de especies introducidas/invasoras	a) - Aumento de 10% en las puntuaciones METT b) - Los proyectos con base resiliente y acciones de manejo reducen la vulnerabilidad en 12 grupos ecorregionales - 6,000 ha de manejo integral de incendios +10 km de brechas cortafuego. - 3600 ha + 5 km de bosques en galería. - 400 ha de regeneración costera asistida. - 200 ha de regeneración marina. - 600 ha de gestión sostenible de la tierra. - 650 ha de Prevención, control, erradicación y control de especies introducidas/invasoras.	La meta es considerada cumplida porque faltan solo 0.41 puntos para lograr la meta del 10% en la puntuación del METT. a) El aumento de la capacidad de gestión de ANP reflejada con la Herramienta METT (Management Effectiveness Tracking Tool) donde la evaluación de la eficacia de la gestión se reconoce como un componente vital de la gestión de ANP, proactiva y con capacidad de respuesta, alcanzada por el proyecto ha sido de 78,59 puntos de los 79 puntos de la meta en comparación con la línea base de 69 puntos. b) El Proyecto ha llevado a cabo las siguientes acciones: - 161 ha de manejo integral de incendios + 24.4 km de brechas cortafuego. Además, son previstos 12 ha y 25 km adicionales antes el cierre del proyecto. - 5,309.25 ha + 5 km de restauración terrestre y de bosques en galería, respectivamente. El Proyecto fomentó la conectividad de zonas antes degradadas con una intervención diversa que incluye recuperación de hábitats de especies prioritarias y de zonas de recarga hídrica. Además, son previstas 519 ha adicionales al cierre del Proyecto. - 147.4 ha de restauración costera. Ha habido una diversidad de intervenciones, como la rehabilitación del flujo hídrico, restauración y conservación del manglar,	a) 100 b) promedio: 74.8



control, erradicación y control de especies introducidas/invasoras.			<p>restauración de dunas costeras.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0.72 ha de regeneración marina. El proyecto ha implementado la regeneración de arrecife, hábitat de fauna marina como parte del paquete de restauración marina.</li> <li>- 166.5 ha de gestión sostenible de la tierra. A esta medida cabe sumar 600 ha de forma indirecta para el Complejo Ocote-Sumidero por parte de FONCET.</li> <li>- 258.77 ha de prevención, control, erradicación y monitoreo de especies exóticas e invasoras. La transformación se ha asociado a programas de bioseguridad, plagas y enfermedades que hacen posible la permanencia de estas medidas.</li> </ul>	
Mejora de la capacidad para la planificación, ejecución y seguimiento de las estrategias de gestión conjunta específicas del sitio para aumentar la resiliencia de las ANP.	<p>0 programas / talleres sobre la resiliencia en las AP.</p> <p>Promedio de Capacity Development Scorecard:  Q 9: 1.625  Q 11: 1.625  Q 13: 1.6875  Q 14: 1.3125</p> <p>Áreas para mejorar:  (Q9) Más ANP tienen programas de manejo adecuados, pero se implementan parcialmente o en lo absoluto.  (Q11) La información ambiental utilizada para apoyar la toma de decisiones no está disponible, incompleta o no actualizada.  (Q13) La capacidad y las</p>	<p>12 programas / talleres sobre la resiliencia en las AP.</p> <p>Promedio de Capacity Development Scorecard:  Q 9: 2.625  Q 11: 2.625  Q 13: 2.6875  Q 14: 2.3125</p> <p>Mejoras específicas:  - Los instrumentos de gestión se aplican eficazmente en las ANP seleccionadas.  - Sistema de información para el manejo adaptativo (Resultado 1).  - Programa de desarrollo de la capacidad institucional y el 3% del presupuesto de la CONANP (del</p>	<p>La meta ha sido alcanzada en un 100%, en donde el proyecto ha medido sus capacidades en gestión efectiva mediante el Promedio de Capacity Development Scorecard, logrando un conjunto de capacidades y una gestión efectiva en la instalación de instrumentos para la planeación, toma de decisiones desde un sistema nacional de información, y la rendición de cuentas a través de un sistema de reportes de monitoreo trimestral.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Q 9: 2.882 - El desarrollo de los 9 PACC y los 6 PM han reconfigurado la manera de planificar el medio ambiente. Con esta capacidad el Proyecto ha incrementado su efectividad de las prácticas de mejora en el manejo territorial.</li> <li>- Q11: 2.625 - Los tomadores de decisiones obtienen y usan la información ambiental</li> </ul>	100

	<p>necesidades tecnológicas se obtienen, cuando están disponible, a través de financiamiento externo. (Q14) El seguimiento se realiza irregularmente, con o sin un marco de control adecuado.</p>	<p>Resultado 1) reasignado a las necesidades tecnológicas básicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de monitoreo con la creación de capacidad adecuada (Resultado 1).</li> </ul>	<p>actualizada para tomar decisiones. El Sistema de Planeación, Gestión e Información (SPGI) para toma de decisiones de CC ha finalizado su desarrollo, está liberado y ha sido una herramienta para la elaboración de los PACC, en cuanto al Sistema I-Efectividad, la cual monitorea la efectividad de manejo del sistema de áreas protegidas de México cuenta con indicadores que se basan en la información de las plataformas del SPGI.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Q14: 2.7000 - La información de monitoreo se produce en tiempo y con precisión, y es utilizada por el equipo de implementación para aprender y, posiblemente, cambiar el curso de la acción. El Proyecto instaló capacidades en rendición de cuentas desde el terreno al punto de poder generar evidencias de terceros, su sistema de reporte trimestral desde el campo, nutrió de manera intencionada 12 distintos ejercicios institucionales de rendición de cuentas y la información permitió la toma de decisiones desplegada en un marco sistematizado.</li> <li>- Q13: 2.6875 - Las habilidades y las tecnologías necesarias están disponibles y hay un mecanismo de base nacional para la actualización de los conocimientos requeridos y para la mejora de las tecnologías. El proyecto ha podido instalar este conjunto de capacidades. Son los tres tipos de capacidades anteriores: gestión efectiva desde la instalación de instrumentos para la</li> </ul>	
--	---	--	---	--

			planeación, decisiones tomadas desde un sistema nacional de información, y la rendición de cuentas desde un sistema de reportes de monitoreo trimestral.	
Marco de gobernanza en materia de uso de suelo fortalecido a través de la coordinación y foros de participación de género e indígenas a considerar la conservación y el aumento de los riesgos asociados al CC en las ANP.	La Alianza México Resiliente proporciona una función de asesoría. Consejos Consultivos Comunitarios no se dedican a la resiliencia del CC. Sólo ocho de las 17 áreas protegidas tienen consejos asesores y dos operan irregularmente. Organizaciones de género e instituciones oficiales responsables de la igualdad entre los géneros reconocidos como actores y consultados en los procesos de toma de decisiones de las ANP.	La Alianza México Resiliente institucionalizada como un consejo consultivo nacional y sus miembros co-implementan al menos un proyecto en el campo. Consejos consultivos comunitarios reforzados o grupos ad hoc para mejorar la gobernanza en materia de uso del suelo en 17 áreas naturales protegidas contribuye a las medidas/actividades de resiliencia al CC. Organizaciones de género a definir e instituciones oficiales responsables de la igualdad entre los géneros reconocidos como actores y consultados en los procesos de toma de decisiones de ANP	El logro parcial de la meta del indicador Marco de Gobernanza está configurado con el aporte del Proyecto a los Consejos Asesores, figura que ha sido fortalecida y a través de la cual se ha podido transversalizar el tema de cambio climático y resiliencia. La Alianza México Resiliente no se ha concretizado su institucionalización. Ni se han creado organizaciones de género.	0

**Fuente:** PNUD (2020). En azul aparecen las medidas AbE con potencial de ser implementadas en ecosistemas de manglar.

## Lecciones aprendidas

Según CONANP (2019), los PACC, aportan un valor añadido bajo la consideración de herramientas metodológicas y teóricas más acabadas, enfoques novedosos (de Adaptación basada en Ecosistemas, género, interculturalidad, y de paisaje), y un proceso de gobernanza más amplio y vinculante. A partir de esa experiencia, es posible inferir algunas lecciones aprendidas de cara a procesos similares:

- Claridad metodológica,
- Herramientas multicriterio,
- Manejo de la incertidumbre y mensajes claros,
- Homologación de métodos y criterios,
- Lengua accesible,
- Apropiación del proceso, y
- Claridad de roles y grados de participación.

Además, el informe final (PNUD, 2020) reconoce las siguientes lecciones aprendidas enfocadas en el diseño e implementación de medidas AbE:

- La adaptación basada en ecosistemas es un marco conceptual con una propuesta metodológica para garantizar la operatividad.
- La capacitación al personal debe ser un punto de partida para el proceso de los PACC.
- En los PACC es necesario contar con criterios de los Objetos de Conservación Socioambiental (OCSA) sustentada en los servicios ecosistémicos y medios de vida estratégicos.
- En la participación social se debe involucrar a comunidades y actores estratégicos y definir su rol en el proceso, así como reconocer las prioridades e iniciativas de las comunidades para contextualizar las propuestas a las particularidades de cada territorio; también es importante la participación de los consejos asesores para asegurar la apropiación.
- Fomentar el desarrollo de capacidades de los consejos asesores permite fortalecer la gobernanza para la acción climática, donde es importante considerar intercambios de experiencias, generar acciones género responsivas y el trabajo colaborativo con la ANP.
- Para monitorear la vulnerabilidad es necesario establecer mecanismos de colaboración a largo plazo y realizar la medición de indicadores ecológicos.
- El análisis de la memoria social, y el estudio socioambiental fortalecen la toma de decisión del personal del ANP, así como el éxito en la implementación de medidas de adaptación.
- El diagnóstico de los ecosistemas previo es esencial para definir una línea base y evaluación del éxito.
- Realizar acciones demostrativas y establecer sitios piloto son clave para determinar costos y beneficios.
- Las alianzas locales permiten implementar con éxito medidas de adaptación donde se reconoce que es clave el apoyo del personal de las ANP, involucrar a autoridades ejidales y organizaciones locales garantiza la oportuna implementación de actividades.

- El fortalecimiento de capacidades organizativas y de generación de redes favorece la continuidad y permanencia de las acciones.
- Fomentar la participación de las comunidades en la identificación e implementación de medidas de adaptación permite fortalecer sus conocimientos sobre CC.
- Capacidades técnicas de los habitantes locales a través de talleres de capacitación y elaboración de manuales comunitarios.
- El diseño de medidas de adaptación bajo una visión de equidad de género permite la innovación de herramientas de trabajo; a su vez, la participación de hombres y mujeres en el diseño, planeación e implementación que involucra resulta en la apropiación del proceso.
- Fortalecer las capacidades técnicas y de organización de grupos de mujeres contribuye a su empoderamiento, aumenta su visibilidad y reconocimiento en la comunidad.

### **Contribución a la integración de AbE en el marco nacional de la NDC**

Las medidas AbE efectuadas en el Proyecto responden a un único eje del componente de adaptación:

- Eje C. Conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos

Además, los subproyectos se alinean con el sector de Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura (USCUSS) del componente de mitigación.

### **Lecciones aprendidas de los casos de éxito de AbE**

INECC (2018) define el proceso de adaptación al cambio climático y lo considera conformado por cuatro fases generales:

1. Evaluación de la vulnerabilidad actual y futura;
2. Diseño de medidas de adaptación;
3. Implementación de las medidas de adaptación, y
4. Monitoreo y Evaluación.

Estas fases contemplan de manera inherente e ineludible, la participación social y de actores clave, el enfoque de género y el respeto a los DDHH para lograr una adaptación efectiva ante el cambio climático que disminuya las desigualdades entre diferentes grupos sociales de una comunidad.

Siguiendo la dirección de INECC (2018), se procedió a categorizar las lecciones aprendidas derivadas de los casos de éxito en función de la fase a la que pertenecen y su ubicación dentro del proceso de adaptación. La Tabla 65 resume las lecciones aprendidas de cada uno de los 3 proyectos AbE mencionados en esta sección y las categoriza en función de la fase del proceso de adaptación (1-4) a la que pertenecen y, dentro de ésta, a qué paso, pues ciertas fases se componen de más de un paso. Gracias a este análisis se podrá inferir qué fases del proceso son considerados como buenas prácticas y *por ende* habrán de ser replicados en futuras iniciativas AbE.

**Tabla 64.** Ubicación de las lecciones aprendidas en el proceso de adaptación (INECC 2018) de los proyectos exitosos AbE 1. Evaluación de la vulnerabilidad actual y futura; 2. Diseño de medidas de adaptación; 3. Implementación de las medidas de adaptación y 4. Monitoreo y Evaluación.

Lecciones aprendidas	Fase 1			Fase 2		Fase 3	Fase 4	
	Identificación de las problemáticas	Definición de unidad territorial de análisis	Análisis de las características socioambientales del sistema	Análisis de pertinencia de las medidas	Diseño de indicadores para el monitoreo y evaluación	Empoderamiento de actores clave	Sistematización de lecciones aprendidas y buenas prácticas	Evaluación de costos y beneficios de la adaptación
1. Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático en México (Proyecto Humedales)								
Participación social a nivel comunitario						x		
Inversiones rentables				x				
La tenencia de la tierra es fundamental			x					
Apropiación del proyecto por las comunidades						x		
Equipos multidisciplinarios para la ejecución de las medidas AbE						x		
Balance entre medidas AbE con beneficios a corto y largo plazo			x					
Promover medidas de adaptación integrales					x			



Involucrar a los tomadores de decisiones locales desde el inicio			x					
Establecimiento de canales efectivos de comunicación y coordinación con las instituciones gubernamentales locales			x					
2. Conservación de Cuencas Costeras en el contexto de Cambio Climático (Proyecto C6)								
Estimaciones conservadoras de los objetivos durante el diseño del Proyecto					x			
Colaboración interinstitucional efectiva						x		
Planificación y gestión a nivel del paisaje				x				
Trabajar con la sociedad civil y las redes comunitarias						x		
Apoyar el seguimiento de la comunidad sobre el terreno						x		
Asegurar la socialización temprana de las AP recién creadas y alinearse con los objetivos de las políticas para la conservación y el cambio climático.						x		
Participación de las organizaciones y comunidades locales, y la generación de confianza con ellas a través de beneficios claros y tangibles						x		

3. Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas naturales protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático (Proyecto RESILIENCIA)

Claridad metodológica, herramientas multicriterio, manejo de la incertidumbre y mensajes claros, homologación de métodos y criterios, lengua accesible, apropiación del proceso, y claridad de roles y grados de participación en los PACC.			x					
La AbE es un marco conceptual con una propuesta metodológica para garantizar la operatividad.				x				
La capacitación al personal debe ser un punto de partida para el proceso de los PACC				x				
En los PACC es necesario contar con criterios de los Objetos de Conservación Socioambiental (OCSA) sustentada en los servicios ecosistémicos y medios de vida estratégicos			x					
En la participación social se debe de involucrar a comunidades y actores estratégicos y definir su rol en el proceso						x		

Fomentar el desarrollo de capacidades de los consejos asesores permite fortalecer la gobernanza para la acción climática, donde es importante considerar intercambios de experiencias, generar acciones género responsivas y el trabajo colaborativo con la ANP						X		
Para monitorear la vulnerabilidad es necesario establecer mecanismos de colaboración a largo plazo y realizar la medición de indicadores ecológicos					X			
El análisis de la memoria social, y el estudio socioambiental fortalecen la toma de decisión del personal del ANP, así como el éxito en la implementación de medidas de adaptación.			X					
Diagnóstico de los ecosistemas previo es esencial para definir una línea base y evaluación del éxito	X							
Realizar acciones demostrativas y establecer sitios piloto, son clave para determinar costos y beneficios		X						
Las alianzas locales permiten implementar con éxito medidas de adaptación donde se reconoce que es clave el apoyo del personal de las ANP, involucrar a autoridades ejidales y organizaciones locales garantiza						X		

la oportuna implementación de actividades								
El fortalecimiento de capacidades organizativas y de generación de redes, favorece la continuidad y permanencia de las acciones.						x		
Fomentar la participación de las comunidades en la identificación e implementación de medidas de adaptación permite fortalecer sus conocimientos sobre CC					x			
Capacidades técnicas de los habitantes locales a través de talleres de capacitación y elaboración de manuales comunitarios						x		
Diseño de medidas de adaptación bajo una visión de equidad de género, permite la innovación de herramientas de trabajo.						x		
Fortalecer las capacidades técnicas y de organización de grupos de mujeres, contribuye a su empoderamiento, aumenta su visibilidad y reconocimiento en la comunidad.						x		

La tabla 65 es un *proxy* de las fases del proceso de adaptación a replicar según los proyectos seleccionados. La tabla 66 señala que la distribución de las lecciones aprendidas cambia entre proyecto. En el Proyecto Humedales, las lecciones se distribuyen homogéneamente a lo largo de las primeras tres etapas del ciclo con una ligera tendencia hacia la fase de evaluación (44%), menospreciando la fase de monitoreo y evaluación; el Proyecto C6 se centra en la etapa de implementación (71%) y en la de diseño (29%), menospreciando las otras dos; mientras que el Proyecto RESILIENCIA se centra mayoritariamente en la fase de implementación por tener un fuerte carácter social y participativo el 50% de sus lecciones, y, de nuevo, ignora la fase de monitoreo y evaluación.

El análisis de la información disponible sobre las lecciones aprendidas de los tres proyectos AbE permite detectar tres factores habilitantes claves para el éxito de estos proyectos: la participación social a nivel comunitario, el enfoque de género y la coordinación interinstitucional. Estos factores transversales se reconocen como las recomendaciones de este capítulo y habrán de ser parte medular de futuros proyectos AbE.

- I. El éxito de los proyectos se fundamenta en una fuerte participación social a nivel comunitario, siendo las comunidades involucradas en el proceso del diseño y apropiación de las medidas de adaptación. Según la tabla, el 50% de las lecciones aprendidas de los proyectos AbE se centran en la fase de implementación y se basan en el empoderamiento de actores clave. El intercambio de experiencias, adquirir nuevos aprendizajes técnicos, convivir con los grupos comunitarios, participar en charlas y talleres de consciencia ecológica tuvo un impacto significativo en la vida personal, comunitaria e institucional (INECC, 2016; INECC-PNUD México, 2018).
- II. El enfoque de género aplicado a lo largo de la implementación del proyecto también es un aspecto muy importante. La motivación adquirida a través de la participación en las diferentes fases de los subproyectos contribuye a que las personas (hombres y mujeres), tomen conciencia de sus desventajas y se sientan con libertad para decidir y actuar a favor de sus intereses personales y de grupo. Se enfatiza la importancia de la participación de las mujeres debido a que históricamente se enfrentan a mayores desventajas, limitaciones y rezagos ya que disponen de menos recursos que los hombres y se encuentran en una situación de menor poder en la sociedad (poder de decisión, del acceso a la propiedad y de cambiar sus condiciones de vida) (INECC, 2016; INECC-PNUD México, 2018).
- III. El vínculo y coordinación interinstitucional con los tres órdenes de gobierno, organizaciones de la sociedad civil e instituciones locales, y académicos también son reconocidos. Los medios de comunicación, talleres, charlas comunitarias y las capacitaciones impartidas por las organizaciones e instituciones son muy importantes para fortalecer el conocimiento en tema de cambio climático lo cual les permite autoevaluarse y reflexionar sobre la situación en la que se encuentran y de

alguna manera ir compartiendo propuestas que les ayuden a vivir de mejor manera en sus comunidades (INECC, 2016; INECC-PNUD México, 2018).

## 9.4 ANÁLISIS DEL ÉXITO DE MEDIDAS DE RESTAURACIÓN EN CASOS DE ESTUDIO DEL GOLFO DE MÉXICO

### Proyectos exitosos de restauración en el Golfo de México entre 2005-2020

El éxito de todo proyecto de restauración debe ser construido sobre una base de conocimientos ecológicos, considerando las limitaciones económicas y sociales (Miller y Hobbs, 2007). Asimismo, los proyectos de restauración buscan contribuir a objetivos de adaptación al cambio climático, estos deben ser planeados y desarrollados con criterios determinados. Por otro lado, es de suma importancia asegurar la participación social (verdadera y no tokenista) con enfoque de género durante el desarrollo e implementación de iniciativas de adaptación, así como el involucramiento de actores clave locales, representantes de los diferentes órdenes de gobierno, de la academia y de organizaciones de la sociedad civil y del sector privado (INECC, 2020).

En particular, la restauración y manejo sostenible de ecosistemas costeros, específicamente los manglares, son una propuesta atractiva de AbE, ya que actúan como barrera ante tormentas, rompiendo vientos y oleaje, reduciendo significativamente los impactos de las tormentas en la población e infraestructura costera, proveen protección contra inundaciones y aumento del nivel del mar, previenen la erosión costera, regulan la calidad del agua, y, a su vez, crean oportunidades directas para el desarrollo y la creación de empleos, y permiten la preservación de industrias asociadas, como pesquerías, turismo y recreación (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2019; Paz-Pellat *et al.*, 2019). Por lo que se determinó un proyecto exitoso, a todos aquellos que, además de cumplir con sus objetivos propuestos, cumplan con la mayor cantidad de criterios mínimos de diseño de medidas de adaptación, los cuales fueron aplicados en proyectos de restauración de manglares e iniciativas catalogadas como de adaptación basada en ecosistemas por sus implementadores.

El eje rector del diseño de medidas de adaptación es la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático de poblaciones, infraestructura estratégica, ecosistemas y socio-ecosistemas, buscando a la par aumentar la resiliencia de estos. A partir de este eje, se desprenden 12 criterios para la evaluación del diseño de medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2020).



Se identifican estos proyectos (Tabla 66) como lecciones aprendidas y buenas prácticas replicables de SbN, al punto que las SbN sean insumos para la caracterización de la NDC, que a su vez apoya el país para cumplir con las obligaciones internacionales tal como la CDB y la CMNUCC.

**Tabla 65.** Descripción de los proyectos exitosos de restauración en el Golfo de México entre los años 2005 - 2020.

Proyecto	Área de estudio	Estrategia	Actividades	Éxito de las estrategias de adaptación del proyecto (criterios mínimos para medidas de adaptación)		
				Climático	Gobernanza y género	Reducción de la vulnerabilidad
Restauración de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Madre	Laguna Madre, Tamaulipas	Restauración académica	Producción de plantas en vivero y posterior reforestación		x	Sí, la restauración de ecosistemas de manglar y de dunas costeras permitió mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades y reducir su vulnerabilidad al cambio climático.
Restauración de manglares en Tecolutla	Tecolutla, Veracruz	Restauración académica	Recolección de basura principalmente botellas de plástico, además de otros desechos provenientes de la zona urbana, reforestación de 5 hectáreas de manglares aplicando la técnica Riley, proyectos de educación ambiental	x	x	Sí, a pesar de que la zona restaurada fue pequeña, se constituyó una organización civil para reforzar los trabajos de restauración, fortaleciendo las capacidades locales y reduciendo su vulnerabilidad.
Evaluación de daños y restauración del ecosistema de manglar en Coloradas, Tabasco	Coloradas, Tabasco	Restauración académica	Construcción y desazolve de desagües y reforestación de plántulas en sitio		x	Sí, se logró la supervivencia de diferentes especies, favoreciendo la recuperación del ecosistema y reduciendo su vulnerabilidad ante el cambio climático.
Restauración de los humedales del tramo carretero el Remate-Isla Arena	Isla Arena, Campeche	Restauración académica	Rehabilitación hidrológica (apertura y desazolve de canales)	x	x	Sí, el éxito de la reforestación fue alto, se reportó una sobrevivencia del 100% de las plántulas y juveniles. Esto incrementa la resiliencia ecosistémica, reduciendo la vulnerabilidad en gran medida.

<p>Rehabilitación de manglar en Celestún</p>	<p>Celestún, Yucatán</p>	<p>Restauración académica</p>	<p>Apertura de canales y reforestación</p>	<p>x</p>	<p>x</p>	<p>Sí, este proyecto no tiene como objetivo abordar el cambio climático, ni la mitigación o adaptación al mismo, pero cumple con algunos de los criterios de los proyectos AbE. Por ejemplo, mejora y mantiene los servicios de los ecosistemas, como captura de carbono, contribución a pesquerías y la conservación de la biodiversidad, mejorando así la resiliencia humana al cambio climático. Además, se capacitó a los pobladores locales para llevar a cabo la restauración, brindando un ingreso adicional durante los años del proyecto y proveyéndoles de herramientas para replicar la iniciativa en otras zonas, diversificando su economía. Los grupos locales no solo recibieron un subsidio si no que mostraron interés en mantener las acciones de restauración en otros sitios de para el futuro. En Puerto Progreso, el 90% de las personas involucradas fueron mujeres de la comunidad de Chelem, lo que abonó al empoderamiento femenino local.</p>
--	--------------------------	-------------------------------	--	----------	----------	--

**Tabla 66.** Ubicación de las lecciones aprendidas en el proceso de adaptación (INECC, 2018) de los proyectos exitosos de restauración en el Golfo de México. 1. Evaluación de la vulnerabilidad actual y futura; 2. Diseño de medidas de adaptación; 3. Implementación de las medidas de adaptación y 4. Monitoreo y Evaluación.

Proyectos	Lecciones aprendidas	Fase 1			Fase 2		Fase 3	Fase 4	
		Identificación de las problemáticas	Definición de unidad territorial de análisis	Análisis de las características socioambientales del sistema	Análisis de pertinencia de las medidas	Diseño de indicadores para el monitoreo y evaluación	Empoderamiento de actores clave	Sistematización de lecciones aprendidas y buenas prácticas	Evaluación de costos y beneficios de la adaptación
Restauración de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Madre	La reforestación con mangle negro alcanzó alturas promedio de 80 cm a partir de plántulas de 30 cm y con valores de sobrevivencia de 60 %.							x	
Restauración de manglares en Tecolutla	Constitución de una organización civil para reforzar los trabajos de restauración						x		
Evaluación de daños y restauración del ecosistema de manglar en Coloradas, Tabasco	Los porcentajes de sobrevivencia en la reforestación de manglar fueron menores a 85%							x	
Restauración de los humedales del tramo carretero el Remate-Isla Arena	Utilización de las especies de mangle <i>Rhizophora mangle</i> y <i>Avicennia germinans</i> para la colonización de las áreas de rehabilitación, debido a que la sobrevivencia de							x	

	plántulas y juveniles fue del 100% en este periodo de estudio.								
Rehabilitación de manglar en Celestún	Disminución en la salinidad y aumento de cobertura vegetal, basado en el monitoreo fotográfico							x	

## Lecciones aprendidas de los casos de éxito de restauración

En cuanto a las lecciones aprendidas de los proyectos exitosos de restauración en el Golfo de México, y de forma paralela a la tabla 65 para los proyectos AbE, la tabla 67 categoriza sus lecciones aprendidas según la fase del proceso de adaptación en la que se enfocan.

Como rasgo principal de la tabla, y en fuerte discrepancia con la tabla 65, las lecciones aprendidas de los proyectos se centran mayoritariamente en el monitoreo y evaluación con fuerte enfoque hacia la sistematización de los resultados, solo un proyecto atiende al empoderamiento de actores clave. Esta tendencia es fácilmente explicable por el carácter científico de los proyectos de restauración.

Como factores habilitantes y, por tanto, las recomendaciones derivadas de los proyectos exitosos de restauración para futuras iniciativas, basados en experiencias de restauración de manglares llevadas a cabo en el sureste de México por parte de grupos académicos (CINVESTAV-UNAM) desde hace más de una década, y cuyos principios básicos han sido aplicados a otras regiones del país (Teutli-Hernández y Herrera-Silveira, 2020), se reconocen:

### Integralidad

La restauración exitosa de ecosistemas de manglar bajo un enfoque de AbE debe basarse en una gestión sostenible e integrada de los ecosistemas interdependientes, de modo que contribuya al aumento de la resiliencia social, ambiental y económica de las comunidades costeras en el país.

A fin de contribuir en la reducción de la vulnerabilidad socioambiental y económica, es aconsejable que la restauración de ecosistemas de manglar se realice siguiendo una estrategia que busque la recuperación de los servicios ecosistémicos (SE) en la que las acciones sean conducidas bajo un esquema sistemático y con enfoque social, ambiental y económico que dé viabilidad a la implementación. Un ejemplo de integralidad puede ser la Estrategia para la Restauración del Ecosistema Regional del Golfo de México, construida sobre las prioridades de cada uno de los estados, comunidades locales, socios federales, académicos y organizaciones no gubernamentales (EPA, 2011).

La integralidad ha de permear en la definición de todas las fases del proceso. Como recomendación importante para futuros proyectos de restauración con enfoque AbE es que la integralidad permee en puntos clave del proceso como el diagnóstico previo y el monitoreo y evaluación, ambos habrán de considerar factores tanto biofísicos como sociales. Por una parte, un diagnóstico integral permitirá identificar la causa o causas de la degradación o pérdida o muerte del manglar al cual se le denomina “ecología forense” (Herrera-Silveira *et al.*, 2020). A partir de los resultados del diagnóstico o ecología forense, las acciones de restauración tendrán un enfoque AbE, ya que durante el diagnóstico se evalúan elementos y variables ecológicas (hidrología, suelo, vegetación) y sociales



(cambios de la población, actividades de aprovechamiento, organización social) que repercuten en cambios en cobertura y/o uso del suelo del sitio. La ecología forense incluye una revisión sobre proyectos realizados anteriormente en el sitio a intervenir, la tenencia y uso de la tierra actual e histórica, comunidades autóctonas presentes y actividades económicas realizadas en el área, así como impactos históricos y actuales del sitio.

Por otro lado, la evaluación y monitoreo habrán de incluir un análisis socioeconómico, ya que todo proyecto de restauración con enfoque AbE debe ser socialmente aceptable y económicamente viable. Se debe generar una línea base de indicadores considerando los “Criterios validados para la evaluación del diseño de medidas de adaptación al cambio climático”, del INECC (2020), y determinando variables cuantitativas y cualitativas a ser consideradas en el proceso de monitoreo y evaluación del proyecto de restauración de manglares con enfoque de AbE.

### **Equipo multidisciplinario**

Antes de iniciar todo proyecto de restauración de manglares, es recomendable que se lleve a cabo un proceso que considere en su definición los roles de los participantes del grupo de trabajo multidisciplinario. Dichos roles, habrán de estar determinados por el papel que juegan en el proyecto y su distribución tendrá en consideración las características particulares de cada participante, así como su posición dentro de la comunidad. Cada uno de estos sectores aportará distintas fortalezas al grupo.

### **Participación y vinculación comunitaria**

La participación de las comunidades locales es indispensable en futuros proyectos de restauración con enfoque AbE. Su inclusión debe considerarse a lo largo del desarrollo del proyecto de restauración. Por una parte, las comunidades son el principal beneficiario de los resultados de la restauración, además, aportan conocimientos de vital importancia para los proyectos y son importantes colaboradores a través de sistemas de empleo temporal. La vinculación de grupos de interés es conveniente que tenga lugar lo más temprano posible en la planificación del proyecto de restauración.

### **Enfoque de género**

Se recomienda la aplicación de enfoque de género a lo largo de la implementación del proyecto de restauración. La motivación adquirida a través de la participación en las diferentes fases de los proyectos de restauración de manglares contribuye a que los participantes (hombres y mujeres), tomen conciencia de sus desigualdades y se sientan con libertad para decidir y actuar a favor de sus intereses personales y de grupo. Es importante considerar aquí el enfoque de interseccionalidad al analizar la posición que tienen las mujeres dentro de una comunidad pues la desigualdad no la viven de la misma manera las mujeres al no estar determinada por su posición dentro la comunidad o en el

espacio doméstico, sino que tiene una base cultural. También están los elementos como la edad, la condición étnica, la condición migratoria, la propiedad de los bienes, la discapacidad, para determinar su grado de desigualdad y su condición de vulnerabilidad.

### Indicadores de resultados

El número de indicadores y la frecuencia de los muestreos estarán delimitados por los objetivos, los recursos humanos y económicos disponibles. Por ello, es fundamental que el monitoreo siempre se aborde desde el enfoque de manejo adaptativo e incluyendo indicadores suficientemente versátiles como para permitir lidiar con la incertidumbre y complejidad del ecosistema y si es el caso, adecuar las estrategias para mejorar los resultados basándose en la información que resulta del programa de monitoreo (Biswas, *et al.*, 2009). La adaptación al cambio climático se ha de considerar como un proceso continuo de ajuste de los medios de vida locales para evitar el riesgo y disminuir los impactos de los cambios actuales y previstos de las variables climáticas.

Es recomendable crear sistemas de monitoreo comunitario en donde se involucre a la sociedad en la evaluación, lo que permite el reconocimiento de sus áreas de influencia en el ecosistema y por tanto la vigilancia y participación ciudadana; esto siempre y cuando se haya definido de manera clara junto con la comunidad cómo medir, evaluar y comunicar cada factor como el riesgo o la vulnerabilidad, alcanzando un criterio común. La experiencia en procesos participativos como los PACC indica que el análisis retrospectivo y de la indagatoria de la memoria colectiva y el estudio socioambiental del estado de conservación de los ecosistemas son herramientas de diagnóstico con información técnica, que fortalecen la toma de decisión informada.

Cabe mencionar que los indicadores no deben limitarse al componente ecológico, deben incluirse indicadores socioeconómicos. Se recomienda, además, que los indicadores no sólo atiendan a avances cuantitativos (número de personas beneficiadas), sino también habrán de identificar cambios positivos en las condiciones de vida de hombres y mujeres (acciones transformadoras). Los grupos locales de interés pueden colaborar positivamente en el desarrollo de proyectos de restauración y ser beneficiarios de sus resultados (Comín *et al.*, 2005).

## 9.5 RECOMENDACIONES PARA ESCALAR Y REPLICAR INICIATIVAS EXITOSAS DE ABE Y RESTAURACIÓN EN LA REGIÓN DEL GOLFO DE MÉXICO

La Adaptación basada en Ecosistemas y la restauración son enfoques y herramientas con un amplio potencial en el contexto del combate al cambio climático. Durante los capítulos anteriores se presentó la información relativa a experiencias y lecciones que pueden impulsar la implementación exitosa de la NDC, particularmente en estos rubros. Como se anticipaba en la primera sección del documento, las lecciones aprendidas se presentan a continuación bajo el formato de recomendaciones generales. Éstas no tienen un carácter exhaustivo, sino más bien de sistematización de experiencias con marcados referentes a los proyectos locales exitosos de donde derivan.

- 1. La gestión sostenible e integrada de los ecosistemas interdependientes ha de ser el enfoque metodológico fundamental del proceso de adaptación, de modo que los proyectos maximicen el aumento de la resiliencia social, ambiental y económica de las comunidades costeras de la región.**

Este factor habilitante es crucial para AbE y restauración, pues implica que además de orientarse hacia el cumplimiento de los objetivos ambientales, los proyectos, para ser considerados una intervención exitosa, atenderán de forma integral e interrelacionada los ámbitos social y económico que naturalmente dan contexto a la problemática que se busca resolver. La AbE no ocurre por sí sola únicamente con fines ambientales, si no con una óptica de disminución de la vulnerabilidad de las comunidades. De esta forma, no se debe perder de vista que cualquier definición y propuesta de solución debe abordar esta complejidad.

Un adecuado diagnóstico, asegurará la puesta en marcha de acciones en diversos niveles y con diferentes alcances, consiguiendo hacer énfasis en puntos críticos, además de reforzar de forma sinérgica los efectos positivos de las intervenciones.

En este sentido es necesario identificar, dentro de la zona a intervenir, las áreas con mayor vulnerabilidad, teniendo en cuenta que la percepción de esta depende de cada sector, es decir, priorizar bajo un indicador qué lugares tendrán un mayor beneficio de la medida que se desea implementar y por qué. Se debe caracterizar por tanto de manera independiente la esfera biofísica y la humana, a fin de evitar sesgos, los cuales servirán como insumos en una sobre posición al momento de la toma de decisiones.

Esta caracterización puede formar parte del diagnóstico integral, el cual no sólo servirá para conocer las causas de degradación o pérdida de la cobertura de manglar, sino poder proyectar de manera clara, con la mayor información

posible, sobre todo, de manera participativa, establecer los alcances de la medida. Existen modelos multiparamétricos como BASINS CAT (*Better Assessment Science Integrating Point & Non-Point Sources Climate Assessment Tool*)<sup>49</sup> cuya intención es integrar datos ambientales, herramientas de análisis, y modelos de calidad de agua para informar decisiones de manejo hídrico y desarrollo local. Existe también una *Herramienta para la evaluación rápida de la vulnerabilidad en áreas marinas protegidas de América del Norte* (CCA 2017)<sup>50</sup> metodología concebida con el propósito de ayudar a los administradores de AMP en el doble proceso de evaluar la vulnerabilidad de un hábitat ante los efectos del cambio climático y formular estrategias de adaptación pertinentes.

Dentro del marco del Proyecto Resiliencia se desarrollaron tres plataformas creadas por la CONABIO en conjunto con la CONANP: El “Explorador de Cambio Climático y Biodiversidad” (ECCBIO) es una herramienta de consulta en línea sobre las tendencias del cambio climático global en México y sus posibles efectos en diversos elementos de la diversidad biológica; el GeoPortal o “Plataforma del Sistema de Monitoreo de Biodiversidad y Degradación (SMBD)” de ecosistemas terrestres en México ofrece cartografía e información actualizada sobre ecosistemas, tipos de vegetación y uso de suelo, integridad ecosistémica, pérdida de cobertura de vegetación y también calidad de hábitat de especies, con la finalidad de difundir productos que permitan conocer cambios en la estabilidad de los ecosistemas; y el “Sistema de Información y Análisis de los Ecosistemas Marinos de México” (SIMAR) permite el monitoreo de la salud de los ecosistemas marinos dentro de 7 ANP (áreas incluidas dentro del proyecto Resiliencia) y a lo largo de la costa de ambos litorales mediante una red de observación remota de la biodiversidad marina.

## **2. La participación social y el involucramiento comunitario han de ser transversales y constantes a lo largo del proceso de adaptación; cuanto antes suceda, mejor.**

Este elemento o factor determina, por una parte, que el enfoque general y los beneficios del proyecto se encuentren adecuadamente afinados al contexto local en donde ocurren las actividades. Es decir, sin la perspectiva de comunidades involucradas que son beneficiarias de los impactos positivos en el territorio, es prácticamente imposible asegurar que se realice una medida de Adaptación basada en Ecosistemas exitosa. La participación social desde etapas tempranas asegura contar con información relevante y crítica sobre aspectos centrales de la implementación; también en la etapa de implementación incluyendo las actividades de monitoreo y la evaluación; así como en las fases de cierre, recopilación de lecciones y experiencias.

---

<sup>49</sup> <https://www.epa.gov/ceam/better-assessment-science-integrating-point-and-non-point-sources-basins>

<sup>50</sup> <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11733-north-american-marine-protected-area-rapid-vulnerability-assessment-tool-es.pdf>

Arnstein (1969) representa los niveles de participación ciudadana a través de una escalera con ocho peldaños, los cuales, de manera incremental, representan los distintos grados de participación ciudadana. Los peldaños más altos describen un grado más alto de poder a las comunidades, mientras que los inferiores son prácticas tokenistas de participación simbólica. Por “participación comunitaria” este proyecto se refiere a ejercicios en los últimos tres niveles de participación en la escalera de Arnstein, específicamente: (6) Colaboración; (7) Delegación de poder; y (8) Control ciudadano, donde las comunidades participan sin tutelaje. Un aspecto importante que asegura una adecuada implementación es la apropiación del proyecto por parte de las comunidades (control ciudadano), lo que además puede contribuir de forma determinante en la sostenibilidad de mediano y largo plazos de las iniciativas de adaptación. Es importante señalar que la utilidad de los elementos metodológicos que apoyan las fases del proceso de adaptación, por ejemplo, la caja de herramientas del INECC, la cual se beneficia del ajuste y/o contextualización de las necesidades propias de cada proyecto en que se apliquen.

La NDC mexicana, en su actualización de 2020, propone para su Eje C sobre Conservación, restauración y aprovechamiento [...], que las medidas de adaptación se implementen bajo una lógica de derechos humanos que implica el respeto a los derechos colectivos y de los bienes comunes de las comunidades [...]. Esto no puede lograrse sin una efectiva implicación de los actores y sectores locales, mediante su participación social y comunitaria. Es importante enfatizar en la participación real y no simbólica, donde las comunidades de incluyen a manera de token, pero no hay un verdadero proceso de retroalimentación, comunicación o apropiación.

### **3. El enfoque de género desde su interseccionalidad con factores como la etnia, condición migratoria o discapacidad ha de ser aplicado de forma continua a lo largo del proyecto para lograr el empoderamiento de las comunidades y la resiliencia del socio-ecosistema.**

En México se ha avanzado de forma progresiva en establecer y fomentar la comprensión e inclusión de género como factor habilitante en las políticas climáticas en el nivel general o macro. La implementación en el territorio implica afinar y profundizar estos esfuerzos. De forma concreta, con referencia a la AbE, los beneficios de considerar este factor transversal se sitúan en un rango amplio que va desde obtener mejores resultados a nivel del impacto y la gestión de las iniciativas, asegurar la apropiación de proyectos, integrar consideraciones culturales y saberes, generar oportunidades económicas y sociales, disminuir brechas, impulsar la autonomía y autodeterminación de las comunidades, entre otros.

Además, de la sensibilización y posterior acción sobre las diferencias se pueden obtener avances importantes, pues se contribuye al diagnóstico de las condiciones sociales que la adaptación podría ayudar a resolver en forma de cobeneficios u otros impactos positivos. Al identificar los retos en términos de desigualdad, y al abrir el diseño e implementación de medidas AbE a la

participación social genuina, se puede contribuir al empoderamiento de las niñas y mujeres de las comunidades.

Como se diagnostica en la NDC del país, estas brechas profundizan la vulnerabilidad de amplios grupos de la población e impactan de forma negativa en su capacidad adaptativa. La atención de estas presiones desde la adaptación busca, por ejemplo, disminuir la competencia por recursos, para evitar el agravamiento de las condiciones originales de vulnerabilidad.

#### **4. Un enfoque multisectorial y una coordinación interinstitucional transparente y fluida facilitan la diversificación de roles y maximiza la eficiencia de las fortalezas individuales.**

Entorno a una adecuada alineación de los proyectos a las prioridades nacionales, el diseño e implementación de un proyecto AbE o de restauración exitoso, implica reconocer la diversidad de aportaciones que deben obtenerse al establecer arreglos institucionales flexibles con carácter multiactor, multisector y multi orden de gobierno. Algunas actividades que se benefician de la coordinación interinstitucional adecuada son la definición de tareas y responsabilidades, la toma de decisiones, el fortalecimiento de capacidades, la expresión y adecuado cauce del diseño, la construcción progresiva de la experiencia y conocimientos, las estrategias para solventar barreras y retos, la obtención y sistematización de lecciones aprendidas y experiencias exitosas, el monitoreo, entre otros. De esta forma, las aportaciones de los diversos actores y sus instituciones contribuyen a un mejor diseño e implementación, pero también a la replicabilidad de la experiencia mediante la experiencia que queda anidada en actores e instituciones involucrados, acelerando los impactos positivos de las intervenciones AbE.

En su NDC, México expresa de forma general la relevancia de arreglos como el SINACC, la CICC y el C3. No obstante, la ejecución real a nivel del territorio y por proyecto, implica la necesidad de sistematizar el enfoque mutisectorial y de contar con la existencia de una coordinación interinstitucional robusta, aunque con suficiente flexibilidad para dar cabida de forma representativa a los diversos actores y sectores. De esta forma, los proyectos pueden beneficiarse de una organización eficiente que permita alcanzar los objetivos planteados, a partir de los recursos humanos y económicos con los que cuenten las iniciativas.

Ejemplos de equipos multidisciplinarios se pueden encontrar en diversas herramientas generadas por el Greater Farallones National Marine Sanctuary como el *Reporte Regional de Gestión de Sedimentos Costeros de Sonoma-Marín* (CRSMR 2018)<sup>51</sup> que provee recomendaciones para la gestión costera procedentes de un grupo de trabajo compuesto de científicos, propietarios de los terrenos y actores locales, así como un comité técnico consultor compuesto de representantes de agencias locales, estatales y federales; o la iniciativa de colaboración *Equipo de Respuesta para la Adaptación ante la Elevación del*

<sup>51</sup> [https://www.cakex.org/sites/default/files/documents/CRSMR\\_GFNMS\\_finalreport-2.pdf](https://www.cakex.org/sites/default/files/documents/CRSMR_GFNMS_finalreport-2.pdf)



*Nivel del Mar* (C-SMART) también en el Condado de Marin, EUA. Esta última iniciativa, impulsada por la Agencia de Desarrollo Comunitario del condado, intenta entender los impactos potenciales de la elevación del nivel del mar a través de talleres comunitarios y otros foros, cuyos resultados abonarán al Programa Costero Local<sup>52</sup>.

Es importante considerar que la definición de vulnerabilidad, riesgos, sensibilidad o resiliencia puede presentar cierto sesgo, lo cual es normal y aceptable. Esto se puede minimizar siguiendo estándares internacionales para tener claras las diferencias y fortalezas de cada concepto, pero lo más importante es adoptar tanto el lenguaje como la percepción de las comunidades involucradas, haciendo el mejor esfuerzo por consensar entre ciertas diferencias que no afecten de manera considerable el proyecto, ya que debemos recordar que la adopción presente y futura de las medidas de adaptación es toral para que el objetivo [la adaptación al cambio climático] se cumpla.

La caja de herramientas del INECC resulta también de relevancia en este tema, pues provee, por ejemplo, de una ficha de análisis de la medida, que asegura la comprensión común de los conceptos básicos, objetivos, indicadores, descripción, alcances e involucrados del proyecto. Es también el caso de los cuestionarios a implementadores y beneficiarios, sobre todo si se aplican tanto al inicio como en fases más avanzadas. El taller participativo, por su parte, resulta fundamental en el momento específico de concreción de este factor habilitante, pues conjunta a actores e instituciones, en torno al proyecto y sus medidas, con los intereses, responsabilidades, conocimientos de cada uno.

**5. La incertidumbre y complejidad del ecosistema de manglar habrá de ser internalizado en proyectos fuertemente orientados hacia los resultados, a través del manejo adaptativo y de un diseño metodológico robusto y flexible al mismo tiempo, que integre indicadores ecológicos, sociales y económicos, así como cuantitativos y cualitativos.**

La orientación hacia resultados es un factor decisivo en el diseño e implementación de proyectos AbE; es importante saber desde dónde se parte y qué se quiere lograr. Esto implica la necesidad de establecer criterios que contribuyan a verificar los logros obtenidos, contra las metas originalmente establecidas, en este caso tomando en cuenta las metas, acciones e indicadores que permitan alinear los proyectos de AbE y restauración a lo contenido en la NDC. Tales criterios se organizarán entorno a sistemas más o menos complejos, dependiendo de la propia estructura del problema que el proyecto busca resolver.

Bajo el formato de indicadores y organizados en categorías, *clústers* u otras agrupaciones por afinidad o utilidad, funcionarán como filtros por los que información obtenida de forma sistematizada es analizada obteniendo un

---

<sup>52</sup> <https://www.marincounty.org/depts/cd/divisions/planning/csmart-sea-level-rise>

parámetro. En el caso de AbE y restauración se podrá contar con información técnica, aunque también ciudadana para el seguimiento de los indicadores orientados a resultados. El análisis del conjunto de parámetros obtenidos resulta en una radiografía del momento en que se realiza la medición, y también puede funcionar como un punto de verificación a lo largo el tiempo.

Establecer los indicadores adecuados, asegura que los actores e instituciones encargados de la gestión del proyecto cuenten con información para ejecutar acciones de mejora preventivas o correctivas, refuercen o consoliden los aspectos exitosos, así como organicen y reporten los resultados obtenidos en los diferentes niveles de la intervención (grandes objetivos y prioridades nacionales y sectoriales, impactos positivos derivados de la implementación de proyecto, impactos de las actividades específicas y gestión cotidiana del proyecto). Aunque se trata de un aspecto usualmente identificado como parte de la gestión de un proyecto, la transparencia y el reporte de avances y resultados han sido identificados en la NDC como pieza clave del éxito de su implementación. La construcción y operación de grandes sistemas nacionales, implica el fortalecimiento de estas capacidades a nivel local, para que el diseño y monitoreo de indicadores de resultados aporte la información de soporte necesaria para apoyar los esfuerzos de reporte. Como también se señala en este documento, se identifica la relevancia de que esto se consiga a través de la coordinación interinstitucional de la que se hablaba en la recomendación anterior.

Es importante, sin embargo, reconocer las limitaciones en recursos humanos, económicos y de tiempo que tiene cada proyecto. Por esto, los indicadores pueden no ser desarrollados con la más alta calidad científica o socioambiental, pero sí siempre con la utilidad de estos en mente. En otras palabras, es posible, según el recurso disponible, elaborar desde indicadores cualitativos (nivel más bajo) que muestren de manera suficiente la situación de vulnerabilidad social o ambiental y que puedan dar resultados en cuando al proyecto. En el otro extremo de desarrollo de indicadores está la computación y el modelado complejo, utilizando métricas, estudios precisos y modelos matemáticos que ayuden a calcular de manera cuantitativa aquellos valores (sociales o ambientales) en riesgo, por ejemplo, el Modelo SLAMM<sup>53</sup> (*Sea Level Affecting Marshes Model*) o el Flood Control 2.0<sup>54</sup>.

“Es recomendable crear sistemas de monitoreo comunitario en donde se involucre a la sociedad en la evaluación, lo que permite el reconocimiento de sus áreas de influencia en el ecosistema y por tanto la vigilancia y participación ciudadana”. Teniendo en cuenta el punto anterior, estos sistemas de monitoreo comunitarios podrían o no funcionar dependiendo de si esa comunidad o comunidades han definido de manera clara y en común cómo medir, evaluar y comunicar cada factor como el riesgo, etc., es decir, que a partir del análisis de estos definan un criterio común. Por ejemplo, si una comunidad considera que

---

<sup>53</sup> <http://warrenpinnacle.com/prof/SLAMM/>

<sup>54</sup> <https://www.sfei.org/projects/flood-control-20>

hay “poco riesgo” ante un viento climático (cualitativo) y sus pobladores no previenen a las comunidades vecinas por sentir que no es necesario, pueden ponerse y poner a dichas comunidades en riesgo, ya que las condiciones locales no son iguales, desde factores físicos como la pendiente, cercanía a ríos y laderas, demanda hídrica de los cultivos, hasta la estructura social como la demografía, los tipos de actividades, el manejo de los cultivos. Dado que en ciertas condiciones no resistiría el nivel de inundación, el proyecto y sistema de monitoreo fallarían.

## 5.6 CONCLUSIONES

El presente capítulo detalló la guía metodológica propuesta por los autores para replicar y escalar las medidas exitosas de SbN. Como se menciona a lo largo del mismo, existen diversos parámetros a tomar en cuenta como la complejidad del socioecosistema, el monitoreo y la evaluación de los proyectos, el cual, es de suma importancia para la sostenibilidad de los mismos, en especial aquellos que se busquen implementar con un enfoque de AbE, por tal motivo, en el siguiente capítulo se ahonda en este aspecto.

## 10. CAPÍTULO VI

# SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN EN EL SITIO, CONSIDERANDO EL SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN EXISTENTE Y LAS HERRAMIENTAS DESARROLLADAS POR EL INECC

### 10.1 INTRODUCCIÓN

Dentro de las actividades que desarrolla este proyecto se encuentra la de proporcionar herramientas para evaluar el éxito de las acciones y estrategias de AbE implementadas, para lo cual es imprescindible contar con un marco de Monitoreo y Evaluación (M&E) que reporte los avances durante el proyecto y que pueda ser monitoreado por los ciudadanos, Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) y gobiernos locales que participan en el proyecto a lo largo de su diseño e implementación. Asimismo, el M&E produce conocimiento al compartirse los enfoques y metodologías utilizadas, la forma y el nivel de involucramiento de los actores sociales, los beneficios generados, los impactos no esperados y las áreas de mejora, lo cual favorece el aprendizaje social mediante el intercambio de experiencias y lecciones aprendidas durante el proceso de adaptación.

Por lo que el presente capítulo se centra en la descripción de conceptos y criterios que se integran en el marco general de M&E, así como en la contextualización de los dos sitios piloto del proyecto, la cuenca baja del Río Tuxpan, así como Celestún en Yucatán. La estructura del presente capítulo integra, primeramente, la descripción de las herramientas y los elementos para el M&E de medidas AbE, seguido de la presentación de la metodología propuesta para la identificación, diseño y selección de indicadores dentro de un sistema de M&E de medidas AbE con ecosistemas de manglar y actividades productivas relacionadas con ellos.

Estos conceptos y criterios han sido desarrollados por organismos internacionales y adaptados a México por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), por lo que se describen siguiendo este orden, desde lo internacional hasta el nivel local. También se incorporan elementos del reciente informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 2021).

El INECC (2020) define estos conceptos de la siguiente manera:

Monitoreo: proceso continuo de seguimiento de la gestión e implementación de una medida. El monitoreo se centra en los insumos, actividades y productos

intermedios; es la recopilación de datos, representados en métricas cuantitativas o cualitativas, que proporcionan información sobre el avance y desempeño de una alternativa de solución con respecto a la medida planeada. El monitoreo recaba información en el corto plazo para tener evidencia de los beneficios a largo plazo, además permite identificar y corregir posibles desviaciones de las metas planteadas.

Evaluación: por su parte, es una revisión objetiva en un punto específico en el tiempo, empleada para estimar el valor o utilidad de la medida, además de la construcción de esquemas de monitoreo y evaluación de la adaptación en México para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia contribución que estos resultados tienen en el cumplimiento de los objetivos establecidos, así como la identificación de factores de éxito o fracaso.

De acuerdo con (Winograd *et al.*, 2020) un sistema de M&E debería contribuir a:

- Conocer a diferentes escalas el nivel de efectividad en gestión e impacto de las acciones de las medidas implementadas.
- Aportar mecanismos para determinar cambios en la vulnerabilidad y la resiliencia en función de las acciones de SbN.
- Contar con indicadores que aporten a las decisiones de manejo adaptativo de los programas gubernamentales e iniciativas civiles y empresariales.
- Involucrar a los actores locales en el monitoreo utilizando recursos compartidos e integrando redes de colaboración que contribuyan a mejorar la capacidad de adaptación y objetividad de la evaluación.
- Monitorear y evaluar periódica y sistemáticamente los beneficios y co-beneficios de la adaptación, tanto a nivel económico como ecológico.
- Establecer los mecanismos de iteración para ajustar o identificar nuevas oportunidades.
- Facilitar y hacer más rápida la rendición de cuentas por los usuarios, inversionistas y sujetos de las medidas de adaptación.

Por su parte, el INECC (INECC, 2020) plantea que los esquemas de M&E de la adaptación permiten:

- Mejorar la toma de decisiones informada ante un contexto de incertidumbre.
- Incrementar la tasa de éxito de las inversiones en adaptación a partir de recursos limitados, lo que resulta importante ante la urgencia de la atención de los impactos derivados del cambio climático.
- Fortalecer los mecanismos de transparencia y rendición de cuentas sobre los recursos financieros y humanos, además de mejorar aspectos de eficacia y eficiencia.
- Generar aprendizaje de los procesos de adaptación al cambio climático (buenas prácticas y lecciones aprendidas).
- Brindar evidencia sobre cambios en prácticas, procesos y estructuras que inciden en la adaptación al cambio climático.
- Verificar si la medida está en proceso y en su caso, realizar los ajustes necesarios.

Entre los recientes documentos que el INECC ha publicado para fortalecer el proceso de adaptación en el país, se encuentra una lista de criterios que deben cumplir las medidas de adaptación para maximizar su probabilidad de éxito. Esta serie de criterios, pueden ser aplicados en el proceso de evaluación de una medida, revisando que se hayan incorporado a lo largo de las 4 fases del proceso o en la fase correspondiente. Un ejemplo es el cumplimiento del criterio “Contexto local” que da elementos para revisar que durante el proceso se haya incorporado la participación de todos los actores involucrados con la medida. Es decir, revisa que la medida efectivamente atienda un problema local relacionado con el clima, según los puntos de vista de todos los involucrados, (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

**Tabla 67.** Criterios mínimos INECC que definen a las medidas de adaptación dentro del Proceso de Adaptación e identificación de tipos de indicadores.

Criterio INECC	Elementos para evaluar el proceso local de adaptación	Indicador de gestión	Indicador de impacto
Contexto local	<p>Conocer si el diseño y la implementación son los pertinentes de acuerdo con el lugar donde se está trabajando y si los actores clave están contemplados desde el inicio.</p> <p>Ejemplo Tuxpan: Existe el plan de acción climática para el municipio, sin embargo, éste no contiene línea base de vulnerabilidad a escala local.</p> <p>Ejemplo Celestún: Existe el plan de acción climática para el municipio, sin embargo, éste no contiene línea base de vulnerabilidad a escala local.</p>	Diagnóstico de vulnerabilidad socioambiental previo.	<p>Porcentaje de población en condiciones de vulnerabilidad, desagregado por sexo, edad, condición étnica.</p> <p>Porcentaje de población cuyas condiciones (socioeconómicas, culturales, geográficas...) aumentan su vulnerabilidad</p> <p>Exposición: Número de personas expuestas a la amenaza climática. Superficie de actividades productivas expuestas. Superficie de ecosistemas expuestos.</p>



Criterio INECC	Elementos para evaluar el proceso local de adaptación	Indicador de gestión	Indicador de impacto
			Porcentaje de población en zona de riesgo (diferenciada por impacto, por ejemplo, número de personas expuestas a las inundaciones o a las islas de calor y contaminación del aire).
Climático	Conocer si la medida está enfocada a la gestión de las amenazas climáticas identificados en el contexto local.	Existencia de escenarios de cambio climático. Evaluación de escenarios de amenaza climática en el contexto local.	Cambio en el porcentaje de la población local expuesta a la amenaza climática antes y después de la implementación de la medida.
Mensurabilidad	Objetivo de la medida	Porcentaje de avance en cumplimiento de metas y medidas.	No aplica (son los resultados globales).
	Metas globales	Porcentaje de avance en erogaciones.	Costo total de la medida.
	Metas concretas (si hay pasos identificados)	Indicadores de transparencia.	Costo-efectividad de la medida.
Distribución de beneficios	Se busca saber quiénes son beneficiarios/as directos o indirectos de la acción incluyendo perspectiva de género y edad.	No aplica	Número total de beneficiarios/as directos por sexo y edad. Número de beneficiarios directos/total de la población

Criterio INECC	Elementos para evaluar el proceso local de adaptación	Indicador de gestión	Indicador de impacto
Sistémico	Conocer la información/percepción de los beneficiarios sobre el impacto del proyecto y sus resultados desde una visión sistémica. Criterio ligado al enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas.	Número de acciones que incrementan la resiliencia de los ecosistemas.	Total de unidades de medida atendidas dependiendo del diseño de la medida (por ejemplo, hectáreas)
		Número de acciones enfocadas a disminuir las condiciones de vulnerabilidad del sistema en el cual se enfoca la medida.	Total de unidades de medida atendidas dependiendo del diseño de la medida (por ejemplo, hectáreas de sistema productivo)
Viabilidad	Conocer si se consideraron elementos de factibilidad técnica, financiera, política y social en la elaboración del proyecto.	Análisis de viabilidad realizados	Percepción de la dificultad y posibles conflictos de la implementación de la medida.
Capacidades	Evaluar si el proyecto ha tenido un impacto en la creación y fortalecimiento de capacidades.	Número de talleres	Cambio en el conocimiento sobre el cambio climático de la población involucrada en la medida (beneficiarios directos e indirectos). Se requiere encuesta de inicio y fin del proyecto.
		Número de personas capacitadas (género, edad, si pertenece a alguna minoría poblacional o tiene alguna discapacidad)	
		Número de materiales de educación y divulgación generados y difundidos	

Criterio INECC	Elementos para evaluar el proceso local de adaptación	Indicador de gestión	Indicador de impacto
		Número de prácticas y técnicas locales utilizadas en el diseño e implementación de la medida	
		Desarrollo de capacidades para decidir sobre el diseño de la medida	Percepción de cambio por parte de los actores. Como herramientas de apoyo se sugiere revisar los Programas de Adaptación al Cambio Climático de la CONANP y las metodologías para evaluar la percepción social de la adaptación del INECC <sup>55</sup> .
		Número de redes desarrolladas	
Alineación	Saber si hay un conocimiento/percepción de como la medida de adaptación se conecta con otros instrumentos.	Número de instrumentos de política con los que se articula identificados por sector y orden de gobierno.	Número de medidas de adaptación incorporadas a instrumentos de planeación. Información generada por el proyecto que es integrada a instrumentos de planeación.
Gobernanza	¿Cómo y bajo qué formas participa cada uno de los actores involucrados?	Mecanismos generados de	Número de decisiones que se tomaron en

<sup>55</sup>Para más información revisar: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/615709/75\\_2020\\_Percepcion\\_Social\\_de\\_la\\_adaptacion\\_al\\_CC\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/615709/75_2020_Percepcion_Social_de_la_adaptacion_al_CC_.pdf)

Criterio INECC	Elementos para evaluar el proceso local de adaptación	Indicador de gestión	Indicador de impacto
		participación y/o seguimiento.	función de las propuestas o recomendaciones realizadas en los espacios donde operan los mecanismos de participación (consejos, comités, grupos de trabajo, etc.).
		Número y frecuencia de reuniones	Porcentaje de beneficiarios directos e indirectos que participan en los mecanismos (por sexo y edad).

**Fuente:** modificado de (INECC, 2020).

La finalidad de este capítulo es proporcionar una serie de elementos para robustecer, diseñar e implementar sistemas de monitoreo y evaluación en medidas AbE. La información fue obtenida de lecciones aprendidas recopiladas de diferentes documentos y de las experiencias compartidas en el “Taller con actores clave para obtener insumos que contribuyan a una propuesta metodológica para la implementación de un sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de medidas de adaptación.”

## 10.2 HERRAMIENTAS PARA EL MONITOREO Y LA EVALUACIÓN

Los métodos para el M&E de acciones, medidas, proyectos, programas y políticas de adaptación al cambio climático se desarrollan con características particulares, que les permiten contribuir en la construcción de marcos de certidumbre, transparencia, solidez técnica y adecuación al contexto. Estas características pueden ser canalizadas o incorporadas en diversos tipos de recursos. Particularmente en etapas tempranas de difusión e implementación de metodologías, los recursos pueden tomar la forma de herramientas que ayuden, por ejemplo, a fortalecer capacidades, promover la adopción de métodos estandarizados, aunque flexibles y apropiados al entorno.

En México, en concreto y con referencia a la tercera fase del proceso de adaptación, el INECC ha desarrollado cuatro valiosas herramientas que soportan las actividades de monitoreo y de evaluación: 1) Ficha de análisis de la medida de adaptación; 2) Cuestionario a personas encargadas de la implementación; 3) Cuestionario aplicado a personas beneficiarias; 4) Taller participativo. Es relevante considerar que existen herramientas desarrolladas por otras instituciones, las cuales pueden acompañar, fortalecer o complementar estas. Por ejemplo, las desarrolladas por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) que pueden ser útiles en la primera fase del proceso, pues su principal utilidad consiste en dotar a un proyecto de una evaluación rápida de la vulnerabilidad (CCA, 2017).

Las herramientas desarrolladas por el INECC han sido probadas en contextos locales, a excepción de la cuarta herramienta (taller participativo), que surgió como aportación del proceso de participación social que acompañó el diseño y prueba de dichas herramientas. Éstas conforman una caja para asistir la implementación del M&E en proyectos de adaptación. Su utilidad proviene de la rigurosidad técnica con que han sido desarrolladas cada una, pero también de otras características como la flexibilidad para poder ser apropiadas e interpretadas por los involucrados, de acuerdo con las condiciones contextuales. En el caso de este proyecto, se cuenta con información de un taller con expertos de las zonas (Tuxpan y Celestún), sobre aspectos concretos del diseño e implementación de proyectos de Adaptación basada en Ecosistemas, el cual se llevó a cabo el 19 de mayo de 2021. En particular, durante este evento se exploró, en conjunto con los participantes, el objetivo o aplicabilidad de cada herramienta, el tipo de actores que deberían involucrarse en su utilización, las posibles adecuaciones al contexto local y otras aportaciones generales de los participantes.

Esta sección del documento inicia describiendo las herramientas, sus principales características y utilidades. Posteriormente se presentan los resultados del taller y las recomendaciones de cómo pueden considerarse estos insumos para moldear o influir la caja de herramientas de M&E, para su aplicación bajo los contextos locales de Tuxpan y Celestún.

## Caja de herramientas

La información que a continuación se presenta fue tomada de INECC (2019), un estudio que se realizó en el marco del proyecto “Construcción de esquemas de monitoreo y evaluación de la adaptación en México para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia”.

**Ficha de análisis de la medida de adaptación:** se trata de una cédula individual por proyecto, con 26 campos que recopilan información general y detallada sobre aspectos como condiciones de vulnerabilidad, enfoque de adaptación (que en este caso será AbE), descripción del proyecto, líneas de acción, fechas relevantes como inicio y conclusión, costos, tipo de financiamiento, número de beneficiarios,

mecanismos de M&E, indicadores de impacto y de gestión, consideraciones para superar brechas de género, articulación con los instrumentos climáticos nacionales y con otros instrumentos y políticas estatales, regionales o locales, así como mecanismos para documentar el proceso de implementación de la medida (Figura 133).

**Figura 119.** Muestra de la Ficha de proyecto

Campo	Contenido
1. Nombre del Proyecto marco:	Se refiere al nombre del proyecto o política en el cual está enmarcado el desarrollo de la medida de adaptación.
2. Nombre de la Medida de adaptación:	Se refiere de manera concreta a la medida de adaptación.
3. Condiciones de vulnerabilidad que atiende (incluir fuentes)	Se refiere al análisis previo de la vulnerabilidad actual y futura. Aquí se espera una síntesis del análisis de vulnerabilidad previo a la toma de decisiones.

**Fuente:** INECC, 2019.

**Elementos de utilidad en el esquema de M&E:** Permite concentrar la información principal del proyecto en un solo documento, en el cual pueden referirse otros importantes. Por ello mantiene una función ejecutiva, informativa y de difusión determinante para mantener el entendimiento común de los objetivos y otros elementos al interior del (os) equipo(s) implementador(es), así como de donantes, autoridades, etc.

**Cuestionario a personas encargadas de la implementación:** se trata de un cuestionario estructurado alrededor de 35 preguntas dirigidas a las personas encargadas de la implementación de un proyecto de adaptación (figura 134). Su aplicación requiere de una sesión de entre 60 y 120 minutos. Es relevante resaltar que ha sido diseñado siguiendo el proceso de Marco Lógico contenido en el Proceso de Adaptación, además de considerar los criterios del INECC para este tipo de medidas (ver Tabla 68). Como parte de este proyecto, se aplicó una encuesta basada en estas herramientas.

**Figura 120.** Cuestionario a actores clave: implementadores

**Cuestionario a implementadores**

Nombre de la persona entrevistada: \_\_\_\_\_

Nombre de quien entrevista: \_\_\_\_\_

Fecha y hora: \_\_\_\_\_

Lugar donde se realizó la entrevista: \_\_\_\_\_

Medio de aplicación (Telefónica, presencial o virtual): \_\_\_\_\_

**Parte 1. Condiciones de vulnerabilidad actual y futura**

1. ¿Cuáles son los eventos climáticos que más han afectado a la comunidad en los últimos 10 años?
2. ¿Cuáles son eventos climáticos que afectarán a la comunidad en próximos 10 años?
3. ¿Cómo considera usted que los eventos climáticos impactan en los ecosistemas y los servicios ecosistémicos de la comunidad y su entorno?
  - 3.1 Considera que estos impactos son:  
 Altos  Medios  Bajos
  - 3.2 ¿Por qué?
4. ¿Cuáles considera que son las principales condiciones de vulnerabilidad de la población frente a los impactos del cambio climático en esta comunidad en términos de sus actividades productivas?
  - 4.1. Considera que estos impactos son:  
 Altos  Medios  Bajos
  - 4.1 ¿Por qué?
5. Cuáles son las principales condiciones de vulnerabilidad de la población frente a los impactos del cambio climático en esta comunidad en términos de:
  - Vivienda
  - Salud
  - Alimentación
  - Otros, ¿Cuáles?
  - 5.1 Considera que estos impactos son:  
 Altos  Medios  Bajos
  - 5.2 ¿Por qué?
6. Del total de personas que hay en la comunidad, que proporción considera que están en condiciones de vulnerabilidad
  - Alta \_\_\_\_\_%
  - Media \_\_\_\_\_%
  - Baja \_\_\_\_\_%

**Fuente:** INECC, 2019.

El cuestionario se divide en 5 secciones, denominadas partes. Cada una explora una dimensión específica del proyecto:

1. Condiciones de vulnerabilidad actual y futura
2. Sobre el diseño de la medida de adaptación
3. Sobre la implementación de la medida



4. Del monitoreo y la evaluación
5. Del desarrollo de capacidades

**Elementos de utilidad en el esquema de M&E:** aspectos esenciales del diseño y la implementación. De esta forma se abordan los aspectos más técnicos, se analizan, procesan y proponen mejoras a barreras y áreas de oportunidad, sirviendo también como punto de verificación de los planes para manejar riesgos dentro del proyecto.

**Cuestionario aplicado a personas beneficiarias:** se trata de un cuestionario enfocado a obtener información del segmento de personas beneficiarias de un proyecto de adaptación. Se estructura en 28 preguntas con lenguaje claro y sin tecnicismos, para facilitar la comunicación horizontal con los actores relevantes del proyecto. El objetivo principal es obtener información sobre la experiencia de los beneficiarios al participar en la iniciativa.

El cuestionario a beneficiarios se divide en 5 secciones, denominadas partes. De forma análoga al de implementadores, su estructura corresponde a la del Marco Lógico implícito en el esquema nacional del Proceso de Adaptación del INECC:

- 1) Condiciones de vulnerabilidad actual y futura
- 2) Sobre el diseño del proceso de adaptación
- 3) Sobre la implementación de la medida
- 4) Del monitoreo y la evaluación
- 5) Del desarrollo de capacidades

**Elementos de utilidad en el esquema de M&E:** aporta, al igual que el taller participativo, una perspectiva adicional y enriquecedora al proceso de diseño e implementación de medidas y proyectos de adaptación.

**Taller participativo:** se trata de una herramienta surgida de las aportaciones realizadas por los entrevistados, durante la aplicación piloto de los cuestionarios presentados anteriormente.

## Elementos de utilidad en el esquema de M&E

Las cuatro herramientas descritas anteriormente han sido diseñadas con especial énfasis en la tercera fase del Proceso de Adaptación, el de Monitoreo y Evaluación. Sin duda, también pueden contribuir tanto en esa como en otras fases. Particularmente si a partir de ejercicios participativos en el ámbito local donde se implementará la medida, se detecta que pueden ser de utilidad. En el caso de este proyecto, se incluyen las aportaciones de expertos convocados a un taller destinado a proveer de elementos básicos para el diseño de una metodología de M&E para Tuxpan y Celestún, a partir del esquema de M&E del INECC. Las aportaciones obtenidas y las recomendaciones para su inclusión se abordan en la siguiente subsección.

## 10.3 ELEMENTOS PARA LA IDENTIFICACIÓN, DISEÑO, SELECCIÓN Y PRIORIZACIÓN DE INDICADORES PARA EL M&E DE MEDIDAS DE ABE

De acuerdo con INECC (2020), un indicador (usado adecuadamente) es un punto de referencia constituido por datos cuantitativos y/o cualitativos que tiene el propósito de proporcionar información sobre determinado fenómeno y nos permite medir el cumplimiento de objetivos y metas establecidas, reflejar los cambios vinculados a una intervención, y evaluar sus resultados en un periodo de tiempo (corto o largo, según la finalidad del indicador).

El análisis de las métricas arrojadas por los indicadores permite evaluar la posibilidad de hacer ajustes en la medida AbE para encaminar el proceso de adaptación hacia el cumplimiento de los objetivos. Para identificar en qué partes del proceso de intervención se deben hacer los ajustes, el INECC (2020) retoma la clasificación de indicadores en tres temas generales:

**Indicadores de contexto:** como el nombre lo indica evalúan las condiciones para la implementación de las medidas, considerando la situación climática, ambiental, social y económica del sitio donde se implementará la medida. Existen diversas bases de datos de instituciones gubernamentales con datos que van desde el nivel federal, hasta el AGEB (Área Geoestadística Básica) que generan indicadores de este tipo.

**Indicadores de gestión:** el análisis de sus métricas permite evaluar el cumplimiento de los avances administrativos, los procesos y las actividades programáticas que se necesitan para la ejecución de una medida de adaptación.

**Indicadores de impacto:** permiten evaluar si se han alcanzado los principales resultados de la medida en términos de disminución de las condiciones de vulnerabilidad. Miden los cambios a largo plazo, por tanto, consideran las transformaciones que se generaron a partir de la medida de adaptación.

Es importante considerar que el proceso de diseñar, construir y seleccionar indicadores de adaptación al cambio climático conlleva dos retos, según INECC (2019):

- ¿Cómo medir el proceso de adaptación al cambio climático? No existe una métrica uniforme para la adaptación, a eso se debe añadir la incertidumbre ligada a los escenarios de cambio climático y la complejidad de trabajar con múltiples actores y sectores.
- Un buen sistema de M&E debe contar con indicadores que sean mensurables, que tengan un seguimiento de largo plazo y que reflejen las condiciones locales. Los indicadores que tienen un seguimiento sistemático y que son generados por instituciones públicas llegan en su mayoría hasta la escala municipal.

## 10.4 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA IDENTIFICACIÓN, DISEÑO Y SELECCIÓN DE INDICADORES DENTRO DE UN SISTEMA DE M&E DE MEDIDAS ABE CON ECOSISTEMAS DE MANGLAR Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS RELACIONADAS CON ELLOS.

No existe un conjunto único de indicadores de adaptación. Esto se debe a que el contexto de intervención es muy variado, razón por la cual tampoco existe un “mejor” indicador de impacto comúnmente aceptado que pueda ser utilizado en todas las intervenciones de adaptación. Los indicadores adecuados son especialmente diversos en el caso de la AbE, donde cada intervención tiene condiciones contextuales muy diferentes (es decir, propósito, ecosistemas, riesgos climáticos, grupos objetivo) (GIZ *et al.*, 2020).

Para orientar en el proceso de selección/diseño de indicadores y atender todas las necesidades identificadas, se proponen los siguientes pasos, los cuales se proponen a partir de revisión bibliográfica y de lo observado en el “Taller con actores clave para obtener insumos que contribuyan a una propuesta metodológica para la implementación de un sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de medidas de adaptación”, realizado el 19 de mayo del año en curso.

### Identificación de actores que pueden apoyar

De acuerdo con las experiencias compartidas en el “Taller con actores clave para obtener insumos que contribuyan a una propuesta metodológica para la implementación de un sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de medidas de adaptación” se recomienda que el proceso de identificación, diseño y selección de indicadores sea un trabajo en equipo que considere personas que en conjunto cumplan todas las siguientes características:

- Tenga amplio conocimiento de la problemática que se atiende
- Tengan un conocimiento profundo de la medida de adaptación
- Maneje con claridad los conceptos que definen una medida AbE
- Conozca detalladamente el sitio de implementación y los procesos (naturales, económicos y sociales) que en él se desarrollan
- Cuenten con la confianza de la población

Se debe promover activamente la participación de la población de la localidad, porque ellos conocen la dinámica de procesos que serán importantes de medir, y en lo posible se debe promover el desarrollo de capacidades en ellos que permitan en un futuro la sostenibilidad del sistema.

La conformación de un equipo de trabajo integrado por personas de distintas edades, grupos étnicos (si los hay en la región), hombres y mujeres, y sectores,

permitirá identificar elementos medibles que proporcionen indicadores sobre brechas de género o la falta de inclusión de ciertos grupos.

### **Claridad en el marco conceptual de medidas AbE y marco de resultados**

Partiendo de la definición de medida AbE empleada en este proyecto, se recomienda diseñar un marco de resultados, el cual deberá estar basado en un conocimiento sólido de las condiciones de vulnerabilidad actual y futura del sitio donde se implementará la medida (INECC, 2019). Un marco de resultados describe cómo se interrelacionan las actividades y detalla cómo se espera que éstas conduzcan en la reducción de la vulnerabilidad de la población ante los impactos negativos del cambio climático (GIZ *et al.*, 2020).

De acuerdo con (INECC, 2020a) existe un consenso sobre usar la Teoría de Cambio (TdC) para desarrollar el marco de resultados. La TdC ayuda a identificar qué pasos se deben priorizar para el desarrollo de indicadores, basándose tanto en contar con un conjunto de indicadores de contexto, de gestión y de impacto, así como en la viabilidad de su medición.

Es importante que el análisis del marco de resultados se realice con el equipo de trabajo y los actores clave y que juntos identifiquen las rutas de acciones que puedan ser medibles y que de verdad muestren resultados que permitan evaluar el proceso de adaptación, así como la escala territorial y el contexto (GIZ *et al.*, 2020). Esto permitirá bosquejar una serie de indicadores que podrían apoyar en el monitoreo y la evaluación.

Para el caso de los proyectos que desarrollarán una segunda fase, es decir, donde hay un proceso de adaptación previo (finalizado), las herramientas propuestas por INECC (2019) (correctamente aplicadas) proporcionan información importante que puede facilitar el diseño y selección de los indicadores para la nueva fase.

### **Propuesta de indicadores**

Una vez que se hayan identificado los parámetros que se desean medir, es importante rastrear cuáles de ellos ya se están midiendo y revisar si esa información es verdaderamente útil (en escala, accesibilidad, tecnología disponible para acceder o desplegar los datos, etc.) para el proyecto.

Para atender este paso se propone partir de una revisión de las bases de datos oficiales de indicadores y que se encuentren públicas en el país. La tabla 69 presenta algunas dependencias que generan datos de carácter oficial y se encuentran de manera pública en internet que pueden usarse para el M&E de medidas AbE con manglares.

**Tabla 68.** Fuentes oficiales de indicadores que pueden usarse para el M&E de medidas AbE con manglares.

Institución/ Base de datos	Liga	Algunos indicadores que contiene
SNIGF	<a href="https://snigf.cnf.gob.mx/inventario-estatales/">https://snigf.cnf.gob.mx/inventario-estatales/</a>	Número de hectáreas forestales en el municipio
CONAFOR	<a href="https://datos.gob.mx/busca/organization/conafor">https://datos.gob.mx/busca/organization/conafor</a>	Incendios forestales por entidad
	<a href="https://www.gob.mx/conafor/documentos/reporte-semanal-de-incendios">https://www.gob.mx/conafor/documentos/reporte-semanal-de-incendios</a>	Total de hectáreas afectadas por incendio por año por estado. Duración promedio de los incendios en el año por entidad.
SEMARNAT	<a href="http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA09_06&amp;IBIC_user=dgeia_mce&amp;IBIC_pass=dgeia_mce&amp;NOMBREENTIDAD=*%&amp;NOMBREANIO=*">http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA09_06&amp;IBIC_user=dgeia_mce&amp;IBIC_pass=dgeia_mce&amp;NOMBREENTIDAD=*%&amp;NOMBREANIO=*</a>	Hectáreas reforestadas anualmente por estado
CONANP	<a href="https://www.gob.mx/conanp/documentos/programas-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-areas-naturales-protegidas">https://www.gob.mx/conanp/documentos/programas-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-areas-naturales-protegidas</a>	Programas de Adaptación al Cambio Climático en ANP
CONABIO	<a href="https://www.biodiversidad.gob.mx/v_ingles/ecosystems/mangroves/nationalInventory1.html">https://www.biodiversidad.gob.mx/v_ingles/ecosystems/mangroves/nationalInventory1.html</a>	Extensión de humedales y zonas costeras (por estado), Total de manglar bajo protección por estado, Total de sitios prioritarios de manglar por estado, Extensión de línea de costa por estado
	<a href="https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/cb/CPC/index.html">https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/cb/CPC/index.html</a>  (Están actualizando la liga)	Número de proyectos de conservación, restauración y protección que se desarrollan para el humedal
	<a href="http://incendios.conabio.gob.mx">http://incendios.conabio.gob.mx</a>	Número de hectáreas anuales afectadas por incendios en las ANP del municipio/estado
CONAGUA	<a href="https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/secciones/Disponibilidad_Acuiferos.html">https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/secciones/Disponibilidad_Acuiferos.html</a>	Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas, Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea, Descarga Natural Comprometida, Recarga Media Anual
	<a href="https://agua.org.mx/biblioteca/catalogo-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-2016/">https://agua.org.mx/biblioteca/catalogo-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-2016/</a>	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) activas en la zona, Plantas potabilizadoras en la zona
	<a href="http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=calidadAgua">http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=calidadAgua</a> Documento que explica cómo se usan los indicadores: <a href="http://sina.conagua.gob.mx/sina/mapas/Calidaddelagua.pdf">http://sina.conagua.gob.mx/sina/mapas/Calidaddelagua.pdf</a> Bases de datos en Excel de los indicadores por estado y municipio: <a href="https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua">https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua</a>	Índices sobre calidad del agua
SS	<a href="https://www.gob.mx/salud/documentos/pa-norama-epidemiologico-de-dengue-2019">https://www.gob.mx/salud/documentos/pa-norama-epidemiologico-de-dengue-2019</a>	Casos de dengue y defunciones por dengue 2019 por estado
INEGI	<a href="https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/407/study-description?idPro=">https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/407/study-description?idPro=</a>	Defunciones por dengue a nivel municipal 2017

	<a href="https://datos.gob.mx/busca/dataset?tags=agua-potable">https://datos.gob.mx/busca/dataset?tags=agua-potable</a> ; <a href="https://www.inegi.org.mx/temas/agua/default.html#Mapas">https://www.inegi.org.mx/temas/agua/default.html#Mapas</a>	Población que cuenta con abastecimiento de agua potable
CENAPRED	<a href="http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html">http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html</a>	Vulnerabilidad por ondas cálidas 2019 Grado de peligro por ciclones tropicales hasta el 2015, según el CENAPRED Índice de marginación, grado de vulnerabilidad social, población indígena, población con discapacidad, población de mujeres
	<a href="http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx">http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx</a>	Número de declaratorias en el municipio por fenómenos hidrometeorológicos
INECC	<a href="https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/">https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/</a>	Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones del ANVCC Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves del ANVCC Vulnerabilidad de la población ante incremento de distribución de dengue del ANVCC
CONEVAL	<a href="https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx">https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx</a>	Población en situación de pobreza por estado Población con carencia a espacios de salud, seguridad social y servicios básicos en la vivienda por estado

**Fuente:** Elaboración propia a partir de tabla de indicadores propuestos del capítulo 3.

Un aspecto importante que se debe considerar es la definición de umbrales, es decir, se debe determinar cuáles serán los valores de las mediciones que estarán indicando condiciones “normales”, “malas”, “buenas” o “anormales” dentro del parámetro que desea medir. Esto permitirá seleccionar las mejores bases de datos, los mejores métodos o instrumentos de medición.

Para el caso de los indicadores que no sean medidos o reportados en bases de datos oficiales, se debe plantear la necesidad de diseñarlos, para lo cual se aconseja contestar algunas preguntas contenidas en la tabla 70.

**Tabla 69.** Algunas preguntas que deben responderse al momento de diseñar indicadores.

Algunas preguntas que debe considerar	Situaciones de ejemplo
¿Qué tan factible es construirlos? ¿Se cuentan con las capacidades técnicas, tecnológicas y económicas para medirlos tomando	En ocasiones no se cuenta con el instrumento para realizar la colecta de datos. Los sitios donde se mide se encuentran muy lejos y son casi inaccesibles. La colecta de datos que alimenta a los indicadores puede extenderse más allá de la duración del proyecto (se debe contemplar el recurso humano y económico para ello).

en cuenta las condiciones espaciales, sociales y temporales?	La población del sitio debe tener conocimiento de actividades relacionadas para la medición de indicadores y se debe buscar que al menos permitan su realización.
¿Es viable la apropiación social del indicador para garantizar su sostenibilidad?	Se debe sensibilizar a la población sobre la importancia de la medición del proceso de adaptación y se debe integrar en la selección/diseño de indicadores. Esto permitirá que el Sistema de M&E se fortalezca y promoverá que se mantenga en el tiempo. Es importante responder preguntas como: ¿Se identificaron algunos obstáculos de índole cultural que impida el acercamiento y la comunicación con ciertos grupos, por ejemplo, el conocimiento de lengua, o usos y costumbres que impidan a las mujeres acceder a los espacios donde se colecta la información?

**Fuente:** Elaboración propia con datos extraídos de las experiencias que compartieron los asistentes al “Taller con actores clave para obtener insumos que contribuyan a una propuesta metodológica para la implementación de un sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de medidas de adaptación.”

En el anexo 6.1 de este capítulo se encuentra una lista de indicadores que se retoman del capítulo 3 que se pueden usar, a través de consenso en equipo de trabajo y con expertos locales, para identificar aspectos que pueden medirse dentro del proceso de adaptación de una medida AbE con manglares y actividades económicas relacionadas con ellos.

### Priorización de indicadores

Aunque no existen lineamientos ni metodologías para elegir indicadores, la elección correcta de ellos es un paso crítico en el proceso de M&E, ya que todo el proceso de M&E fallaría si no se escogen los indicadores de manera apropiada (Naswa *et al.*, 2015, citado en (INEEC, 2020b).

La selección de los indicadores finales dependerá del conocimiento concreto de la medida y que podrán generarse/proponerse otros considerando los contextos específicos del territorio, la posibilidad para recopilar y analizar la información, las necesidades del implementador o del financiador, la disponibilidad de datos en ese momento, y los consensos alcanzados con los actores involucrados (INECC, 2020a).

INECC (2020b) y GIZ *et al.* (2020), proponen una serie de parámetros conocidos como SMART (por la letra inicial de cada criterio en inglés), que deben cumplir los indicadores, que generalmente han sido bien aceptados en el campo del M&E y se han convertido en una herramienta común en el desarrollo y elección de indicadores. Según esta herramienta un indicador debe ser:

- Específico
- Medible
- Alcanzable



- Relevante
- Limitado en el tiempo

A su vez, no se debe perder de vista que se trata del M&E de medidas AbE, por lo que se recomienda considerar los siguientes temas a la hora de seleccionar indicadores (Tabla 71):

**Tabla 70.** Temas focales que se deben considerar al momento de seleccionar indicadores para medidas AbE

<b>Tema focal para AbE</b>	<b>Ejemplo de indicadores</b>
<i>Salud de ecosistemas</i>	Condición y estado de los suelos, cobertura vegetal.
<i>Servicios ecosistémicos prestados a las poblaciones vulnerables</i>	Población que cuenta con suministro de agua potable, total de toneladas de peces extraídos.
<i>Variables económicas de medios de vida</i>	Población en situación de pobreza, número de personas que se dedican a actividades económicas relacionadas con el manglar (pesca, ecoturismo...)
<i>Gobernanza</i>	Capacidades institucionales, estructuras de toma de decisiones, participación social y rendición de cuentas.
<i>Capacidad adaptativa</i>	Número de áreas/oficinas en el municipio que se involucran en el análisis de la vulnerabilidad de la población ante el cambio climático.
<i>Reducción del riesgo de desastres</i>	Número de toneladas de peces siniestradas por el mal estado de los manglares.
<i>Impactos eventos relacionados con el clima</i>	Número de declaratorias de desastres por inundaciones. Número de hectáreas siniestradas por incendios relacionados con la sequía.
<i>Cobeneficios</i>	Biodiversidad o población que se ha beneficiado indirectamente de la implementación de la medida.
<i>Contexto</i>	Condiciones económicas, sociales, ambientales que pueden impactar en el proyecto.

**Fuente:** Modificado de (GIZ et al., 2020).

Además (GIZ et al., 2020) sugieren al momento de seleccionar indicadores revisar que:

- Se tenga indicadores de los tres tipos: contexto, gestión e impacto.
- Si la medida AbE forma parte de un programa de adaptación más amplio, busque coordinar esfuerzos de M&E en todo el programa para intercambiar información y experiencias para el desarrollo de indicadores. Para este caso se deben acordar estandarizados, sólidos y consistentes para la recopilación y análisis de datos en todo el programa, de modo que los resultados sean comparables y puedan ser evaluados a lo largo del tiempo.

- Los indicadores tengan viabilidad técnica y financiera.
- Los indicadores reflejen el contexto local que permitan captar las lecciones clave.

INECC (2020) recomienda ampliamente que la recopilación de la información para los indicadores propuestos se base en la desagregación de los datos en las siguientes dimensiones: condición socioeconómica; sexo, edad; etnicidad; lengua; y discapacidad. Así mismo, señala la importancia de generar consensos con los actores clave que permitan la validación, seguimiento y mejora de los indicadores.

### Organización de los indicadores

Es importante que una vez que se hayan definido los indicadores se organicen en una tabla de manera que sirva de guía metodológica para la colecta de la información. En la tabla 72 se propone una forma de organizar la información para cada indicador.

**Tabla 71.** Propuesta de guía metodológica para la colecta de datos para los indicadores.

Nombre indicador	de	Tipo indicador	de	Objetivo	Escala
Métrica	Fecha reporte	de	Unidad de medida	Periodicidad	
Fórmula	Variables de la fórmula	Fuente de datos	Responsable de coleccionar		

**Fuente:** Elaboración propia.

Los campos propuestos se describen a continuación:

- I. **Nombre del indicador:** Se refiere al nombre con el que se identificará al indicador en el proyecto. Se sugiere que sea sencillo y que exprese una idea clara de lo que está midiendo.
- II. **Tipo de indicador:** Es importante mencionar si el indicador es de gestión, contexto o impacto.
- III. **Objetivo:** Cada indicador debe tener un objetivo claro y particular que indique cuál es el propósito del indicador.
- IV. **Escala:** La escala de reporte del indicador podrá ser localidad, municipal, estatal o nacional, según la naturaleza del indicador.
- V. **Métrica:** Se refiere al dato cuantitativo (cantidad) o cualitativo (alto, bajo, muy alto, muy bajo, Etc.) que se estará reportando.

- VI. **Fecha de reporte:** Para un adecuado seguimiento del desarrollo del proceso de la medida en el tiempo, es importante indicar el momento en el que se tomó el indicador. Se sugiere repórtalo en formato de día, mes y año (DD/MM/AAAA).
- VII. **Unidad de medida:** Cuando aplique se deben indicar las unidades en las que se reporta la métrica, por ejemplo: toneladas, hectáreas, personas.
- VIII. **Periodicidad:** Se refiere al tiempo que transcurrirá para la actualización de la métrica.
- IX. **Fórmula:** Cuando el indicador se exprese a través de una fórmula, se deberá indicar algebraicamente.
- X. **VARIABLES DE LA FÓRMULA:** Se deben describir las variables que se utilizan para la fórmula del indicador
- XI. **Fuente de datos:** Es importante mencionar de dónde se han extraído los datos para el indicador, señalando la liga, la referencia o el sitio donde se colectó la información.
- XII. **Responsable de colecta:** Cuando los indicadores han sido seleccionados se debe establecer una persona (capacitada) que sea la responsable coleccionar la información.

Las métricas que se coleccionen deberán ser verificadas regularmente a través de un análisis de datos en conjunto para comprobar que los datos que están siendo recopilados son los que se necesitan. Esto permitirá que la entrada de datos sea acorde en calidad a lo que se necesita (GIZ *et al.*, 2020).

## Establecimiento de una línea base

De acuerdo con (GIZ *et al.*, 2020) una línea de base es una descripción de la condición/situación inicial antes de que se lleve a cabo una intervención. Es importante porque proporciona un punto de referencia para comparar la situación antes y después de una acción dentro del proceso de adaptación y evaluar cambios.

Monitorear indicadores con respecto a esos objetivos permitirá, no sólo comprender si la medida está alcanzando sus objetivos en términos generales, sino también si lo está haciendo en una manera que es significativa en términos del logro de las metas de la medida de adaptación.

## 10.5 TALLER CON EXPERTOS ABE PARA OBTENER INSUMOS DE UNA PROPUESTA DE M&E

Además del trabajo de gabinete, dentro de la elaboración del presente capítulo se llevó a cabo el “Taller con actores clave para obtener insumos que contribuyan a una propuesta metodológica para la implementación de un sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de medidas de adaptación para el proyecto A460”. El taller reunió a expertos y otros actores con experiencia en las áreas de interés del proyecto. Se contó con 20 asistentes de los sectores gubernamental, internacional, académico, social tanto de las zonas de Tuxpan como de Celestún.

Los principales resultados del taller incluyeron:

Respecto a los indicadores:

- Los asistentes mencionaron que, para el caso de los indicadores, es importante definir un objetivo claro. Se deben identificar, medir los procesos relevantes y delimitar claramente ¿qué es lo que se quiere medir? Esto se definirá a partir de encontrar cuáles son los detonantes de la vulnerabilidad socioambiental en el sitio y qué impacto tienen sobre las condiciones socioeconómicas de la población.
- Al momento de diseñar indicadores se reflexionó sobre los pasos que se deben seguir. Se mencionaron que era importante definir criterios, umbrales y las variables (sociales, económicas o ecológicas) al momento de medir.

Respecto a los actores involucrados en los proyectos:

- Un factor importante para el desarrollo de las actividades relacionadas con el monitoreo y evaluación de medidas de adaptación es el involucramiento de la población. Ellos apoyarán en la definición de criterios que se deben considerar para abordar el tema y cómo manejarlo.

Además, esto promoverá que se apropien de las actividades y de la medida.

- El diseño de un sistema de M&E debe incorporar la participación de la población local y actores relacionados con las actividades productivas que se desarrollan en la localidad. Para el caso de las medidas AbE que incorporen manglares y actividades productivas relacionadas con ellos, es importante integrar la visión de los pescadores y cooperativas, así como actores que aprovechen los servicios ecosistémicos para la promoción de actividades ecoturísticas. También se debe tomar en cuenta a la población involucrada en actividades de post proceso.
- Algunos de estos actores pueden ser las OSC posicionados en el territorio. Ellos podrían funcionar como intermediarios entre los pobladores y las autoridades responsables de la ejecución de la medida.

Como parte del taller, se realizó una encuesta posterior al evento, con la finalidad de recabar opiniones, recomendaciones e identificar áreas de oportunidad. Los resultados del análisis de la encuesta sugieren algunas recomendaciones para fortalecer el proceso de M&E.

Es importante construir capacidades para el M&E que partan desde el adecuado manejo de conceptos de cómo el proceso de adaptación y las medidas AbE, en todos los niveles involucrados: instituciones, autoridades y población de la localidad. Se sugiere implementar talleres enfocados en este objetivo.

Se debe continuar con la tarea de fortalecer el marco conceptual del M&E, sus procesos y las herramientas existentes y canalizar estos estudios desde nivel institucional hasta el local, recibiendo retroalimentación de cada uno de los actores que se vayan involucrando. Esto permitirá generar documentos/herramientas robustas que atiendan los contextos culturales, socioeconómicos, geográficos y de necesidades de información de cada actor.

Es fundamental continuar promoviendo un proceso de adaptación completo, que integre la totalidad de las cuatro fases y resaltar la importancia de cada una de ellas y su interrelación. Un área de oportunidad enmarcada en este contexto es la propuesta y/o fortalecimiento de metodologías para el diseño, implementación, selección y colecta de indicadores.

## **10.6 SBN PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE M&E**

Para elaborar esta propuesta, se hizo una búsqueda de fuentes que proporcionen información sobre el tema. Un hallazgo importante de mencionar es que se encontraron muy pocas fuentes que abordaran el tema (2). La siguiente propuesta se basa en (GIZ *et al.*, 2020) y experiencias y lecciones aprendidas

compartidas dentro del “Taller con actores clave para obtener insumos que contribuyan a una propuesta metodológica para la implementación de un sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de medidas de adaptación.”

Es importante resaltar que esta metodología considera que el equipo de trabajo ya ha realizado el paso previo de revisión de la TdC, identificación, diseño y priorización de indicadores descrito en el capítulo 3.

## Metodología propuesta

Como se ha mencionado anteriormente, un sistema de M&E permite revisar el estado de cumplimiento de los objetivos y metas. Bien aplicado, brinda información sobre cuáles son las acciones y su escala, las cuales podrían requerir ajustes. Para cumplir con estas funciones, un sistema de M&E, además de un buen diseño y fuentes de información confiables, debe contar con (INECC, 2019):

- Trabajo detallado que incluya el conocimiento sobre el entorno y el contexto antes, durante y después de la implementación de la medida.
- Contactos con las organizaciones e instituciones que implementan la medida y que son fundamentales no sólo porque tienen la información, sino porque son el enlace con las comunidades.
- Conocimiento de los factores externos que pueden fortalecer o debilitar los procesos de adaptación al cambio climático.

### Identificación de actores para participar en el proceso de M&E.

La implementación de un sistema de M&E debe considerar la participación de actores (personas, instituciones, organizaciones, etc.) que en conjunto integren un equipo que:

- Tenga amplio conocimiento de la problemática local que se atiende
- Tenga un conocimiento profundo de adaptación al cambio climático y de medidas
- Maneje con claridad los conceptos que definen una medida AbE
- Conozca detalladamente el sitio de implementación y los procesos (naturales, económicos y sociales) que en él se desarrollan
- Cuenten con la confianza de la población

Se debe buscar integrar a los actores que desarrollen actividades relacionadas con los servicios ecosistémicos del manglar como los son pescadores, ganaderos, las cooperativas de la zona, personas que desarrollen actividades turísticas, la academia, instituciones (CONAPESCA, PROFEPA, CONANP, SEDATU, etc.) entre otros. Tomar en cuenta estos factores permitirá crear capacidades en el tema de adaptación al cambio climático y ampliará la probabilidad de medir variables que sean relevantes para el proyecto.

Un punto que se debe resaltar es que se debe promover activamente la participación de la población de la localidad, no sólo para lograr la sostenibilidad

del sistema, sino porque una población no consultada o no incluida puede representar una barrera a la adecuada ejecución de actividades, concreción y difusión de beneficios, fortalecimiento de capacidades, recolección de datos, entre otras. La mejor práctica es asegurar la apropiación de las comunidades locales, mediante un proceso informado y consensuado con miras a promover su participación y apoyo a lo largo del proyecto. Así mismo, la conformación de un equipo de trabajo multidisciplinario y mixto (con personas de distintas edades, hombres y mujeres) será importante a la hora de identificar brechas o diferencias en la percepción de un problema, lo que seguramente enriquecerá al sistema de M&E. Este paso debe asegurar un contexto (social y técnico) que propicie la correcta realización de todas las actividades relacionadas con el M&E.

### **Consideración para definir un plan de trabajo**

La definición clara de los siguientes puntos permitirá generar datos con procedimientos homologados que podrán ser comparables y por lo tanto analizados.

### **Definición de sitios de recolección**

La definición de los sitios para implementar el sistema de M&E estará en función de los procesos identificados previamente (capítulo 3) y que brindan más información sobre los avances de la medida. Así mismo deberá considerarse la accesibilidad a estos lugares y la tecnología con la que se puede trabajar en ellos.

### **Tipos de datos que se coleccionarán**

Cada indicador puede medirse a través de diferentes tipos de datos, según el objetivo. Se pueden recopilar datos cuantitativos (números) o cualitativos (observaciones, respuestas a preguntas abiertas, evidencia escrita, video, etc.) Los primeros pueden ser más sencillos de analizar. Aunque los segundos son un poco más complicados de analizar, son importantes para tener en cuenta porque brindan perspectivas e información fundamental que los datos cuantitativos no pueden capturar. Se recomienda que con el equipo de trabajo que se haya conformado, se elija una combinación de tipos de datos que permitan una evaluación más robusta según las características de la medida.

### **Periodicidad de la colecta**

Según el tipo de proceso que se quiera medir, será importante definir el periodo adecuado para la colecta de las métricas. Esto permitirá optimizar los tiempos del M&E y asegurar la colecta de datos que realmente muestren los cambios que darán pautas para evaluar el avance o retroceso de la medida. Por ejemplo, el monitoreo de crecimiento de las plántulas en un manglar deberá medirse con una regularidad diferente al cambio en las condiciones de la calidad del agua en la zona.



### Estrategias para la colecta

Otro aspecto que se debe definir con el equipo es la estrategia para la colecta de los datos, por ejemplo, si se hará un muestro de un grupo grande de personas, sólo entrevistar a algunos. Para esto será importante definir los criterios para conformar la muestra. Otro ejemplo son los datos que se obtienen de sensores remotos, existen muchos métodos para extraer su información, por lo que se deberán definir los adecuados según el dato que se busque medir. En caso de requerirlo, será importante la capacitación del personal involucrado y la distribución de manuales o guías metodológicas.

### Prevención de errores en la medición

El siguiente punto que se debe considerar, es la reducción en los errores de medición, por lo que se recomienda una revisión y calibración del instrumental con el que se tomará la medición, asegurarse que los sitios de recolección cuentan con buena conexión de red y con el software adecuado para la medición. La definición de la técnica de muestreo también apoyará en este punto, si se trata de entrevistar a personas, procure ubicar aquellas con mayor disposición de apoyar y que además abonen datos relevantes.

### Consideraciones éticas

Algunas de las experiencias compartidas en el “Taller con actores clave para obtener insumos que contribuyan a una propuesta metodológica para la implementación de un sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de medidas de adaptación”, señalaban que en ocasiones las tareas de colección de datos parecían contraproducentes con las actividades de la gente de la localidad, lo que provocaba molestia y problemas. Es importante mantener a la población informada y consensuar acuerdos sobre las actividades que se estén llevando a cabo relacionadas con el proyecto y de ser posible considerar su involucramiento en el proceso.

### Elaboración de un plan de trabajo

Dadas las dimensiones técnicas y de conocimiento del sitio de implementación que requiere un sistema de M&E, se recomienda diseñar un plan de trabajo en equipo que especifique detalles las actividades y cómo se interrelacionan entre ellas.

También deberá contar con un diagrama que especifique los flujos de información, los formatos a usar y la jerarquía dentro del equipo para resolver dudas o problemas que puedan generarse durante el M&E.

Es importante que las actividades sean totalmente claras y entendidas por los responsables de llevarlas a cabo.

A continuación, se describen de manera general los elementos que deben integrar

**Colecta:** Se refiere a la medición del indicador en sí, ya sea en sitio o por la extracción de información de alguna base de datos. Se propone el formato de la tabla 72 del capítulo 3 de este capítulo.

**Captura:** Es la actividad relacionada con la conformación de una base de datos electrónica a partir de las métricas colectadas. La disposición de los datos deberá permitir un fácil manejo para operaciones estadísticas a la hora del análisis.

**Limpieza:** Es el paso previo al análisis de la información recabada, por lo que se debe asegurar que se cuenta con los mejores datos posibles. Una revisión de la base de datos por un experto (se recomienda alguien que conozca profundamente el proceso que se está midiendo), ayudará a identificar errores en la captura o colecta de los datos.

**Análisis:** Comprende los procesos de comparación para la identificación de patrones, tendencias, cambios, condiciones neutras de los indicadores que se están monitoreando. Para el caso de los datos cualitativos el análisis se refiere a extraer observaciones, lecciones aprendidas y tendencias de datos escritos u otros tipos de datos narrativos. Dada la naturaleza de las intervenciones AbE, se recomienda un análisis mixto de datos que considere factores ecológicos y sociales.

**Reporte:** Se refiere a la forma en la que serán integrados los resultados obtenidos en el análisis para su presentación posterior. Es importante considerar el perfil de las personas con quienes será compartido para definir un correcto formato de salida.

**Cronograma:** Permitirá definir los tiempos para realizar cada actividad y ajustar el sistema de M&E a los tiempos del proyecto.

**Responsables:** Será la persona encargada de que se lleve a cabo la ejecución de las actividades que se le hayan encomendado. Entre otras funciones, tendrá la tarea de asegurar que las actividades se realicen de tal manera que se asegure la calidad de los productos resultantes.

Las actividades plasmadas en el plan de trabajo deberán presentarse en una reunión con el equipo involucrado para aclarar dudas y acordar puntos relevantes. El siguiente paso sería la ejecución de las actividades acordadas en el plan.

### **Evaluación de una medida de adaptación**

Aunque se entiende que el tema de la evaluación de una medida de adaptación se encuentra inserto en un sistema de M&E, tiene actividades y consideraciones conceptuales específicas que lo distinguen del resto del proceso. Una correcta evaluación permite mostrar cuáles son los cambios que ocurrieron debido al proyecto y cuáles se deben a otros factores.

La manera más precisa para identificar cuáles son los cambios derivados de la implementación de la medida requiere de utilizar un diseño que permita comparar los cambios de la intervención que se está evaluando, con otros sitios con problemáticas parecidas donde no se ha implementado alguna medida para atenderlos.

GIZ, *et al.* (2020) mencionan diversos mecanismos para la evaluación de una medida. La mayoría de ellos son complejos y costosos porque implican el uso de varios métodos de medición sobre una misma variable y/o la intervención de varios actores dentro y fuera del área de acción de la medida que se está evaluando.

El proceso para la implementación de la evaluación es similar al del monitoreo (descrito anteriormente). Parte de la conformación de un equipo de expertos (técnicos y empíricos), deberá tomar en cuenta las consideraciones para armar un plan de trabajo y ejecutar las actividades según lo que se acuerde en ese plan. INECC (2019) propone una serie de 4 herramientas que pueden usarse durante las actividades de colecta y que, si son aplicadas correctamente, permitirán un análisis que servirá para evaluar una medida de adaptación.

Las preguntas que aparecen en las herramientas pueden orientarse hacia las necesidades de la medida de adaptación que se esté evaluando, esta flexibilidad permite obtener resultados específicos sobre la intervención evaluada en sitios particulares.

Para los casos en que entrevistar a todos los actores involucrados sea imposible, se recomienda una revisión exhaustiva de la estrategia de muestreo con el equipo de trabajo, esto con la finalidad de obtener las muestras representativas. A continuación, se describen brevemente estas herramientas.

La **Ficha de análisis de la medida de adaptación** deberá ser llenada con información que proporcionen los expertos y otros actores relevantes involucrados en la ejecución directa del proceso de adaptación. En ella se colecta información relativa a las metas y objetivos de la medida, financiamiento, participantes involucrados (tanto instituciones como comunidades) y gobernanza, entre otros. Estos datos serán referencia para el proceso completo de M&E.

El **Cuestionario a personas encargadas de la implementación**, recaba información sobre percepción de la vulnerabilidad, conocimiento de la medida de adaptación y sus beneficiarios, lecciones aprendidas y mecanismos de M&E y seguimiento.

El **Cuestionario aplicado a personas beneficiarias** recoge aspectos sobre la confianza y la solidaridad de la población con el proyecto, a través de grupos de preguntas enfocadas a la percepción de la vulnerabilidad, conocimiento general de la medida (beneficios, inclusión, género), retos, entre otros.

El **Taller participativo** promueve la reflexión colectiva sobre el proceso de adaptación y sus resultados con las personas que fueron o están siendo

beneficiarias (directamente) del proyecto. La idea es partir de una memoria colectiva con presentaciones, fotografías o algún otro recurso visual sobre la historia del proyecto y emitir una serie de preguntas que lleven a la reflexión del proceso.

## 6.7 CONCLUSIONES

El análisis de la información recabada a través de estas actividades permitirá establecer y mantener actualizada una visión general de los procesos que permiten o permitieron, que la medida fuera implementada de forma exitosa, de la misma forma que ayudará a detectar barreras y áreas de oportunidad. Además, arrojará luz sobre los procesos participativos y de inclusión, los procesos de gobernanza considerados, entre otros; desde la perspectiva de los implementadores y los beneficiarios.

Como se mencionó anteriormente para el reporte, el formato de los resultados y el lenguaje usado para su difusión dependerán del destinatario. Generalmente los donantes solicitan el uso de sus propios formatos de reporte. La comunicación de los resultados es clave entre las partes interesadas y directamente impactadas por la medida (comunidades locales).

Comunicar los resultados a los formuladores de políticas es un factor importante para el diseño de instrumentos de gobernanza relacionados con la implementación de medidas AbE y para promover fuentes de financiamiento hacia éstas. Finalmente, también será muy importante considerar a la comunidad de adaptación (expertos académicos y servidores públicos) en el país, para actualizar los avances del país en materia de adaptación, particularmente AbE y cómo contribuye en el cumplimiento de compromisos internacionales como la Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), los Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre otros.

El objetivo de comunicar los resultados es aprovechar la oportunidad de difundir los hallazgos para mostrar lo que se ha logrado con la intervención, así como las dificultades encontradas y las lecciones aprendidas.

Por otro lado, y de manera complementaria, a lo largo de los capítulos se ha mencionado la importancia de los manglares como barrera natural ante los impactos hidrometeorológicos. Sin embargo, aunque se mencionó su potencial de captura de carbono, no se ha abordado de manera específica ni se cuenta con una línea base que permita estimar de una manera más certera este potencial. El siguiente capítulo abordará esta temática

## 11. CAPÍTULO VII

# SÍNTESIS BASADA EN EL ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DOCUMENTAL SOBRE CARBONO EN MANGLARES DE LOS MUNICIPIOS COSTEROS DEL GOLFO DE MÉXICO

### 7.1 INTRODUCCIÓN

Con el fin de brindar orientación para la implementación de la Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC) de México, actualizada a 2020, y de otras iniciativas climáticas en ecosistemas de carbono azul del país. Este capítulo provee una guía de las metodologías para estimar el carbono almacenado en ecosistemas de manglar en el Golfo de México, teniendo como área de interés la región que incluye los estados de Tamaulipas a Yucatán, haciendo énfasis en las estimaciones a escala local con datos de campo. Asimismo, se presentan los estudios de caso de almacenes de carbono azul Celestún y Tuxpan. La generación y distribución de esta información representa una herramienta para la toma de decisiones relacionadas con el manejo de ecosistemas costeros bajo un esquema de carbono azul y sus beneficios asociados.

Las estimaciones locales y regionales de emisiones de CO<sub>2</sub> por deforestación y degradación de manglares en el Golfo de México tienen un sesgo importante relacionado con la fuente de información y cartografía utilizada para determinar las áreas que han sufrido cambio de uso del suelo o han sido degradadas.

Este capítulo presenta un análisis de vulnerabilidad ambiental de los manglares de Celestún, incluyendo criterios y variables de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Esta vulnerabilidad tiene relación directa con la provisión de servicios ecosistémicos, muchos de ellos dependientes de los almacenes y flujos de carbono y con la respuesta que tienen los ecosistemas ante efectos adversos.

Finalmente, se provee información acerca de la importancia que tienen estos ecosistemas y sus almacenes de carbono para la mitigación y adaptación al cambio climático, así como para hacer frente a los efectos al cambio climático.

## Manglares, carbono y cambio climático

### Carbono azul

El "carbono azul" se refiere al dióxido de carbono que es fijado por el proceso de fotosíntesis en los ecosistemas de manglar, pastizales marinos y marismas saladas. Estos ecosistemas costeros constituyen la mayoría de los hábitats con vegetación del océano, aunque solo equivalen al 0.05% de la biomasa vegetal en tierra. A pesar de ello, son sumideros de carbono altamente eficientes. Estos ecosistemas secuestran carbono en sus suelos, en la biomasa aérea y subterránea, y en la biomasa muerta (Mcleod *et al.*, 2011).

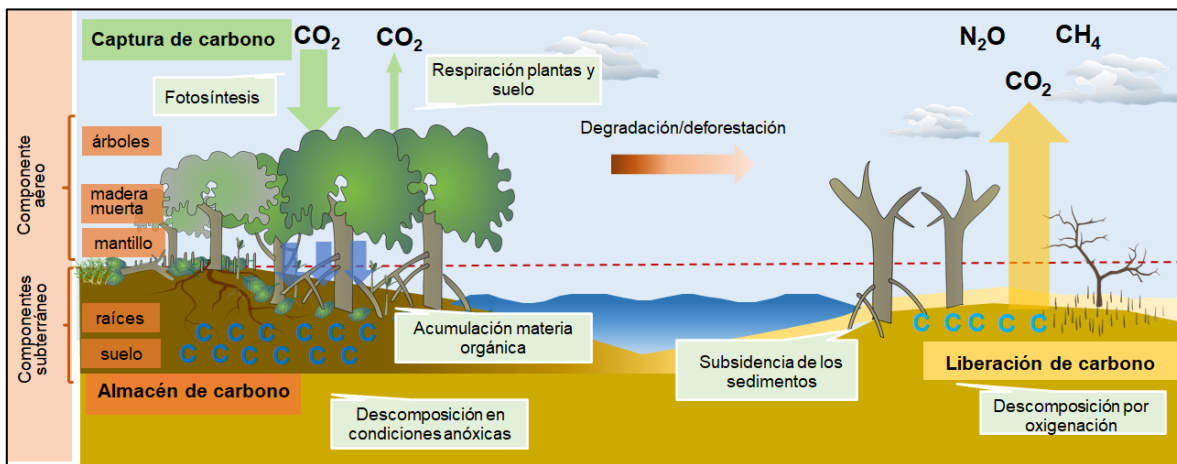
Pese a que los ecosistemas costeros cubren menos área y tienen menos biomasa aérea que las plantas terrestres, estos influyen en el secuestro de carbono a largo plazo. El carbono azul es secuestrado durante años o décadas en la biomasa vegetal como hojas y tallos y durante miles o millones de años en el suelo (Mcleod *et al.*, 2011).

### El ciclo del carbono en manglares

El carbono es un componente finito en el planeta, por lo que su presencia en la materia orgánica y el ambiente fisicoquímico está estrechamente ligada con su movimiento a través de diferentes escalas espaciotemporales, en las que las plantas se encuentran involucradas (Jaramillo, 2004; McVay y Rice, 2005).

El ciclo de carbono en materia vegetal inicia con la captación de CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera o disuelto en el agua por medio de la fotosíntesis (Figura 136). Una vez fijado, este carbono puede seguir dos rutas: i) ser consumido directamente para suministrar energía, liberando carbono y oxígeno como productos del proceso; ii) ser almacenado en los tejidos e incorporado a la biomasa, la cual posteriormente será consumida por macroorganismos o degradada después de su muerte (Chapin *et al.*, 2006). La captura de carbono correspondiente a la última ruta contribuye a disminuir la cantidad de dióxido de carbono presente en la atmósfera, el cual es considerado uno de los principales gases de efecto invernadero.

**Figura 121.** Captura de carbono en el ecosistema de manglar en los almacenes especificados por el IPCC (2006) y la liberación de GEI por degradación



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con Prentice *et al.* (2001), este ciclo opera a diferentes magnitudes y está sujeto a mecanismos tales como el aumento o disminución de las concentraciones de  $\text{CO}_2$ , el cambio climático, la deforestación y las emisiones antropogénicas de carbono y nutrientes.

El ciclo del carbono en manglares es particularmente especial. Las diferencias recaen en su capacidad de acumular, transformar y exportar carbono, esto es gracias a la interacción que tiene con el medio aéreo, marino, dulceacuícola y terrestre, así como la saturación de agua que se presenta en sus suelos, manteniendo una condición anaeróbica que disminuye la probabilidad de liberación de  $\text{CO}_2$  hacia la atmósfera (Howard *et al.*, 2018; Velázquez-Pérez *et al.*, 2019). A su vez, la productividad primaria que se genera en el ciclo tiene diversas rutas y destinos: como carbono orgánico e inorgánico al llegar al océano permite el establecimiento y sustento de otras comunidades (ej. pastos marinos, corales, etc.), como almacén de carbono mediante la acumulación en sedimentos y a la atmósfera mediante la reincorporación de  $\text{CO}_2$  (Alongi, 2020; Sippo *et al.*, 2020).

Las rutas del carbono en el ecosistema de manglar se encuentran representadas por los flujos y almacenes. Los primeros están relacionados con: i) la dinámica de los componentes aéreos y subterráneos con el medio, la cual da como resultado la productividad y descomposición de hojarasca y raíces que son exportados en forma de materia orgánica a ecosistemas vecinos; ii) las emisiones a la atmósfera por la respiración y degradación. Por otra parte, la captura y el almacén de carbono sigue más de una ruta, encontrándose en el componente aéreo (árboles, ramas, hojas, neumatóforos y raíces adventicias) y subterráneo (raíces), incluyendo la fracción del suelo en forma de carbono orgánico ( $\text{C}_{\text{org}}$ ) (Herrera-Silveira *et al.*, 2016).



## Almacenes y flujos de Carbono

Dada la relevancia que tienen los manglares en la retención y exportación de carbono, se esperaría que el número de investigaciones centradas en sus estimaciones fueran considerables. No obstante, en México, muchos de los estudios sobre el papel que juegan los almacenes, las tasas de captura y emisiones de GEI en humedales costeros no se han realizado con el enfoque y metodología adecuadas (Herrera-Silveira *et al.*, 2018).

La tasa de exportación y almacenamiento de carbono se encuentra en función de diversos factores, destacándose el tipo geomorfológico, tipo ecológico, estado de conservación, la complejidad estructural y el clima (Alongi, 2020). A nivel nacional, destaca la investigación publicada por Adame *et al.* (2013) donde se determinó que en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an los manglares de tipo petén presentan las reservas más altas de carbono ( $987 \pm 338 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ), seguido de los manglares tipo franja ( $623 \pm 41 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) y finalmente el de tipo chaparro ( $381 \pm 52 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ). Además, estos mismos autores registraron que los mayores almacenes de carbono se registran en zonas donde la salinidad es baja y el fósforo (P) elevado, sugiriendo que estas dos variables condicionan el potencial de acumulación.

Por otra parte, Kauffman *et al.* (2016) realizó un análisis comparativo entre manglares con buen estado de conservación en contraste con sitios deforestados y aprovechados para uso ganadero en Pantanos de Centla, Tabasco. En dicho análisis se registró para los primeros una reserva media de carbono de  $1,358 \text{ Mg C ha}^{-1}$  y de  $458 \text{ Mg C ha}^{-1}$  para las áreas con cambio de uso de suelo. Estas pérdidas implican emisiones de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera mayores a las registradas en otros ecosistemas terrestres tropicales.

Pocos trabajos han estudiado la variabilidad de carbono a nivel nacional entre regiones, tipos ecológicos y geomorfológicos mediante revisiones bibliográficas de forma sistemática. Algunos de los más recientes son los de Herrera-Silveira *et al.* (2018) y Herrera-Silveira *et al.* (2020), en los cuales se estimó un almacén de carbono aéreo promedio de  $113.6 \pm 5.5 \text{ Mg C ha}^{-1}$  y subterráneo de  $385.1 \pm 22 \text{ Mg C ha}^{-1}$ , con un contenido de carbono orgánico en el suelo del 77%. Por regiones, la zona del Pacífico Sur fue la que presentó los mayores almacenes de carbono ( $154.8 \pm 15 \text{ Mg C ha}^{-1}$  aéreo y  $663.1 \pm 51 \text{ Mg C ha}^{-1}$  subterráneo), registrándose los mayores depósitos en lugares con climas húmedos como en la zona sur del Golfo de México y sur-centro de Chiapas.

Estos mismos autores señalan una serie de recomendaciones para realizar esta clase de estimaciones, entre ellas destacan: i) evitar la subestimación de carbono subterráneo y de  $C_{\text{org}}$  mediante la estandarización de los perfiles de suelo considerados en los análisis, ii) considerar la importancia de componentes subterráneos como es el caso de las raíces finas, los cuales son descartados en las evaluaciones, iii) a falta de información a nivel nacional, considerar los tipos ecológicos al momento de evaluar los almacenes de carbono; iv) considerar la

heterogeneidad de los almacenes dentro y entre regiones con el fin de reducir la incertidumbre y resaltar dicha variabilidad.

### **Mitigación del cambio climático**

Los manglares han cobrado vital importancia por los numerosos servicios ecosistémicos que proveen a la sociedad, incluyendo su contribución a la mitigación y adaptación a los impactos del cambio climático.

Teniendo en cuenta las tendencias a nivel mundial, México en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), actualizada en 2020, incluye a los ecosistemas de manglar en el Eje C, referente a la conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos, y entre sus líneas de acción destacan: i) tener una tasa de deforestación cero; ii) mejorar la política y legislación ambiental para conservar y restaurar estos ecosistemas; iii) aumentar la conectividad entre los ecosistemas costeros; e iv) incrementar los almacenes de carbono (Gobierno de México, 2020).

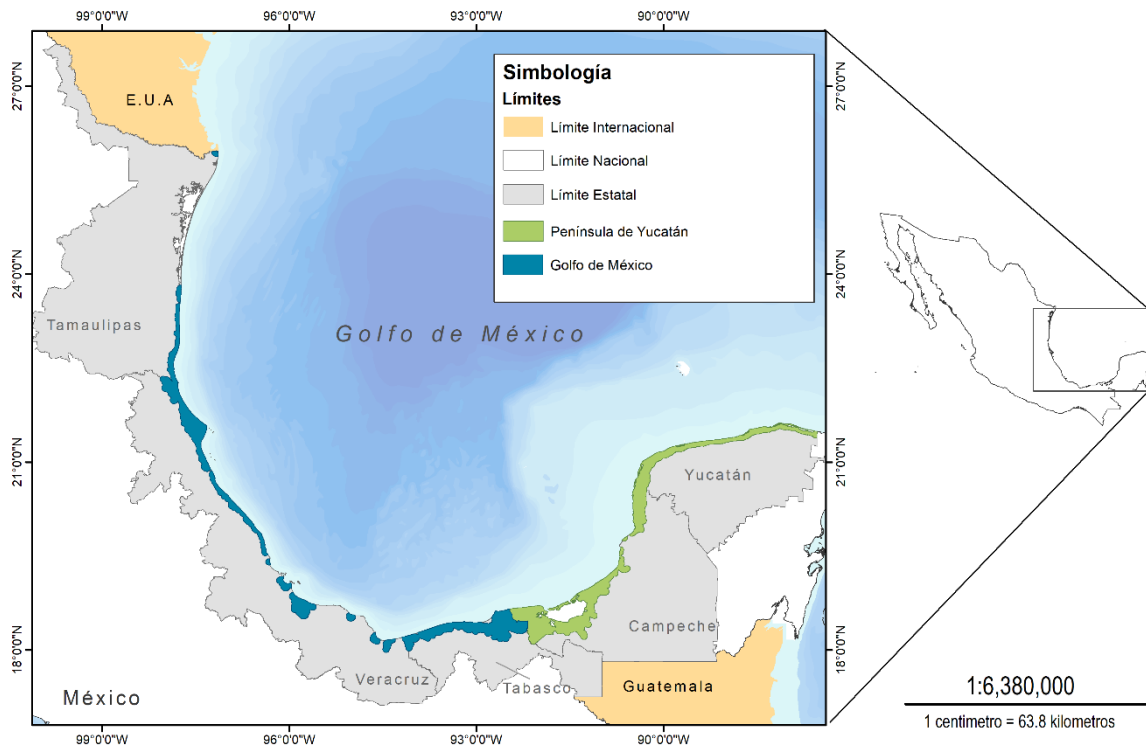
## Regionalización de manglares

La regionalización de los manglares en México fue propuesta por especialistas de los manglares de México durante el “*II Taller sobre la problemática de los ecosistemas de manglar de México*” (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2013) donde se definieron dos mega regiones: litoral Pacífico Mexicano y litoral del Golfo de México y Mar Caribe.

En el litoral del Golfo de México y Mar Caribe se definieron las regiones: Golfo de México (G.M.) formada por los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco; y la de la Península de Yucatán (P.Y.) integrada por Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Con el objetivo de establecer un orden de clasificación como una guía en un proceso de regionalización natural, se retomó lo propuesto por Ortiz-Pérez y De la Lanza (2006) y De la Lanza *et al.* (2013). De este modo, se realizó una regionalización que toma como base criterios geológicos, hidrológicos, geomorfología de la costa, clima y arreglo morfohidrográfico, dando como resultado 14 regiones naturales.

En el Golfo de México se localizan cuatro regiones naturales: a) Región nororiental (Tamaulipas), que va del río Bravo a Barra del Tordo (Tamps.); b) Región centro (Veracruz), que se extiende desde Barra del Tordo (Tamps.) a Punta San Juan (Ver.); c) Región suroriental (Veracruz-Tabasco y Campeche), que abarca de Punta San Juan (Ver.) hasta Seybaplaya (Camp.); y d) Región occidental y norte de la península de Yucatán, que va desde Seybaplaya (Camp.) a cabo Catoche (Q.R.) (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2018; Figura 137).

Figura 122. Regionalización de los manglares en México



Fuente: Elaboración propia con información de CONABIO (2009).

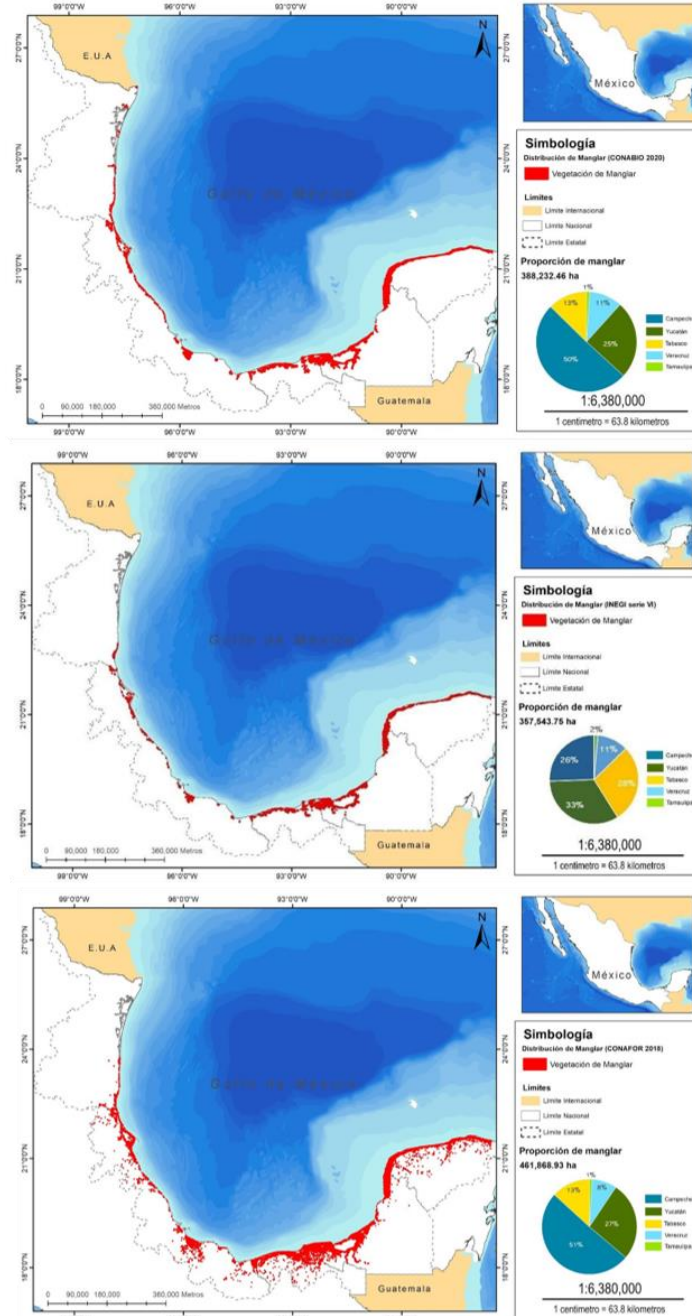
### Cobertura de manglar

La cobertura de manglar en México, según la información más reciente de la CONABIO (2021) es de 905,086 ha para el año 2020. De acuerdo con el sistema de información geográfica de la CONABIO, en el Golfo de México (regiones del Golfo de México y Península de Yucatán, desde Tamaulipas hasta Yucatán) el manglar tiene una extensión de 392,737 ha, es decir 43.4% de la cobertura a nivel nacional. De esta extensión, Campeche es el estado con mayor cobertura de manglar con 200,279 ha que representan el 51% del manglar en esta región. El estado de Tamaulipas es el que menor extensión de manglar posee a nivel regional con el 0.9% (3,664 ha) (Figura 138A).

Por otro lado, de acuerdo con la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI de INEGI (2016) la extensión de manglares para el Golfo de México es de 357,544 ha. Sin embargo, la distribución por estado es distinta, ya que, de acuerdo con sus capas de uso de suelo y vegetación, Yucatán tiene la mayor extensión de manglares de la región con 119,329 ha (33.4%), seguido de Tabasco (101,448 ha, 28.4%) y de Campeche (91,271 ha, 25.5%). Tamaulipas incrementa su extensión a 5,126 ha, representando el 1.4% del manglar regional (Figura 138B).

Por su parte, CONAFOR (2018) reporta una extensión de vegetación de manglar de 461,689 ha para la misma región. El porcentaje de la superficie cubierta por manglar en los estados de Tamaulipas y Veracruz es de 0.8% y 8.5% respectivamente (CONAFOR, 2018), esto es similar a lo reportado por INEGI en 2016 (1.4% y 11.3% respectivamente) y CONABIO en 2021 (0.9% y 10.6% respectivamente). En contraste, para los estados de Campeche y Yucatán, se reporta una extensión de 233,918 ha y 123,553 ha, respectivamente (CONAFOR, 2018), lo cual difiere con lo reportado por INEGI (2016) y CONABIO (2021) (Figura 138C).

**Figura 123.** Extensión de manglar en el Golfo de México. A) Muestra el porcentaje de cobertura de manglar por estado con base en datos CONABIO (2021). B) Muestra el porcentaje de cobertura de manglar por estado con base en datos INEGI (SERIE VI, 016). C) Extensión de cobertura de manglar por estado a partir de cartografía de CONAFOR (2018)



**Fuente:** Elaboración propia con información de CONABIO (2021), INEGI (2016) y CONAFOR (2018).

## 11.2 METODOLOGÍAS PARA LA ESTIMACIÓN DE ALMACENES DE CARBONO EN MANGLARES

Los inventarios de carbono requieren de dos tipos de datos, los de actividad y factores de emisión. Los datos de actividad hacen referencia al grado de conversión entre las seis clases de uso de la tierra o suelo de acuerdo con la clasificación del IPCC (IPCC, 2014): 1) uso forestal, 2) uso agrícola, 3) praderas, 4) asentamientos humanos, 5) humedales, 6) otros usos. Los manglares y petenes corresponden al tipo de uso de suelo forestal. Los datos de actividad se calculan a partir de los análisis de imágenes de percepción remota que sirven para clasificar los tipos de uso de suelo y monitorear los cambios de uso en el tiempo. Los datos de actividad generalmente se expresan en hectáreas y son fundamentales para estimar los factores de emisión y captura de carbono en forma de CO<sub>2</sub>.

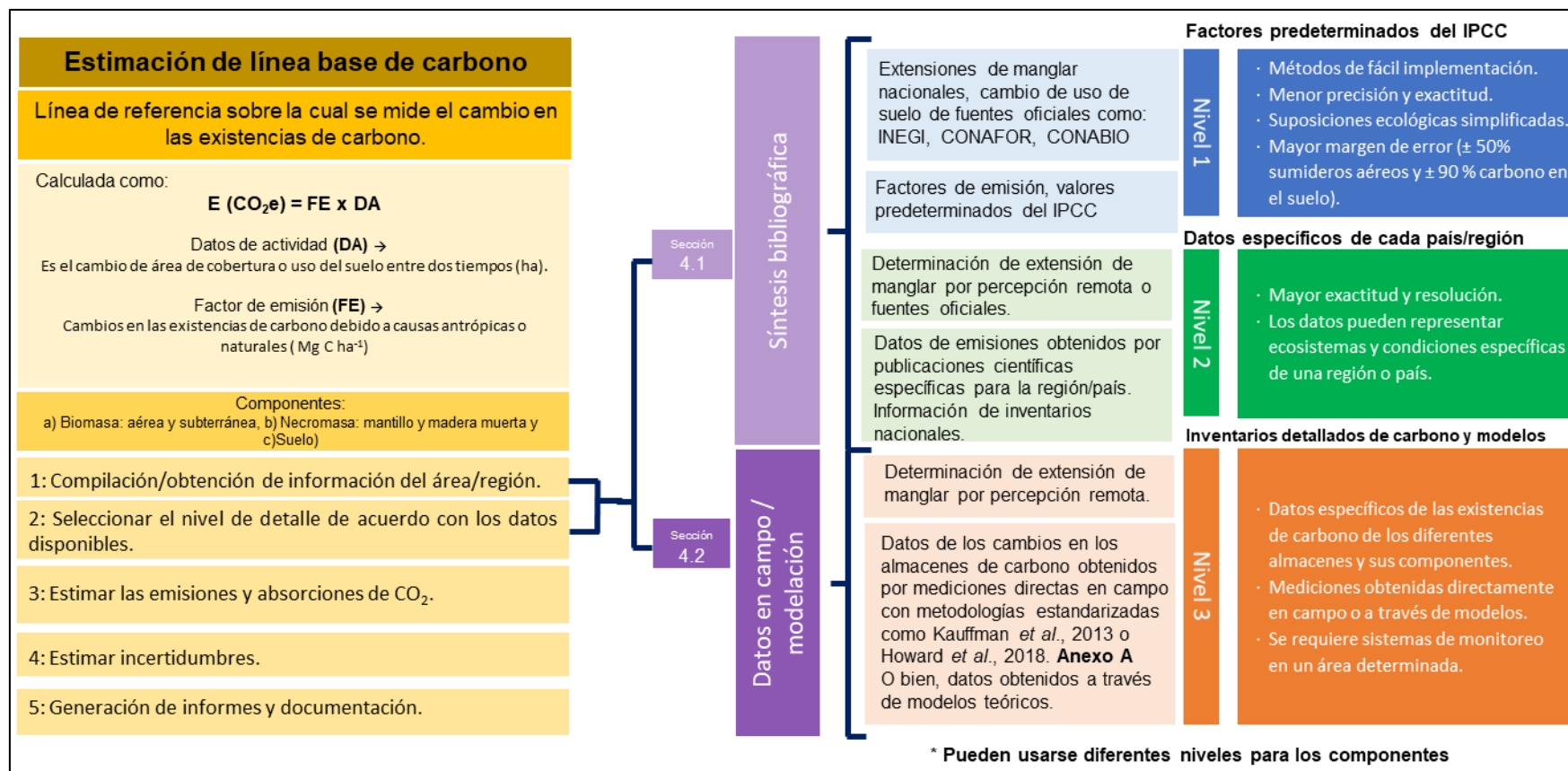
Los factores de emisión se refieren a los cambios en los almacenes de carbono de un uso del suelo por actividades humanas (por ejemplo, de manglar a pastizales) o a cambios dentro de un mismo uso del suelo (por ejemplo, degradación forestal debida a la tala selectiva). La cuantificación adecuada de los factores de emisión requiere de medidas de campo locales y específicas de los almacenes de carbono. Para el caso de los ecosistemas de carbono azul, los datos de suelo son los más importantes, pero son los más escasos para las síntesis (Kauffman *et al.*, 2013).

A fin de determinar los factores de emisión de carbono, el IPCC (2006) ha establecido tres niveles de valoración, los cuales van en función de la certidumbre o exactitud de las estimaciones de los almacenes de carbono. El nivel 1 abarca datos provenientes de valores estándares del IPCC (por ejemplo, biomasa de diferentes tipos de bosques); estas estimaciones pueden tener un rango de error de  $\pm 50\%$  para los componentes de carbono aéreos y  $\pm 90\%$  para el componente del suelo. El nivel 2 y 3 requieren de datos de carbono de componentes más específicos para el país; incluyendo inventarios de los almacenes de carbono de diferentes componentes y mediciones continuas en el tiempo.

El establecimiento de la línea base de carbono puede derivarse de información existente para una región determinada (Sección 4.1) o generarse obteniendo información específica a nivel local (Figura 139). La información presentada para el Golfo de México en este documento corresponde al nivel 2, que corresponde al uso de datos locales. Los datos de los almacenes de carbono en manglares de los sitios específicos (Tuxpan, Ver., y Celestún, Yuc.) se derivan de datos directos de campo, sin embargo, sólo en los estudios de Celestún fueron considerados los cinco componentes propuestos por el IPCC (2006). Para llegar al nivel 3, se requiere que se reporten los resultados de mediciones sucesivas y se deriven modelaciones.



Figura 124. Guía metodológica para la estimación de la línea base de carbono azul en manglares



Fuente: Elaboración propia.

## Síntesis bibliográfica

En áreas como el Golfo de México, la información respecto a los almacenes de carbono azul en ecosistemas de manglar se encuentra dispersa. Por lo que una síntesis bibliográfica representa una herramienta para obtener un panorama general acerca la variabilidad de almacenes que existen en la región, dada su diversidad de ambientes.

La revisión sistemática de los almacenes de carbono azul en manglares del Golfo de México se realizó utilizando la metodología reportada por Herrera-Silveira *et al.* (2020) para la síntesis de carbono azul a nivel nacional, en la que se aplica el marco y los protocolos de PRISMA (Moher *et al.*, 2009).

El protocolo PRISMA incluye la definición de las fuentes de información y de la estrategia de búsqueda, así como de los criterios de elegibilidad, para terminar con la extracción y análisis de datos correspondientes.

**Fuentes de información y estrategia de búsqueda.** La revisión sistemática de los almacenes de carbono (aéreo y subterráneo) en manglares del Golfo de México se realizó mediante una búsqueda de información bibliográfica en diversos medios, incluyendo aquella que ha sido publicada mediante revisión por pares en PubMed (MEDLINE) y Web of Science. Adicionalmente, para reducir el sesgo en la información, se incluyeron elementos de acceso abierto en el buscador Google Scholar, como tesis, capítulos de libros, informes técnicos, memorias de congresos, entre otros. Las bases de datos relacionadas con carbono (Herrera-Silveira *et al.*, 2018) que han sido sometidas a consulta pública y validadas por diversas organizaciones también fueron incluidas. Se realizó una búsqueda primaria de publicaciones de acceso abierto en la web.

La búsqueda de información relacionada con almacenes de carbono en manglares en el Golfo de México se realizó a partir de 1985 (fecha de los primeros registros de información) hasta 2020, incluyendo elementos clave en español y en inglés relacionados con el ecosistema ("manglar" O "humedales" O "cuenca costera" O "ecosistemas costeros"), con los compartimentos del almacén ("estructura forestal" O "estructura ecosistémica" O "DAP" O "biomasa" O "aéreo/a" O "subterráneo/a" O "carbono" O "sedimento" O "suelo" O "materia orgánica" O "densidad"), con la ubicación ("Golfo de México"), con los estados que pertenecen a la región ("Tamaulipas" O "Veracruz" O "Tabasco" O "Campeche" O "Yucatán") y con el nombre específico de la localidad con manglar ("Laguna Madre" O "La Mancha" O "Laguna Alvarado" O "Laguna de Términos" O "Los Petenes" O "Celestún"). La búsqueda se realizó de forma independiente por autores con experiencia en el manejo de información de almacenes de carbono azul.

Una vez compilada la información, se llevó a cabo un proceso de depuración a través de la revisión de títulos y resúmenes para identificar estudios elegibles. Una vez identificados, se revisaron los documentos completos para determinar su cumplimiento con los criterios de elegibilidad.

**Criterios de elegibilidad.** Los estudios elegibles fueron aquellos que contienen información acerca de la biomasa aérea y subterránea de los bosques de manglar, los que reportan de manera directa el almacén de carbono orgánico en cualquiera de los componentes y los que contienen datos de materia orgánica y densidad aparente de los sedimentos, incluyendo alguna unidad de área y su ubicación en el espacio. Es importante mencionar que también se consideró que el diseño de las unidades de muestreo (parcelas) tuviera un tamaño estándar y réplicas para garantizar que los datos incluidos fueran representativos.

**Extracción y análisis de datos.** La extracción de información de los documentos elegidos se realizó de forma independiente y sirvió para alimentar una base de datos. Para cada estudio se extrajeron las variables relacionadas con la ubicación geográfica (cuyos datos fueron estandarizados) y con los almacenes (como tipo de ecológico, número de réplicas y valores de biomasa y/o carbono en los compartimentos considerados).

En caso de que la información recabada no incluyera carbono, este dato fue calculado convirtiendo la biomasa reportada utilizando el factor de conversión de 0.45 (Kauffman *et al.*, 2013). El carbono orgánico en el componente subterráneo fue normalizado a 1 m de profundidad. En todos los casos, las unidades de reporte fueron homogeneizadas a Mg C ha<sup>-1</sup> y se utilizaron datos obtenidos en campo como control.

**Estimación de emisiones e incertidumbre.** Los resultados finales son reportados como carbono orgánico promedio almacenado por hectárea de manglar (Mg C ha<sup>-1</sup>) por cada clasificación, utilizando el error estándar como medida de la variabilidad de los datos. Por último, las emisiones de CO<sub>2</sub>e fueron estimadas a través del promedio del almacén total y el área de manglar que ha sufrido pérdidas de acuerdo con las fuentes oficiales de información (CONABIO, 2021; CONAFOR, 2018 e INEGI, 2016), empleando un enfoque conservador donde se asume la pérdida del 25% del almacén por cambio de uso del suelo (Pendleton *et al.*, 2012). El valor de incertidumbre de los datos se reporta como el error acumulado, derivado de la propagación de error simple a través de la raíz cuadrada de la suma de cuadrados de los errores de los componentes (Kauffman *et al.*, 2013).

## Cuantificación de carbono

La cuantificación de carbono en manglares se rige por metodologías establecidas en protocolos y manuales que consideran las directrices internacionales para los inventarios nacionales de los gases de efecto invernadero para humedales del IPCC (IPCC, 2006, Volumen 54), así como el suplemento de Humedales del IPCC (2013) y el refinamiento (IPCC, 2019) de las guías del IPCC (2006). Los manuales que especifican las metodologías para la obtención de datos y muestras en campo son: el Protocolo para la medición de carbono de Kauffman *et al.*, (2013), el Manual de carbono azul de la UICN (Howard *et al.*, 2014), el Manual centroamericano para la medición de carbono azul de manglares (Cifuentes *et al.*, 2018), el Manual para la caracterización de manglares de México (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2018), el cual se enfoca en manglares en estado de conservación, y el Manual para la medición, monitoreo y reporte del carbono y gases de efecto invernadero en manglares en proceso de restauración (Cisneros-de la Cruz *et al.*, 2021). Estas metodologías van

desde el diseño de muestreo hasta la estimación de la incertidumbre en los almacenes (Figura 140).

En el Anexo 7.1 se resume la metodología para llevar a cabo la cuantificación de los almacenes de carbono *in situ* de acuerdo con el IPCC (2006) (Tabla 73), lo cual contribuye al establecimiento de la línea base de carbono cuando se complementa con estimaciones de emisiones y potencial de captura/absorción de CO<sub>2</sub> en manglares. La metodología del Anexo 7.1 ha sido aplicada también para la obtención de los resultados que se presentan en la Sección 7: Celestún, Yucatán.

**Figura 125.** Resumen de las metodologías usadas para la estimación de los almacenes de carbono en manglares. Las técnicas específicas se pueden consultar en: Kauffman et al., 2013; Howard et al., 2014; Cifuentes et al., 2018; Rodríguez-Zúñiga et al., 2018; Cisneros

<b>1</b>	Diseño de muestreo	Delimitación del área
		Estratificación
		Selección de puntos de muestreo
<b>2</b>	Trabajo en campo	Mediciones biométricas
		Colecta de muestras
<b>3</b>	Estimación de biomasa y carbono	Análisis de muestras en laboratorio para biomasa y carbono
		Uso de ecuaciones alométricas
<b>4</b>	Estimación de almacenes de carbono considerando su incertidumbre	Estimación de almacenes por componente y por área (Mg C ha <sup>-1</sup> )
		Estimación de incertidumbre

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 72.** Almacenes considerados por el IPCC (2006) para la cuantificación de carbono. 1) componentes aéreos y 2) componentes subterráneos.

Componente	Sumidero	Descripción
Biomasa aérea <sup>1</sup>	Biomasa viva	Biomasa viva por encima del suelo, incluidos tallos, tocones, ramas, corteza, semillas y follaje.
Biomasa subterránea <sup>2</sup>		Biomasa viva de raíces vivas (>2 mm de diámetro).
Madera muerta <sup>1</sup>	Necromasa	Biomasa leñosa no viva que no está contenida en el mantillo, ya sea en pie o en el suelo.
Mantillo (Litter) <sup>1</sup>		Biomasa muerta en varios estados de descomposición sobre el suelo mineral u orgánico. Esto incluye las capas de arena, fúmica y húmica y raíces finas vivas.

Carbono orgánico  
en el suelo <sup>2</sup>

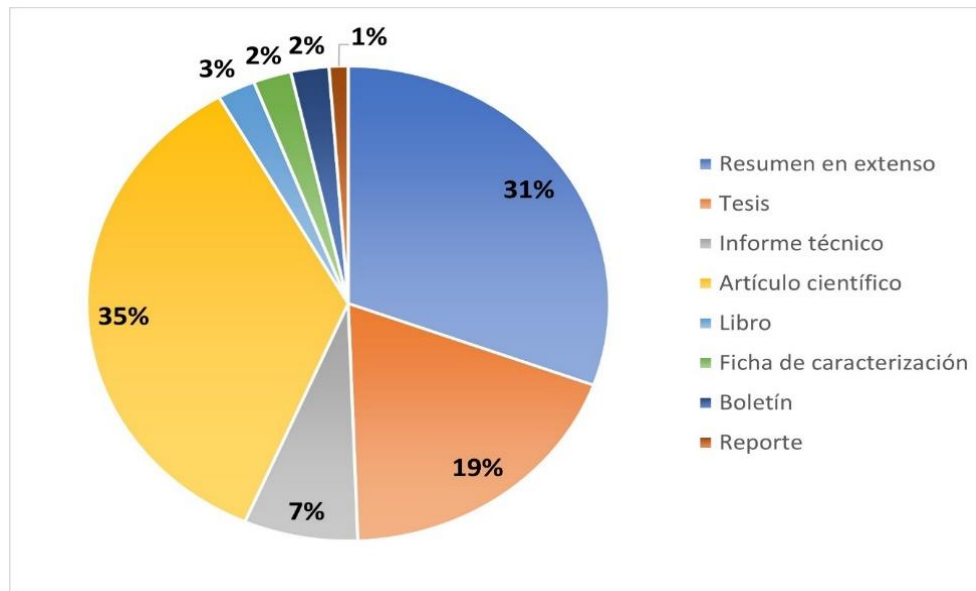
Suelo

Carbono orgánico en suelos minerales y  
orgánicos (incluida la turba).

## 11.3 RESULTADOS

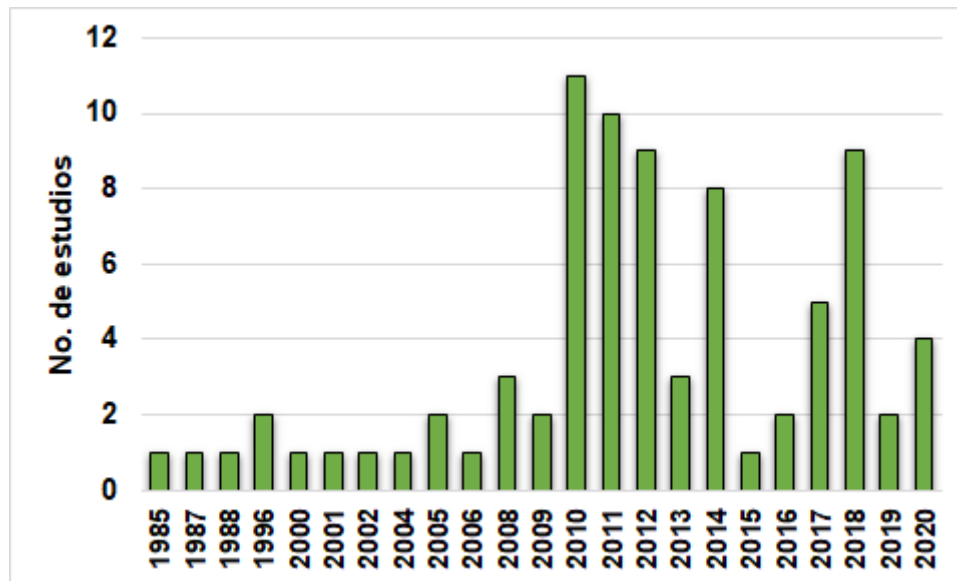
La base de datos resultante con los valores de carbono orgánico en manglares del Golfo de México incluye 421 registros, distribuidos en 74 documentos, de los cuales el 35% son artículos científicos y el 31% corresponde a información y datos en resúmenes en extenso, y memorias cortas (Figura 141). Es importante mencionar que el número de documentos se incrementó a partir de 2010, ya que mientras la década del 2000-2010 presentó un promedio de 2.5 estudios por año, de 2011 a 2020 el promedio fue de 5.3 estudios (Figura 142).

**Figura 126.** Tipos de documentos que presentan información útil para la estimación de almacenes de carbono en manglares del Golfo de México



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 127.** Número de documentos relacionados que proporcionan información para la estimación de almacenes de carbono en manglares del Golfo de México, agrupados por fecha de publicación



Fuente: Elaboración propia.

Al hacer el análisis de la información por estado, Campeche y Veracruz muestran el 71% del total de los datos (165 y 134, respectivamente). El estado que cuenta con el menor número de datos es Tamaulipas (17.4%). El total de la información incluye 78 localidades del Golfo de México.

## Almacenes de carbono en manglares del golfo de México

De acuerdo con los datos obtenidos de la búsqueda bibliográfica y las estimaciones correspondientes, el almacén de carbono promedio para los manglares del Golfo de México es de  $505 \pm 378 \text{ Mg C ha}^{-1}$ . Este valor es superior al reportado para los manglares a nivel mundial ( $407 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ; Pendleton *et al.*, 2012) y cerca de la mitad de lo que reporta Donato *et al.* (2011) para los manglares del Indo-Pacífico ( $1,023 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ). Estudios recientes en México (Herrera-Silveira *et al.*, 2020) reportan valores promedio para México de  $498.8 \text{ Mg C ha}^{-1}$  que son consistentes con los de este análisis regional. Los resultados actuales indican que Campeche presentó los almacenes más altos ( $756 \pm 496 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) con respecto a los otros estados. En el caso de Tamaulipas se determinaron los almacenes más pequeños ( $13.1 \pm 16.3 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ). En este estado los datos que carbono aéreo son escasos y no hay datos del componente suelo. Las diferencias entre estados pueden estar relacionadas con el número de datos y los escenarios ambientales en los que se desarrollan los manglares, los cuales están asociados al clima, geomorfología e hidrología. Sin embargo, no se descarta que exista un sesgo por la disponibilidad de información relacionada con la biomasa y/o carbono en cada estado.

## Carbono aéreo

El carbono aéreo se almacena en árboles vivos y muertos. Su biomasa representa en promedio el 26.6% del almacén total de carbono, registrando la mayor proporción en los manglares de los sitios en Campeche (40.8%) con respecto a los otros estados. El carbono en biomasa de árboles vivos representa el 87.8% del almacén aéreo, del cual Campeche presentó  $165.8 \pm 10.2 \text{ Mg C ha}^{-1}$ , siendo el valor promedio más alto reportado por estado en biomasa viva, mientras que Tamaulipas registró el promedio más bajo ( $13.1 \pm 5.4 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) en este componente.

La biomasa de árboles muertos más alta se observó en Tabasco con  $28.5 \pm 9.6 \text{ Mg C ha}^{-1}$ , lo que representa el 21.9 % de la biomasa aérea total. El valor más bajo corresponde a Yucatán con  $3.1 \pm 0.6 \text{ Mg C ha}^{-1}$ . Tamaulipas y Veracruz no presentaron datos relacionados con este almacén. Es importante mencionar que para los componentes específicos de carbono aéreo como material leñoso caído (MLC) y mantillo los datos son muy escasos, por lo que no tienen representación en esta revisión. Sin embargo, en el caso del MLC, podría ser importante conocer su contribución por ser indicativo de impactos naturales como tormentas y huracanes que ocasionan mortandad de biomasa aérea, lo cual significa emisiones, pero también captura en los suelos.

## Carbono subterráneo

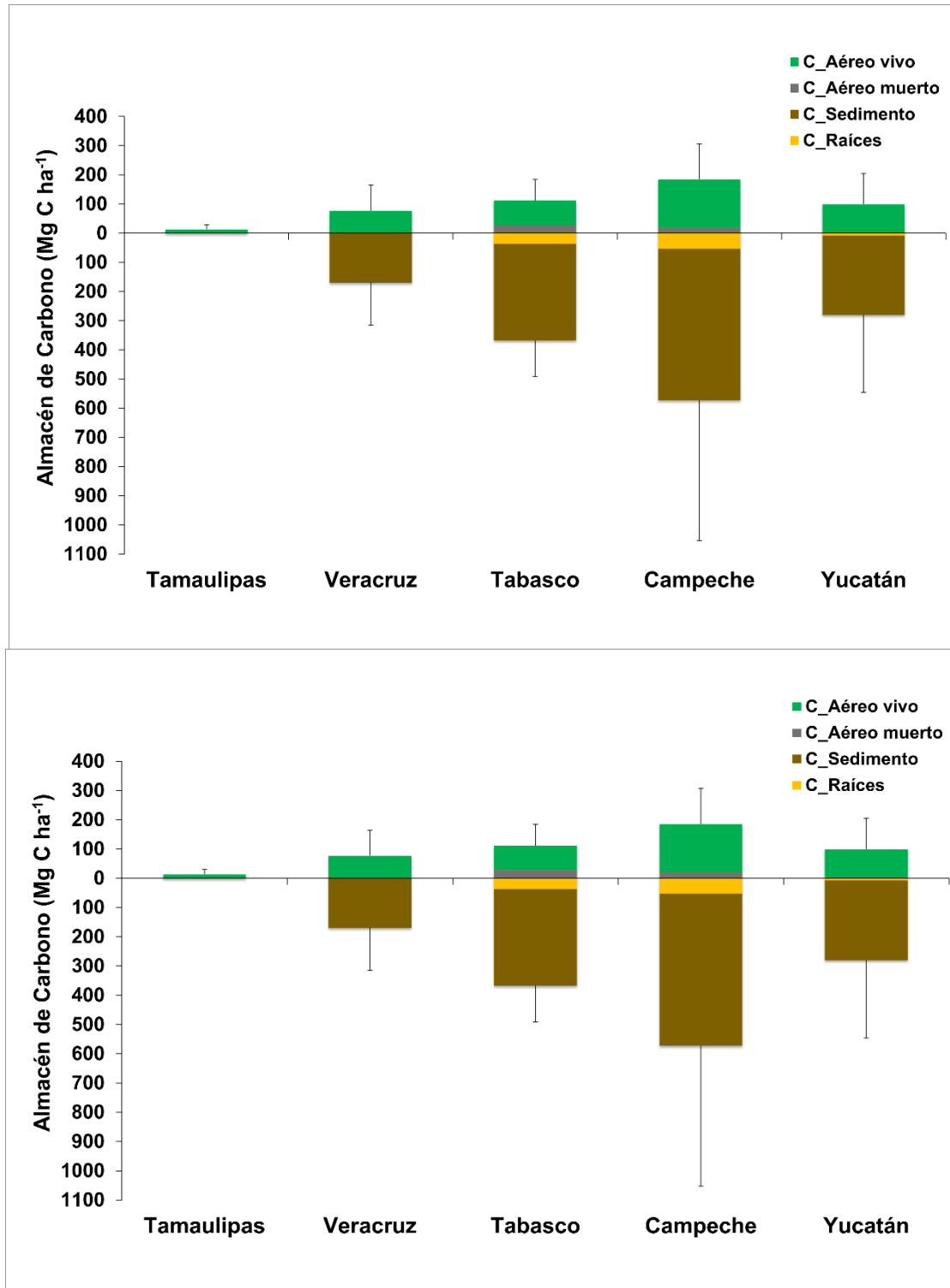
En los manglares del Golfo de México el carbono subterráneo, compuesto por suelo y raíces, representa el 73.3% del almacén total. Sin embargo, la información publicada en los manglares de México indica que esta proporción puede variar del 48.8 al 82.1% (Herrera-Silveira *et al.*, 2020), mientras que en el Indo-Pacífico, las proporciones van del 49 al 98% (Donato *et al.*, 2011). De acuerdo con la síntesis de información para el Golfo de México, el promedio de carbono subterráneo más alto se observó en Campeche ( $572 \pm 480 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) con respecto a los otros estados.

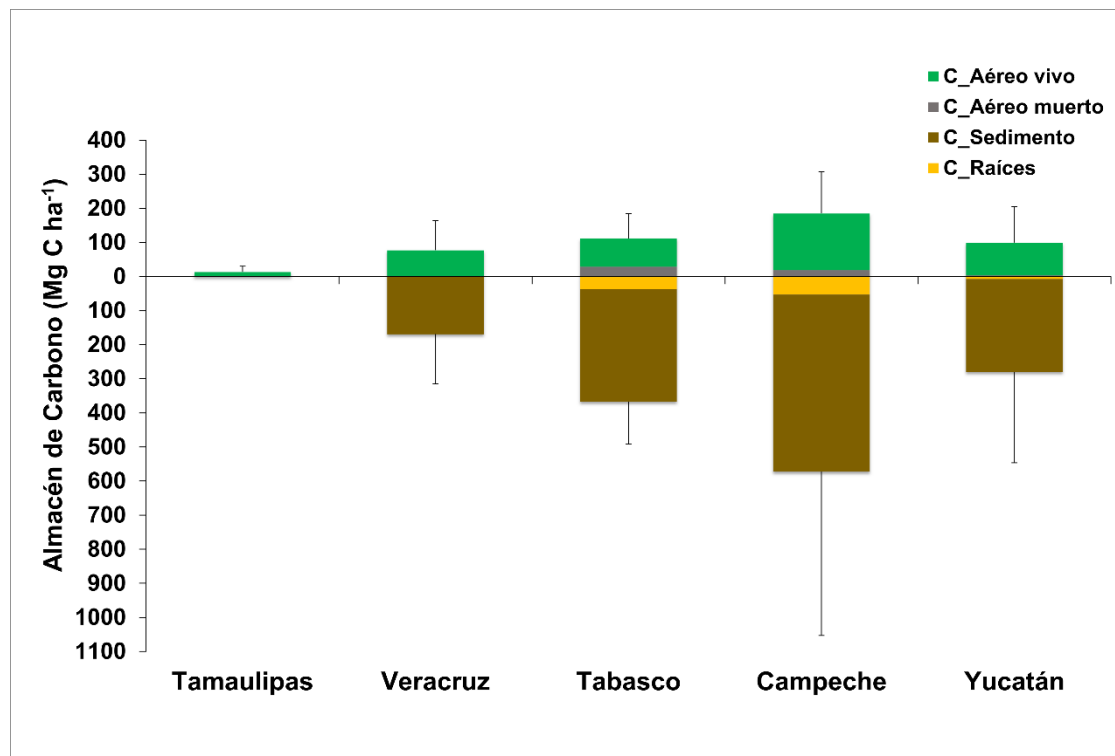
Esto podría tener relación con características hidrológicas que prevalecen como altos tiempos de inundación que favorecen una lenta descomposición de la materia orgánica, por lo que tiende a acumularse con mayor facilidad en el suelo, a lo que se le suma el aporte alóctono de material orgánico asociado a la presencia significativa de ríos en la zona sur de estado.

Por otro lado, Veracruz presentó los promedios de almacenes subterráneos más bajos ( $169 \pm 146 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ). Para los estados de Veracruz y Tamaulipas no se presentaron datos para el componente de raíces. Sin embargo, Campeche presentó más carbono en las raíces de manglar ( $60 \pm 43 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) con respecto a Tabasco ( $36 \pm 10 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) y Yucatán ( $8 \pm 3 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ). A pesar de las características de estos almacenes, la variabilidad en los datos también es alta y puede deberse a un efecto del número de datos disponible para cada uno de los estados o a la variabilidad natural de los ambientes en los que se desarrollan los manglares (Figura 143). En cualquiera de los casos, el número de datos debe incrementarse para reducir la incertidumbre, característica que en los reportes de cualquier escala (local, estatal, regional, nacional) dice mucho de la precisión de los datos reportados.



**Figura 128.** Almacenes de carbono azul aéreo y subterráneo promedio por componente en manglares del Golfo de México por estado. Las barras representan el error propagado entre los componentes de cada almacén





Fuente: Elaboración Propia.

### Carbono ecosistémico

El carbono ecosistémico corresponde al carbono almacenado en los manglares de un área determinada, considerando el almacén total promedio y la extensión del ecosistema. En el Golfo de México, estos ecosistemas responden a la influencia climática y geomorfológica que, junto con la microtopografía y la hidrología local, propician el desarrollo de ecosistemas de manglares con diferentes características y capacidad de capturar y almacenar carbono. La importancia de la precisión en la extensión y cartografía de los ecosistemas de carbono azul para las estimaciones del carbono almacenado que representan emisiones evitadas con la implementación de efectivas medidas de conservación se observa en el comparativo de la Tabla 74 y figura 7.9

**Tabla 73.** Almacenes de carbono ecosistémico por estado en el Golfo de México considerando el almacén promedio y la extensión del manglar.

Estado	Almacén de C promedio (Mg C ha⁻¹)	Extensión de manglar conservado (ha)			Almacén de C total (Tg C)		
		CONABIO	INEGI	CONAFOR	CONABIO	INEGI	CONAFOR
Tamaulipas	13.1±16.3	3,664	5,126	4,082	0.04±0.05	0.06±0.08	0.05±0.06
Veracruz	245.9±170.4	42,696	40,370	39,342	10.5±7.3	9.9±6.7	9.7±6.7

Tabasco	478.6±143.9	49,225	119,329	123,553	23.5±7.1	57.1±17.1	59.1±17.8
Campeche	756.9±496.0	200,279	91,271	233,918	151.6±99.3	69.1±45.2	177.1±116.0
Yucatán	378.6±286.9	96,873	101,448	60,974	36.7±18.9	38.4±19.7	23.1±11.8
<b>TOTAL*</b>	<b>501.5±375.9</b>	<b>392,737</b>	<b>357,544</b>	<b>461,869</b>	<b>196.9±147.6</b>	<b>179.3±134.4</b>	<b>231.6±173.6</b>

**Fuente:** CONABIO, 2021; INEGI, 2016 y CONAFOR, 2018.

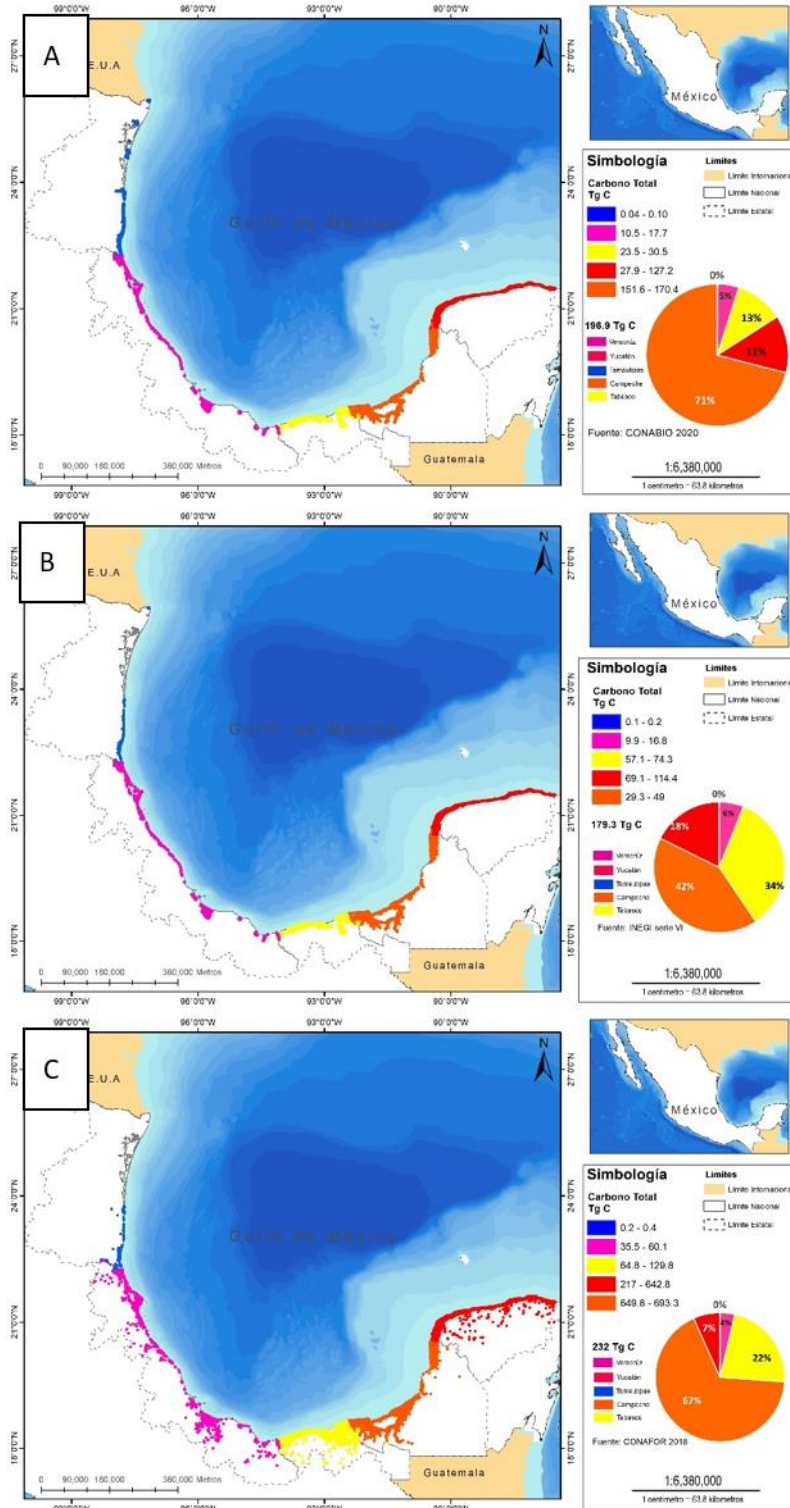
\* El almacén de carbono promedio es calculado con los datos del Golfo de México sin agrupar por estados.

De acuerdo con las extensiones de cobertura de manglar reportadas por CONABIO (2021) (392,737 ha), los mayores almacenes de carbono en el Golfo de México se presentan en el estado de Campeche, con el 76% del carbono almacenado en la región (198 Tg C). En el caso de Yucatán, a pesar de que dicha costa presenta el clima menos húmedo de los estados de este estudio, es el segundo mayor almacén de carbono (37 Tg C, 18% del almacén Tamaulipas almacena 0.04 Tg C, por lo que su contribución al almacén de carbono regional en manglares es alrededor del 0.02% (Figura 144A).

Respecto a los datos de CONAFOR (2018), estos indican que en el Golfo de México hay 461,869 ha de manglar, por lo que los almacenes de carbono en esta región ascienden a 233 Tg C, de los cuales el 76% (177 Tg C) se encuentra en el estado de Campeche. Con estos datos, el segundo estado con mayores almacenes de carbono es Tabasco con el 25% (59 Tg C) (Figura 144B).

Cuando se usa la cartografía de INEGI (2016), el Golfo de México tiene un almacén de carbono en manglares de 181 Tg C, de los cuales, el 70% se encuentra en los estados de Campeche y Tabasco (69 y 57 Tg C, respectivamente) (Figura 144C).

**Figura 129.** Almacenes de Carbono en el Golfo de México. Se muestra el porcentaje de carbono almacenado en los manglares del Golfo de México expresado en rangos de Tg C obtenidos de los datos de A) CONABIO (2021), B) INEGI (SERIE VI) y C) CONAFOR (2018)



Fuente: Elaboración propia

De la comparación de las extensiones de manglar que reportan las fuentes oficiales (Tabla 74), se desprende la necesidad de contar con una referencia estandarizada para la generación de mapas de manglar de mayor certidumbre y con ello establecer la línea base de carbono almacenado en los manglares del Golfo de México. Esta información es fundamental para las Comunicaciones ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, si es de interés para México incluir el carbono azul explícitamente en las mismas. Los cambios positivos (absorciones) o negativos (emisiones) en el tiempo, que representan los flujos de carbono, habrán de reportarse, por lo que la correcta identificación de las áreas de manglar dará certidumbre, no solo a las comunicaciones, sino a las acciones que de éstas se desprendan.

## Emisiones de CO<sub>2</sub> por cambios de cobertura manglares en el golfo de México

Los manglares son ecosistemas vulnerables a la actividad antrópica que caracteriza a la zona costera donde se distribuyen. Su deterioro continuo ha repercutido en altas tasas de deforestación. Donato *et al.*, (2011) estimó que, en manglares, las tasas de pérdida por cambio de uso del suelo, combinadas con los altos valores de carbono almacenado, significarían una contribución del 10% de las emisiones totales de carbono por deforestación en el mundo. Se estima que entre 1980 y 2000, se perdió más del 35% de los manglares a nivel mundial. México tiene una de las tasas de deforestación más altas del mundo, ya que pierde en promedio 10,000 hectáreas de manglar por año, según lo reportado por Donato *et al.*, (2011).

La cuantificación de las magnitudes de estos cambios es poco precisa, no obstante, México es el único país que ha desarrollado y mantiene un sistema de monitoreo que registra sistemáticamente los cambios en la cobertura de manglares y las causas que los promueven (Valderrama *et al.*, 2014). Algunos de los retos actuales en la cartografía de manglares en México son variantes en el método, fuentes de datos, escala de análisis y tipologías para clasificar la vegetación. El objetivo de los siguientes apartados es cuantificar la magnitud total de cambios en la cobertura de manglar, así como las emisiones de carbono asociadas a estas diferencias cartográficas que son oficiales para el Golfo de México.

### Emisiones por cambios de cobertura

La cartografía que representa la extensión, distribución y cambios de los manglares y sus áreas adyacentes se generó para un periodo de 40 años (1978-2018) a partir de capas de uso de suelo de la Serie I (Tiempo 1) y Serie IV (Tiempo 2) reportadas por el INEGI. Con los datos de CONABIO se trabajó el periodo de 1978 a 2020. De las capas de información, se extrajeron los atributos y vectores correspondientes a ecosistemas de manglar y se derivó en una capa nueva delimitada al área de estudio. Mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) ambas capas (Tiempo 1 y 2) fueron corregistradas espacialmente a un mismo sistema de coordenadas (ITRF-92) para disminuir cambios por discordancia espacial.

Posteriormente, las capas vectoriales fueron rasterizadas en píxeles de 90 m en formato GRD. Para evaluar los cambios de área de manglar se utilizó un algoritmo

de sustracción con álgebra de mapa (Eastman, 1994) en un SIG (QGis). Finalmente, la capa resultante fue vectorizada nuevamente para determinar la extensión de manglar perdida (valor -1), ganada (+1) y sin cambios (0) para cada uno de los estados del Golfo de México.

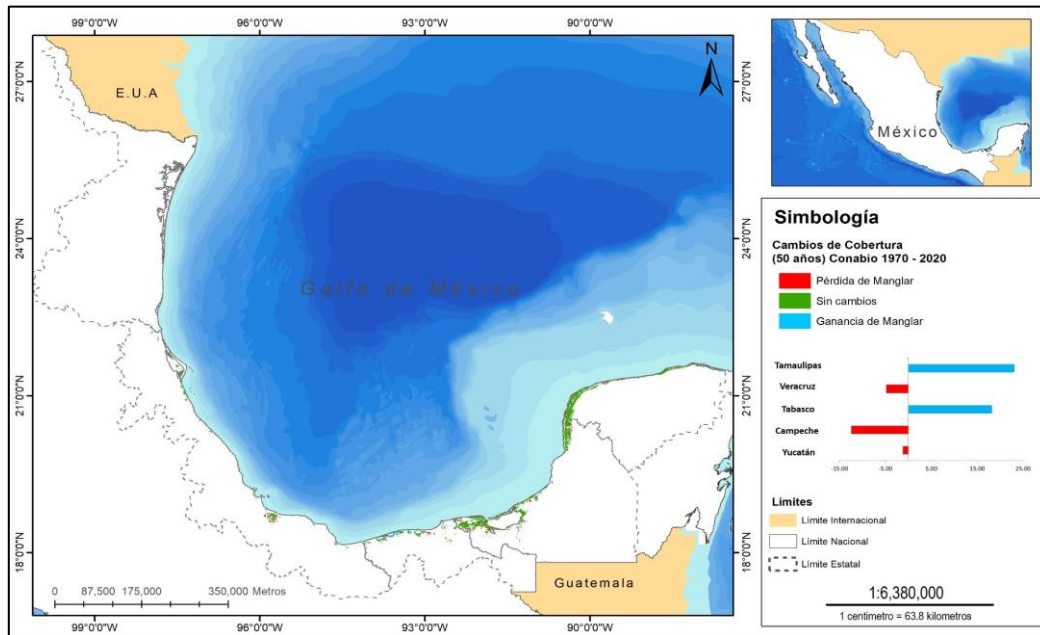
Los resultados indican que la distribución de manglares en el Golfo de México y Yucatán publicados por CONABIO para el periodo 1978 es de 401,646.8 ha, mientras que para el tiempo 2 (año 2020) la extensión neta de manglar fue de 388,232.4 ha. La pérdida de manglar para este periodo de acuerdo con CONABIO (2020) es 68,434.4 ha, localizadas principalmente en los estados de Campeche, Yucatán y Veracruz (12.4%, 4.8% y 1.2% respectivamente). Estas pérdidas se presentan sobre la porción Noreste del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos y sobre la porción central de la reserva Los Petenes en el estado de Campeche. Por otra parte, para el estado de Yucatán, las zonas de pérdida se localizan principalmente en los municipios de Progreso e Ixil. Tamaulipas y Tabasco presentaron una ganancia neta de zonas de manglar de 755.2 ha y 636.5 ha respectivamente. Finalmente, las áreas de cambio de manglar significan  $52.5 \pm 34.5$  M t CO<sub>2</sub>e, a una tasa de  $1.1 \pm 0.6$  M t CO<sub>2</sub>e año<sup>-1</sup>.

Por otro lado, la extensión de manglar en el Golfo de México determinada para 1978 (Tiempo 1) fue de 494,072 ha, mientras que para 2018 (Tiempo 2) fue de 357,543 ha. Las áreas de manglar perdidas para este periodo, según datos de INEGI (2016), fueron de 136,661 ha, siendo los estados de Campeche y Yucatán los de mayor pérdida de la superficie de manglar (72% y 40%, respectivamente) (Figura 145). Espacialmente, estas pérdidas se localizan sobre la porción Sureste del estado de Yucatán (Reservas de la Biosfera Ría Celestún y Los Petenes) y la porción limítrofe del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. Por otra parte, el único estado con ganancia neta de áreas de manglar fue Tamaulipas con 702 ha recuperadas en 2018. Las pérdidas en la cobertura de manglar asociadas a los almacenes de carbono estimados permiten calcular la magnitud de CO<sub>2</sub> que ha sido emitido a la atmósfera en  $275.92 \pm 173.75$  M t CO<sub>2</sub>e a una tasa de  $6.89 \pm 4.34$  M t CO<sub>2</sub>e año<sup>-1</sup> (Figura 146).

Los datos disponibles de CONAFOR no permitieron realizar un análisis de cambio en las coberturas de manglar, debido a que no está disponible una segunda capa espacial con la que realizar la comparación temporal correspondiente.

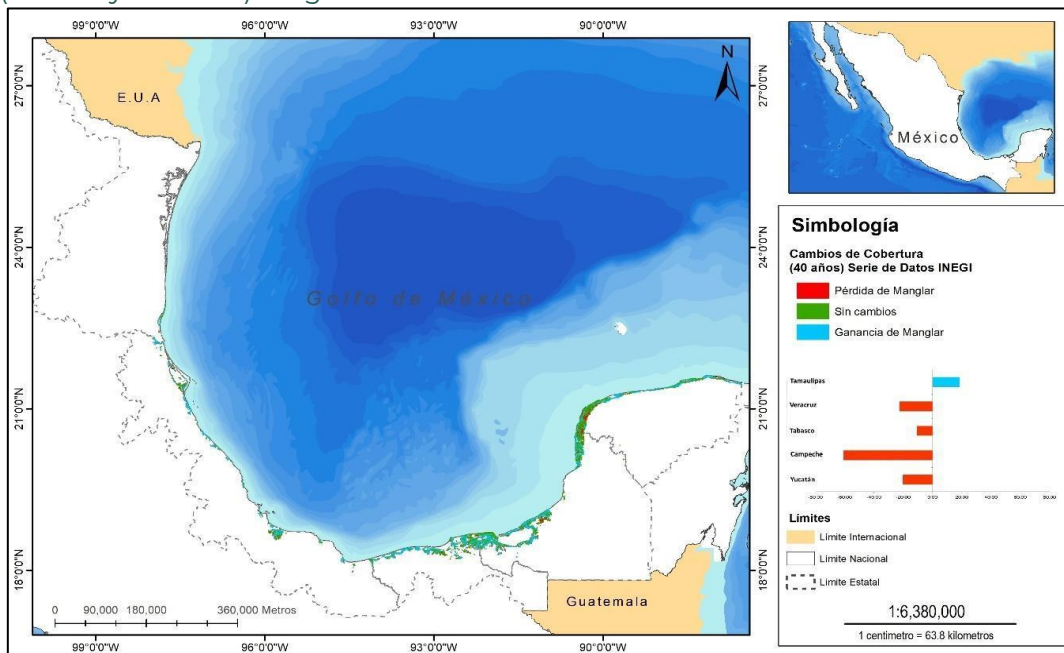


**Figura 130.** Cambios de cobertura de manglar de 1978 a 2020 basado en datos de CONABIO (2021). La gráfica indica el balance neto en los cambios de cobertura



**Fuente:** Elaboración propia con información de CONABIO (2021).

**Figura 131.** Cambios de cobertura de manglar de 1978 a 2018 basado en datos de INEGI (SERIE I y SERIE VI). La gráfica indica el balance neto en los cambios de cobertura



**Fuente:** Elaboración propia con información de INEGI (2018).

### Potencial de absorción de CO<sub>2</sub> por restauración de manglares degradados

El potencial de absorción o de captura de CO<sub>2</sub> (INE, 2008; INECC, 2017) está dado por la capacidad que tiene el ecosistema de capturar carbono y almacenarlo en sus estructuras aéreas y subterráneas. Para determinar este potencial, se tomaron

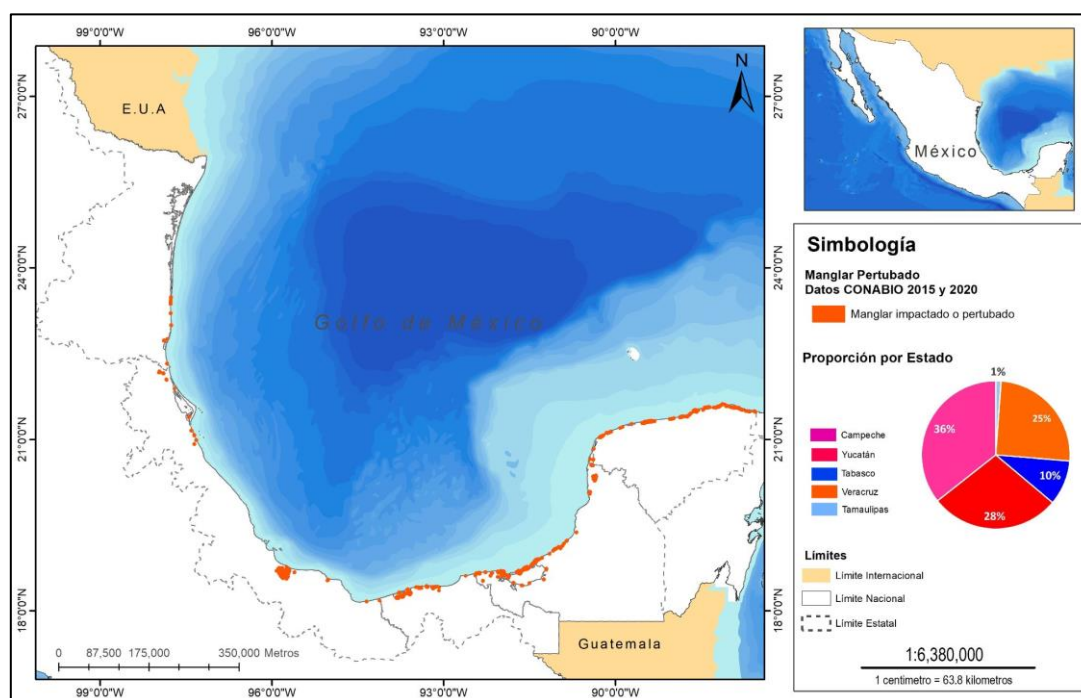


en cuenta las superficies de las áreas en condición degradada de acuerdo con la cartografía de manglares degradados obtenida a partir de los datos vectoriales de CONABIO (2021). Se utilizaron los periodos 2015 y 2020 para proyectar las áreas degradadas dentro de un sistema de información geográfica y cuantificar la magnitud de degradación de manglares para los cinco estados del Golfo de México.

Para la estimación del potencial de absorción de  $\text{CO}_2$  para 2050, se tomaron en cuenta las tasas de captura de carbono en manglares de investigaciones del CINVESTAV, que se reportan en Teutli-Hernández y Herrera-Silveira (2016), quienes estiman una tasa de absorción de carbono en biomasa aérea de  $7.5 \text{ Mg C ha}^{-1}$  durante los primeros 10 años de la restauración y  $5 \text{ Mg C ha}^{-1}$  los años siguientes (hasta 13 años). Por otro lado, la absorción de carbono subterráneo fue estimada a partir de la tasa de  $6.3 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , determinada por Arenas (2019).

Los resultados muestran que, para el Golfo de México, CONABIO (2021) reporta una extensión de zonas degradadas de 7,057 ha, de las cuales el 64% se localizan en los estados de Campeche y Yucatán (Figura 147). Para el estado de Veracruz en el municipio de Alvarado, se identifican alrededor de 185 polígonos categorizados como manglar degradado con importantes extensiones (1,775 ha), las mismas áreas que representan potenciales para absorción carbono ( $\text{CO}_2$ ).

**Figura 132.** Distribución de las áreas de manglar perturbado en el Golfo de México. El gráfico indica la proporción por estado



**Fuente:** Elaboración propia con información de CONABIO (2021).

En este sentido, el estado con los potenciales más altos para absorción de  $\text{CO}_2$  por restauración de manglares es Campeche, con 3.37 millones de toneladas de  $\text{CO}_2\text{e}$  ( $\text{M t CO}_2\text{e}$ ) y el menor Tamaulipas, con 109,768  $\text{t CO}_2\text{e}$ . En total, la restauración de zonas con degradación actual de manglar en el Golfo de México (CONABIO, 2021)

representa un total de 9.45 M t CO<sub>2</sub>e, que serán potencialmente almacenadas en estructuras aéreas y subterráneas durante los próximos 30 años (Tabla 75).

**Tabla 74.** Potencial de absorción de CO<sub>2</sub> para el 2050 (t CO<sub>2</sub>e) considerando la extensión de manglar degradado.

Estado	Extensión de manglar degradado (ha)	Potencial de absorción de CO <sub>2</sub> para el 2050 (t CO <sub>2</sub> e)		
		Aéreo	Subterráneo	Total
Tamaulipas	81.90	52,600	57,168	109,768
Veracruz	1775.78	1,140,497	1,239,557	2,380,054
Tabasco	692.37	444,676	483,300	927,977
Campeche	2515.86	1,615,811	1,756,155	3,371,967
Yucatán	1991.03	1,278,740	1,389,807	2,668,547
Totales	7056.95	4,532,325	4,925,990	9,458,315

**Fuente:** CONABIO, 2021.

Es importante mencionar que los análisis de potencial de absorción se realizaron contemplando la información de áreas degradadas de CONABIO (2021), por lo tanto, la comparación de este potencial con otras fuentes de información oficiales no se encuentra disponible, ya que INEGI no cuenta con una capa para manglar degradado y CONAFOR sólo exhibe un archivo espacial enfocado en áreas que ya han sido restauradas.

Basado en el análisis e investigación realizados en el marco del presente estudio, se identificaron vacíos de información, principalmente la extensión de manglares conservados, deforestados o degradados y de las áreas de manglar que se han recuperado de forma natural (como áreas después de huracanes) o ayudadas a través de acciones de restauración.

## Tuxpan (Veracruz) como ejemplo del manejo de datos de carbono

El sitio Ramsar 1602 “Manglares y Humedales de Tuxpan” se ubica en la región Huasteca de la llanura costera del Golfo de México, en el estado de Veracruz (Basáñez-Muñoz, 2005; Castillero-Aizprúa, 2021), la cual a su vez corresponde a la Región Terrestre Prioritaria (RTP-103) para la conservación de los ecosistemas en México (Arriaga *et al.*, 2000). Geográficamente, se encuentra delimitada en su extremo superior izquierdo por los 21° 10' 16.4064" N, 92° 17' 56.2668" W y en su extremo inferior derecho por los 20° 50' 51.8568" N, 97° 15' 43.5888" W, ocupando un total de 6,870 hectáreas (Ramsar, 2006; Lara-Domínguez *et al.*, 2019). Los manglares y humedales de Tuxpan se encuentran divididos en dos zonas por el Río Tuxpan: la primera de ellas al norte comprende la Laguna de Tampamachoco, los esteros de Majahual, Tamiahua y Pueblo Viejo; la segunda al sur abarca los esteros Tumilco y Jácome (Rossalino-Jiménez, 2015).

La importancia de Tuxpan a nivel nacional radica en que posee uno de los manglares mejor conservados y estructurados del Golfo de México, encontrándose el más extenso al norte del río Papaloapan con un área aproximada de 3,500 hectáreas. A lo largo de todo el sitio Ramsar es posible encontrar zonas con las cuatro especies de mangle reportadas para México, siendo la especie dominante *Avicennia germinans* y manglares monoespecíficos de *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* o *Rhizophora mangle* (Basáñez-Muñoz, 2005; Lara-Domínguez *et al.*, 2019). Además, es considerado como un importante sitio de crianza de diversas especies de importancia comercial, el cual provee servicios ecosistémicos como protección a la zona costera ante la erosión y las inundaciones, así como el mejoramiento de la calidad de agua mediante la eliminación de contaminantes y la estabilización del sedimento.

En décadas recientes, las presiones a las que se encuentran sometidos los ecosistemas costeros plantean un panorama alarmante, pues la mayoría presentan las siguientes problemáticas: deforestación, cambio de uso de suelo y extracción de materia prima y minerales para la construcción. Además, la sobreexplotación de recursos a causa del desarrollo costero y el mal manejo de estos han ocasionado que varias regiones en el estado de Veracruz presenten cambios drásticos en su geomorfología y funcionamiento (Lara-Lara *et al.*, 2002; De la Cruz-Francisco, 2012). El uso de los recursos dentro de los manglares de Tuxpan no se encuentra lejos de esta realidad, ya que la mayoría está relacionada con actividades agropecuarias, desarrollo urbano e industrial, lo que ha ocasionado el cambio drástico en el uso del suelo, pérdida de áreas de manglar y de la vegetación acuática sumergida por el daño causado por las embarcaciones, además de la eutrofización, limitación en el flujo del agua y aumento en el nivel de contaminantes (Basáñez-Muñoz, 2005).

El objetivo de este apartado es proporcionar estimaciones de carbono en los manglares de Tuxpan, Veracruz a partir de la información obtenida de una revisión sistemática en la cual se determinaron los almacenes de carbono aéreos y subterráneos de manglares con diferentes tipos ecológicos (borde, cuenca y ribereño) en sitios geomorfológicos variables (laguna costera o río estuarino). La metodología implementada corresponde a la de la síntesis bibliográfica (Sección 4

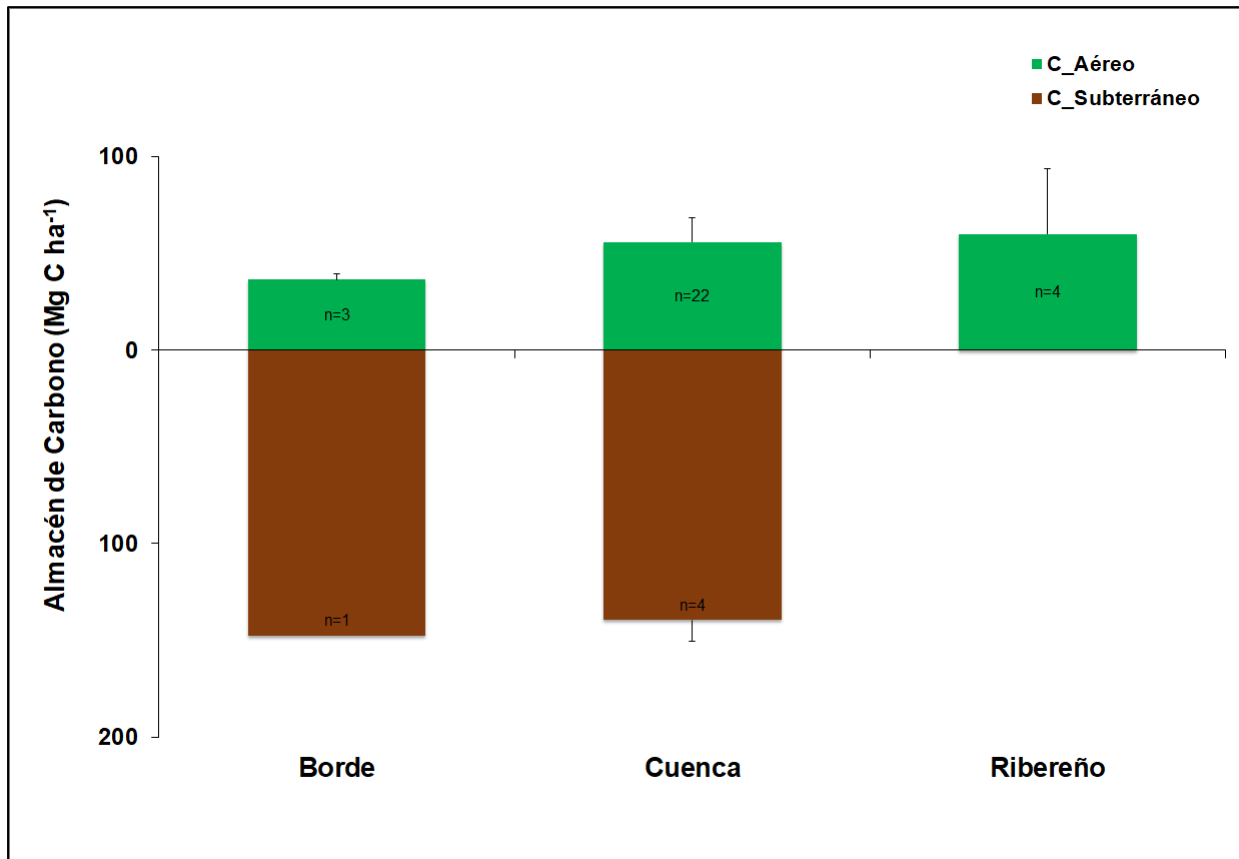
A) y la aplicación de ecuaciones corresponde a la establecida por Kauffman *et al.* (2013), con el fin de obtener datos que permitan las estimaciones de carbono Nivel 2 (IPCC, 2006).

Los resultados indicaron que el almacén aéreo promedio de carbono azul en los manglares de Tuxpan fue de  $194 \pm 19 \text{ Mg C ha}^{-1}$ . El componente aéreo representó el 26% del almacén total con  $51 \pm 16 \text{ Mg C ha}^{-1}$ , mientras que, a pesar de la baja disponibilidad de información o ausencia de datos en algunos casos, el componente subterráneo representó el 74% con  $143 \pm 11 \text{ Mg C ha}^{-1}$ . En los sitios de Tuxpan de los cuales se recopiló información relacionada con los almacenes de carbono, los tipos ecológicos de manglar que predominan son de borde, cuenca y de tipo ribereño. Los manglares ribereños almacenan más carbono aéreo ( $60 \pm 33 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) con respecto a los otros tipos, mientras que los manglares de borde tienen los mayores almacenes de carbono subterráneo ( $147 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ). Es importante mencionar que no se encontró información relacionada con los almacenes subterráneos de los manglares ribereños y que los datos obtenidos no se encuentran desglosados de acuerdo con los cinco componentes del IPCC (2006) descritos en la sección de cuantificación de carbono.

De acuerdo con las extensiones de manglar obtenidas de las tres fuentes oficiales y con los almacenes de carbono estimados localmente para Tuxpan, se estima que los almacenes de carbono varían entre  $0.35 \text{ Tg C}$ ,  $0.86 \text{ Tg C}$  y  $0.87 \text{ Tg C}$  de acuerdo con CONAFOR, INEGI y CONABIO respectivamente. Las magnitudes de variación en los almacenes de carbono están dadas por las extensiones determinadas por cada fuente. Magnitudes bajas para fuentes como CONABIO (2020), están asociadas a áreas de manglar más pequeñas ( $3 \times 10^{-6} \text{ Tg C}$ ) y más altas ( $0.48 \text{ Tg C}$ ) para CONAFOR (2018). Espacialmente, los almacenes de carbono son mayores para la zona Norte Tuxpan de acuerdo con las tres fuentes utilizadas. Por otro lado, Tuxpan no cuenta con mapas locales de distribución de manglares, por lo que las extensiones dadas por fuentes oficiales de información determinan los datos de actividad.

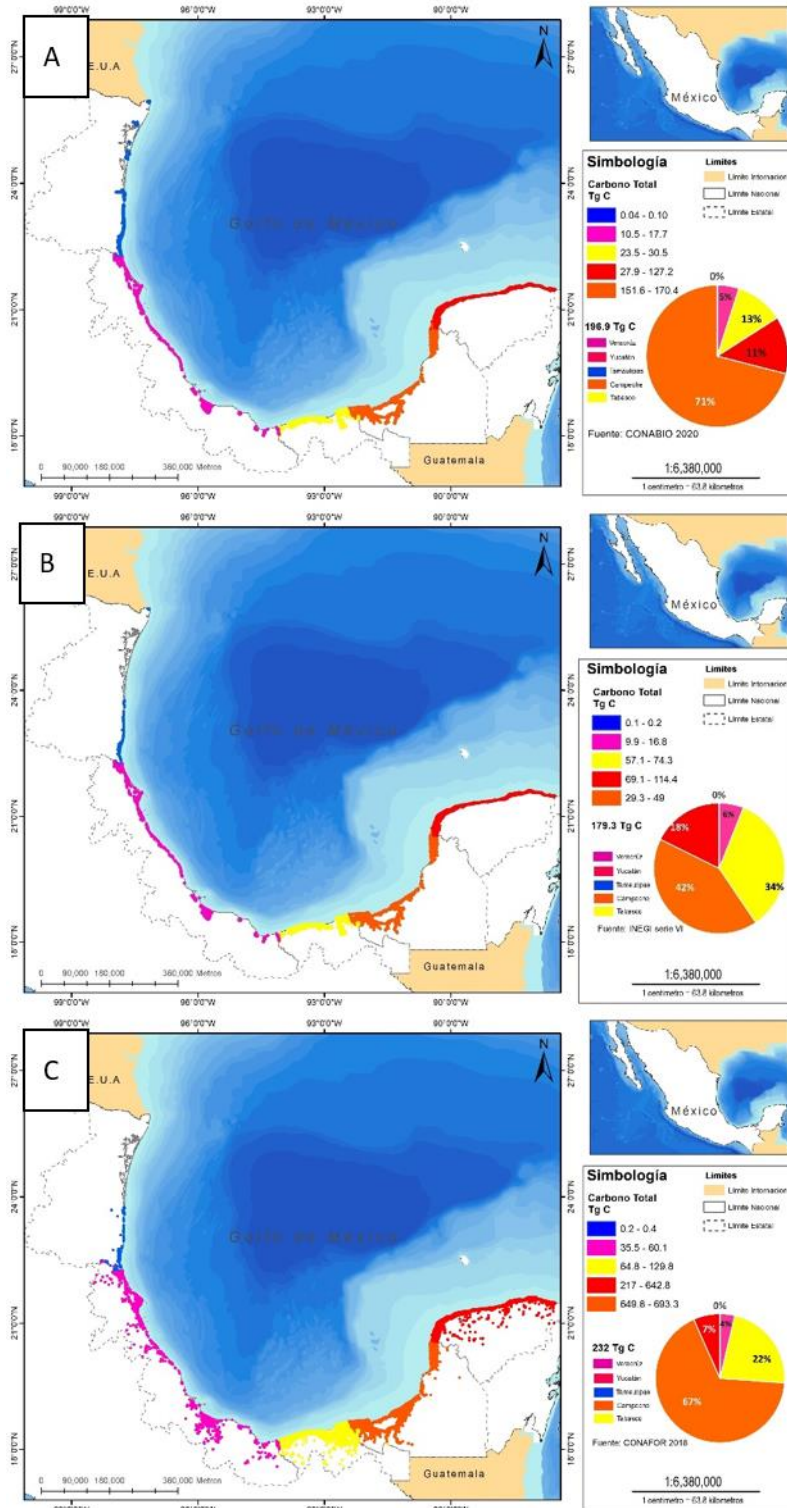
La cobertura de manglar en Tuxpan, de acuerdo con información de CONABIO de 1970 a 2020 y de INEGI de 1978 a 2018, indican la existencia de cambios. La zona norte presenta ganancias de 540 ha y 1,903 ha (CONABIO e INEGI, respectivamente). La zona sur, por su parte, presenta un balance neto negativo que indica pérdida de vegetación de manglar con ambas fuentes de información (CONABIO=74.4 ha, INEGI=58.7 ha) (Figura 148). Estos cambios significan que, mientras la zona norte por conservación y recuperación de manglar ha mitigado emisiones, la zona sur es un emisor neto con  $10,456 \text{ t CO}_2\text{e}$  (INEGI) o  $13,253 \text{ t CO}_2\text{e}$  (CONABIO) a la atmósfera por pérdida de manglar, estimación basada con enfoque conservador de pérdida del 25% del almacén por deforestación.

**Figura 133.** Almacenes de carbono por tipo ecológico de manglar en Tuxpan, Veracruz. Se incluyen los componentes aéreo y subterráneo. Las barras de error representan el error estándar del almacén



**Fuente:** Elaboración propia con datos bibliográficos (N=28).

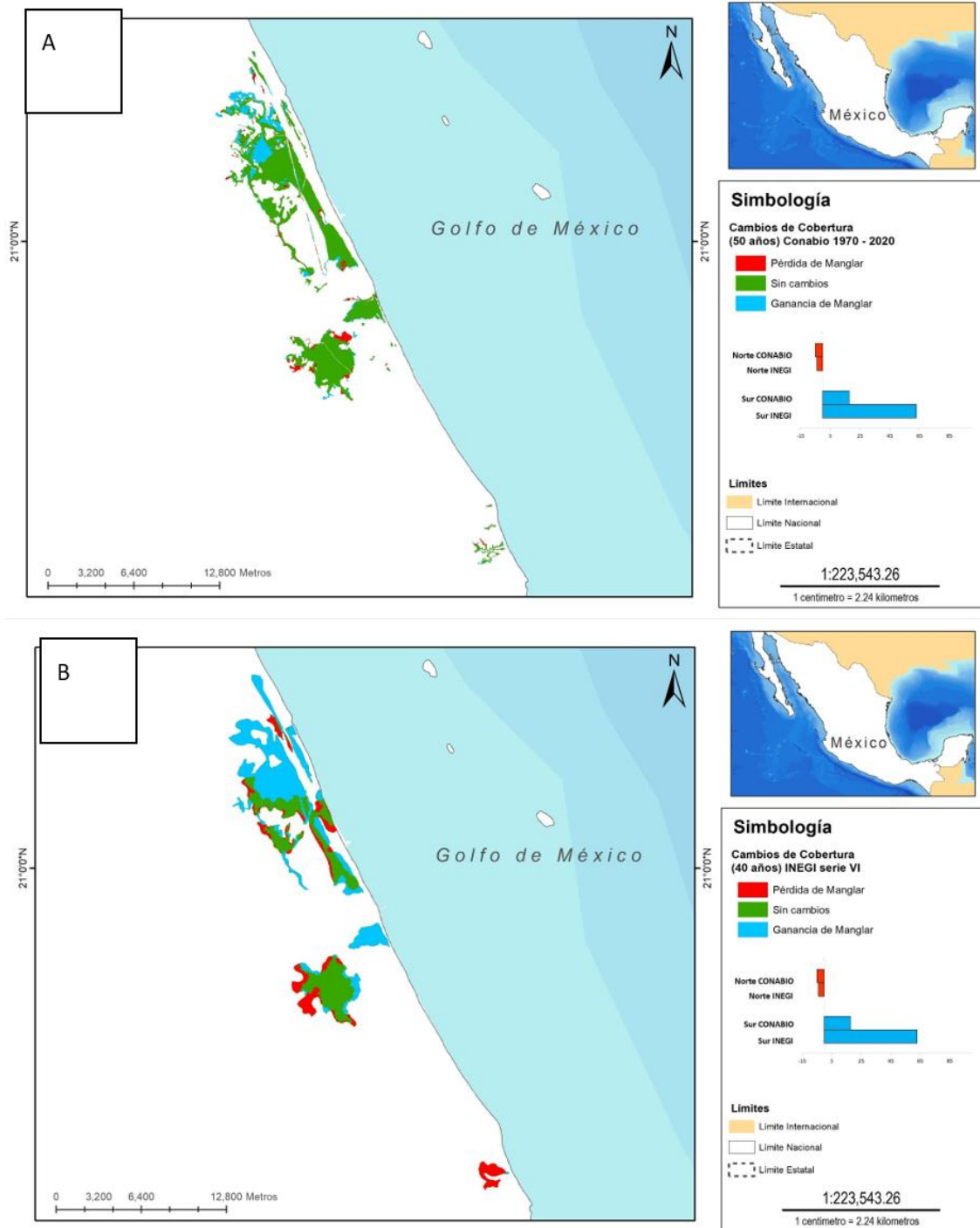
**Figura 134.** Almacenes de Carbono en “Los manglares y humedales de Tuxpan” de acuerdo con la distribución reportada fuentes oficiales. Se muestra el porcentaje de carbono almacenado en las zonas Norte y Sur del área de estudio en rangos de Tg C con datos de A) CONAGUA



**Fuente:** Elaboración propia con información de CONABIO (2021) e INEGI (2016).



**Figura 135.** Cambios de cobertura de manglar de 1978 a 2018 basado en datos de A) CONABIO (2020) y B) INEGI (SERIE I Y SERIE VI) para la delimitación de áreas de cambio en la región de Tuxpan, Ver.



**Fuente:** Elaboración propia con información de CONABIO (2021) e INEGI (2016).



## Estimación de almacenes de carbono a nivel local, Celestún, Yucatán

El Área Natural Protegida (ANP) Reserva de la Biosfera Ría Celestún (RBRC) se encuentra en la zona noroeste de la Península de Yucatán, tiene coordenadas centrales 20° 45' N y 90° 22' W y ocupa un área de 81,482.33 ha. En la RBRC existe una amplia variedad de ambientes costeros que incluyen dunas, manglares y petenes, selva baja y llanuras aluviales, así como vegetación acuática sumergida. El manglar cubre 22,800 hectáreas, y las principales especies son *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*. En Celestún, al igual que en otros manglares, la distribución estructural a nivel local depende principalmente de la topografía, el hidroperiodo, estresores como la salinidad y recursos como las fuentes de nutrientes (Twilley y Rivera-Monroy, 2009). El escenario físico-ambiental que se presenta en la península de Yucatán favorece que, en una zona tan heterogénea como Celestún, se desarrollen diferentes tipos ecológicos de manglar: franja, cuenca, chaparro y de tipo petén (Caamal-Sosa *et al.*, 2012; Herrera-Silveira *et al.*, 2016), los cuales tienen una estrecha relación con posición respecto a la laguna costera. El ecotipo que domina espacialmente en la zona es el manglar chaparro, generalmente monoespecífico de *R. mangle*.

Dentro de la RBRC, se hace uso de los recursos naturales relacionados con los ecosistemas costeros, ya sea para autoconsumo o indirectamente a través de proyectos de pesca, extracción de sal y ecoturismo. Como se detalló en el Entregable 1 del presente proyecto, las amenazas identificadas incluyen la pérdida de área de manglares por cambio de uso de suelo para la expansión de asentamiento humanos y de la vegetación acuática sumergida por el daño mecánico causado por las embarcaciones, además de la sedimentación y eutrofización de la laguna. Sin embargo, se considera un área con buen estado de conservación (SEMARNAT, 2000; Ramsar, 2004; Herrera-Silveira, 2006).

El objetivo de esta sección es presentar los datos estimados de carbono en los manglares de Celestún, Yucatán como parte del trabajo de investigación de Cinco-Castro *et al.* (*en revisión*), utilizando una metodología estandarizada (Kauffman *et al.*, 2013) para la obtención de datos que permitan las estimaciones Nivel 3 (IPCC, 2006) de los almacenes de carbono aéreos y subterráneos de un manglar en una geomorfología cárstica con aportes de agua subterránea y donde han desarrollado diferentes tipos ecológicos de este ecosistema.

### Almacenes de carbono por tipo ecológico de manglar

La distribución espacial de manglares en Celestún indica que los manglares de franja se ubican bordeando la laguna y están fuertemente influenciados por el flujo de marea, observándose que esta franja se vuelve más ancha en el área interna de la laguna. Los manglares de cuenca se presentan justo detrás de manglares de franja, en sitios donde el terreno es bajo y la influencia de la marea disminuye. Generalmente, esta característica permite la entrada de agua, y debido a la alta evaporación, se produce alta salinidad intersticial. Los manglares de petén son fáciles de identificar debido a que se presentan a manera de islas de vegetación vigorosa de altura promedio más alta que el resto de la vegetación de su alrededor, gracias a las descargas de agua dulce a las que están asociados. Los manglares que

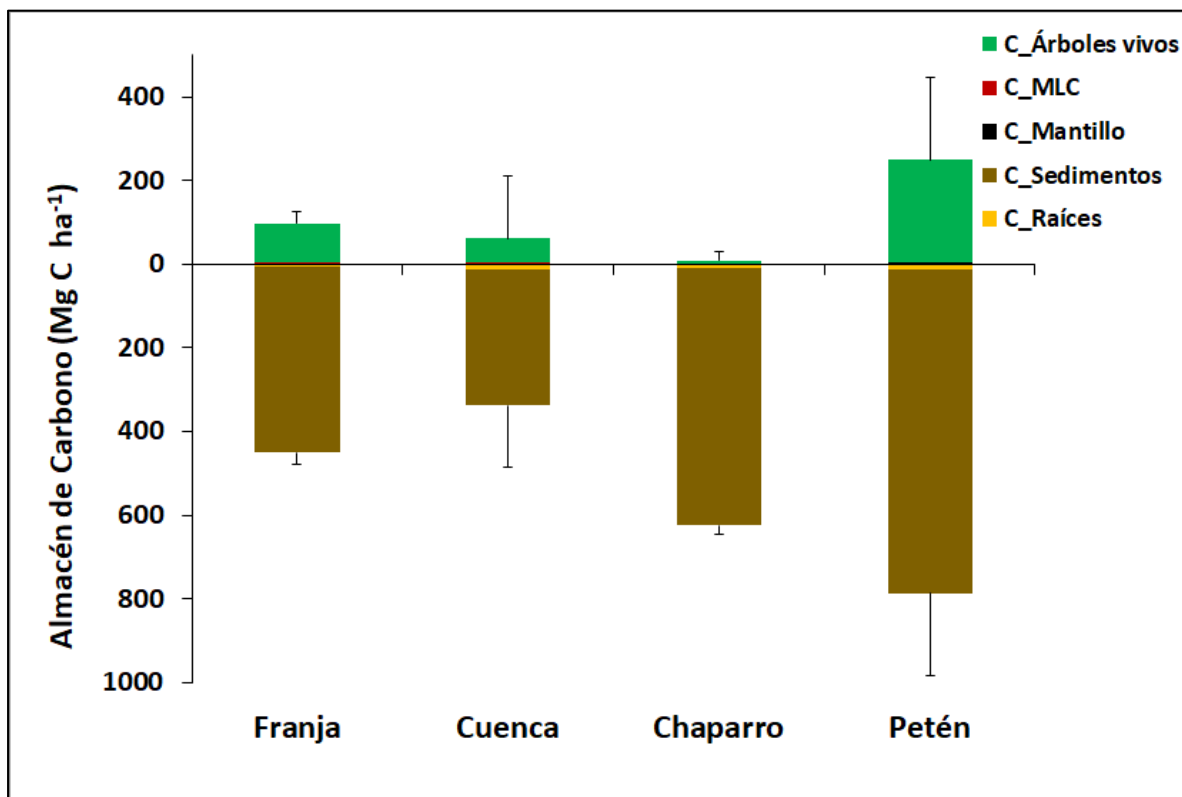
se desarrollan en estos ambientes responden a la baja salinidad y a la alta concentración de nutrientes, principalmente nitrato, lo que favorece que el estrés disminuya, aprovechando la disponibilidad de recursos para el crecimiento de los árboles. Por último, los manglares tipo chaparro se desarrollan en planicies donde normalmente hay limitación de nutrientes, que origina árboles más pequeños (con base en diámetros y alturas) pero con una mayor extensión en el área de estudio, ya que pueden estar asociados con otros tipos de vegetación, entre ellos otros humedales de tipo pastizal.

El almacén promedio de carbono azul en manglares de Celestún es de  $655 \pm 129$  Mg C ha<sup>-1</sup>, del cual el componente aéreo representa el 16.1%, siendo principalmente biomasa de árboles (94.8%,  $100 \pm 34$  Mg C ha<sup>-1</sup>), mientras que la necromasa representa el 2.4%. En los sitios de muestreo de manglares chaparros y de petén no se presentó material leñoso caído. Sin embargo, este componente representa el 2.7% del almacén total de carbono con  $3.7 \pm 1.7$  y  $2.1 \pm 0.5$  Mg C ha<sup>-1</sup> en manglares de franja y de cuenca, respectivamente. El almacén subterráneo representa el 84% del carbono total, almacenado principalmente en el sedimento (98.1%,  $539 \pm 476$  Mg C ha<sup>-1</sup>). Las raíces finas representan sólo el 1.8% del carbono subterráneo (Cinco-Castro *et al.*, *(en revisión)* con información proveniente de la base de datos del CINVESTAV).

Considerando los tipos ecológicos de manglar, los manglares de tipo petén tienen los mayores almacenes aéreos ( $249 \pm 14$  Mg C ha<sup>-1</sup>), siendo diferente del manglar chaparro, el cual presentó el almacén más bajo ( $8.5 \pm 0.4$  Mg C ha<sup>-1</sup>).

El almacén subterráneo más alto también se encuentra en manglares de petén ( $787 \pm 198$  Mg C ha<sup>-1</sup>), seguido del manglar tipo chaparro ( $623 \pm 21$  Mg C ha<sup>-1</sup>). Los manglares de cuenca presentaron el menor almacenamiento de carbono en el componente subterráneo ( $337 \pm 149$  Mg C ha<sup>-1</sup>) (Figura 151).

**Figura 136.** Almacenes de carbono por tipo ecológico de manglar en Celestún, Yucatán. Se incluyen componentes para el carbono aéreo (árboles vivos, mantillo y material leñoso caído (MLC)) y subterráneo (raíces y sedimentos). Las barras de error representan el error propagado entre los componentes de cada almacén



**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo de Lab. Producción Primaria-CINVESTAV.

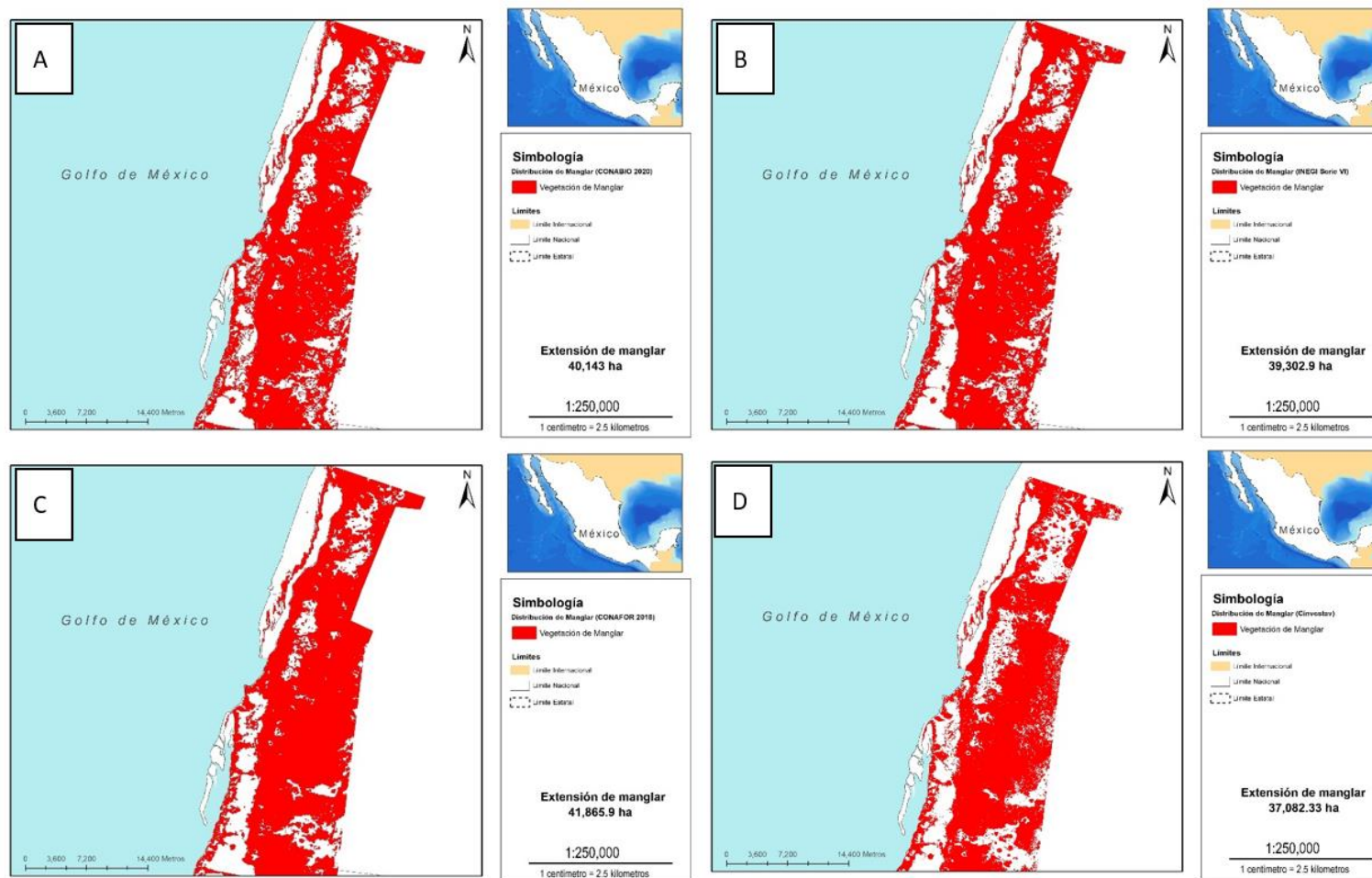
A nivel regional, el promedio en el almacén de C en manglares de Celestún es similar al reportado para manglares del Caribe, que también se desarrollan en ambientes kársticos de la Península de Yucatán como los de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an ( $663 \pm 176 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ; Adame *et al.*, 2013). Debido a las características peculiares que tienen los manglares de Celestún y a su gran variabilidad, el almacén de C es más alto que el valor estimado por Pendleton *et al.* (2012) para los manglares a nivel mundial ( $407 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ). Esto tiene que ver tanto con las presiones de origen antrópico y naturales que sufren determinados sitios, así como su estatus de conservación. Se ha demostrado que sitios sin esquema de protección, conservación y manejo son más vulnerables ante diferentes impactos, cuya influencia se refleja en los almacenes de carbono de los ecosistemas.

### Estimaciones de almacenes de carbono y emisiones de CO<sub>2</sub> utilizando cartografía de áreas de manglar degradada y conservada (1985-2018)

El monitoreo ecológico de manglares es un método efectivo del seguimiento de las condiciones de salud del ecosistema a través de la evaluación periódica de su distribución espacial y condición de sus atributos naturales y sociales. Para evaluar la precisión de la cartografía que representa la extensión y distribución de las zonas de manglar degradado y sus áreas adyacentes, esta se llevó a cabo comparando: i) la información espacial del Sistema de Monitoreo de Manglares de México (SMMM) reportadas por CONABIO; ii) mapas de la cobertura del uso del suelo y vegetación del INEGI, iii) mapa de cobertura de CONAFOR, y iv) datos locales de CINVESTAV

delimitados usando Google Earth y conocimiento experto de la zona para un periodo de 36 años (1985-2018). De las capas generadas, se extrajeron los atributos y vectores correspondientes a ecosistemas de manglar degradado para los periodos (1985-2005; 2005-2010; 2010-2015 y 2015-2020) derivándose en una capa nueva definida por los límites de la reserva de Celestún. Por otra parte, las áreas conservadas de manglar fueron tomadas a partir de los datos de distribución de manglares a escala nacional reportadas por CONABIO en 2015. Mediante un SIG, las capas de manglar degradado (CONABIO, INEGI, CINVESTAV) fueron corregistradas espacialmente a un mismo sistema de coordenadas (ITRF-92) para obtener las zonas de concordancia espacial donde la condición del manglar coincide en las tres fuentes de datos. Las 4 fuentes de información vectorial utilizadas para estimar las extensiones de manglar dentro del ANP de Celestún se muestran en la figura 152.

**Figura 137.** Extensión de manglares en la Reserva de la Biósfera Ría Celestún de acuerdo con los límites de A) CONABIO (2020), B) INEGI (SERIE VI), C) CONAFOR (2018) y D) CINVESTAV (2021). Se muestra el porcentaje de carbono almacenado en los manglares del Golfo de México expresado en rangos de Tg C

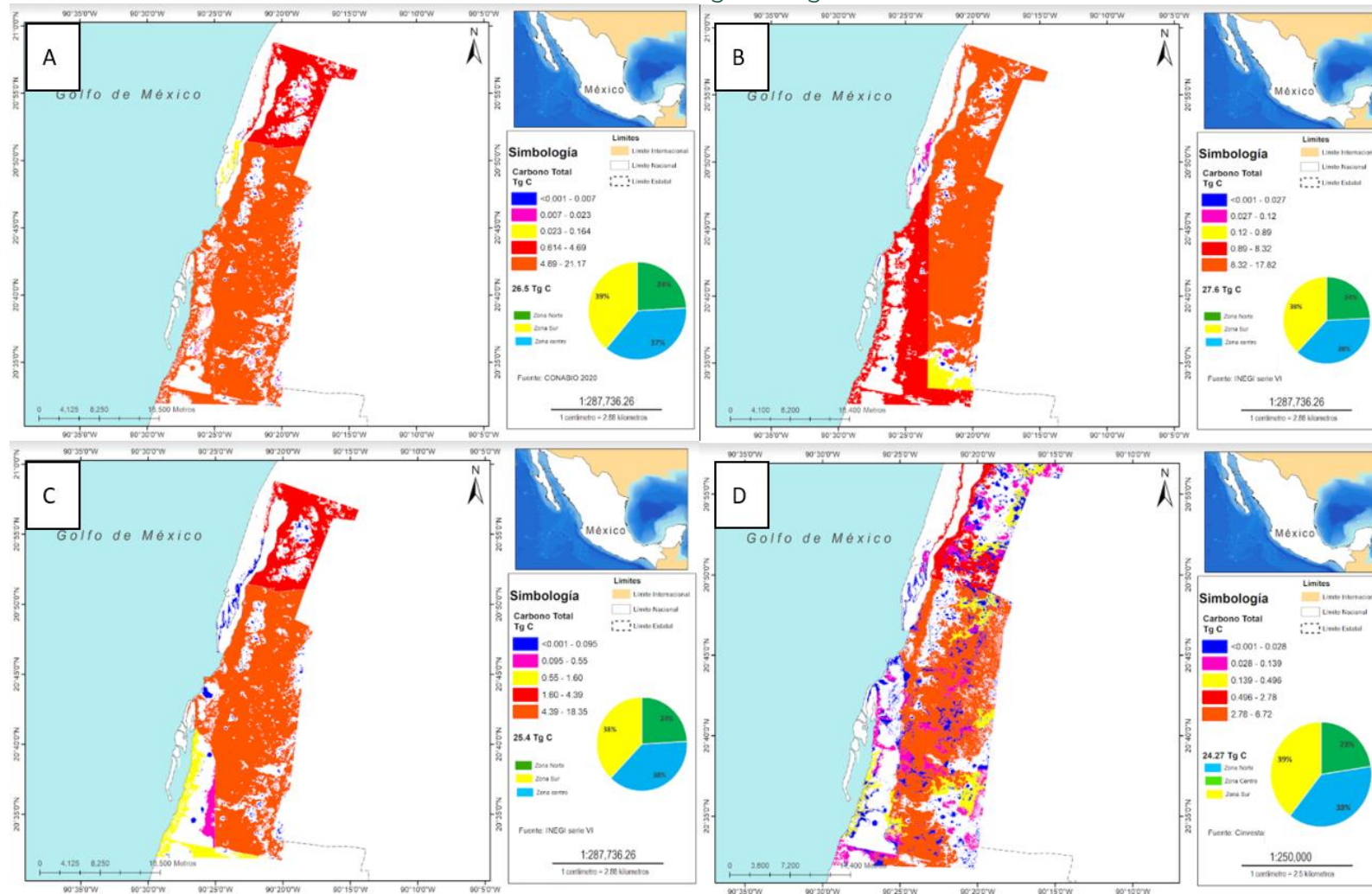


**Fuente:** Elaboración propia con información de CONABIO (2021), INEGI (2016) y CONAFOR (2018).

Las fuentes oficiales oscilan en un rango de 39,202.9 ha con datos de INEGI (2016) a las 40,143 ha para datos CONABIO (2020) y 41,865.9 ha según datos proporcionados por CONAFOR (2018). Las diferentes fuentes de datos utilizados a escala Nacional pueden ser una consecuencia de esta variabilidad. En este sentido, los datos obtenidos localmente (CINVESTAV) estiman una extensión de manglar para la Reserva de 37,082.3 ha. Efectos de escala como los niveles de agrupación de píxeles aislados, así como la fuente satelital utilizada (LANDSAT, Sentinel, SPOT), y el número de puntos de verificación “in situ”, pueden ser la causa de las discrepancias observadas. De acuerdo con el almacén de carbono promedio para los manglares de Celestún ( $655 \pm 129 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) y a los rangos de extensión de manglares dentro del ANP estimados ( $37,082.3 \text{ ha}^{-1} - 44,726.7 \text{ ha}^{-1}$ ), la reserva de carbono en el ecosistema está entre 24.3 Tg C y 29.3 Tg C (Figura 153).



**Figura 138.** Almacenes de carbono en Celestún de acuerdo con los límites de A) CONABIO (2020), B) INEGI (SERIE VI), C) CONAFOR (2018) y D) CINVESTAV. Se muestra el porcentaje de carbono almacenado en los manglares de la Reserva expresado en rangos de Tg C



Fuente: Elaboración propia

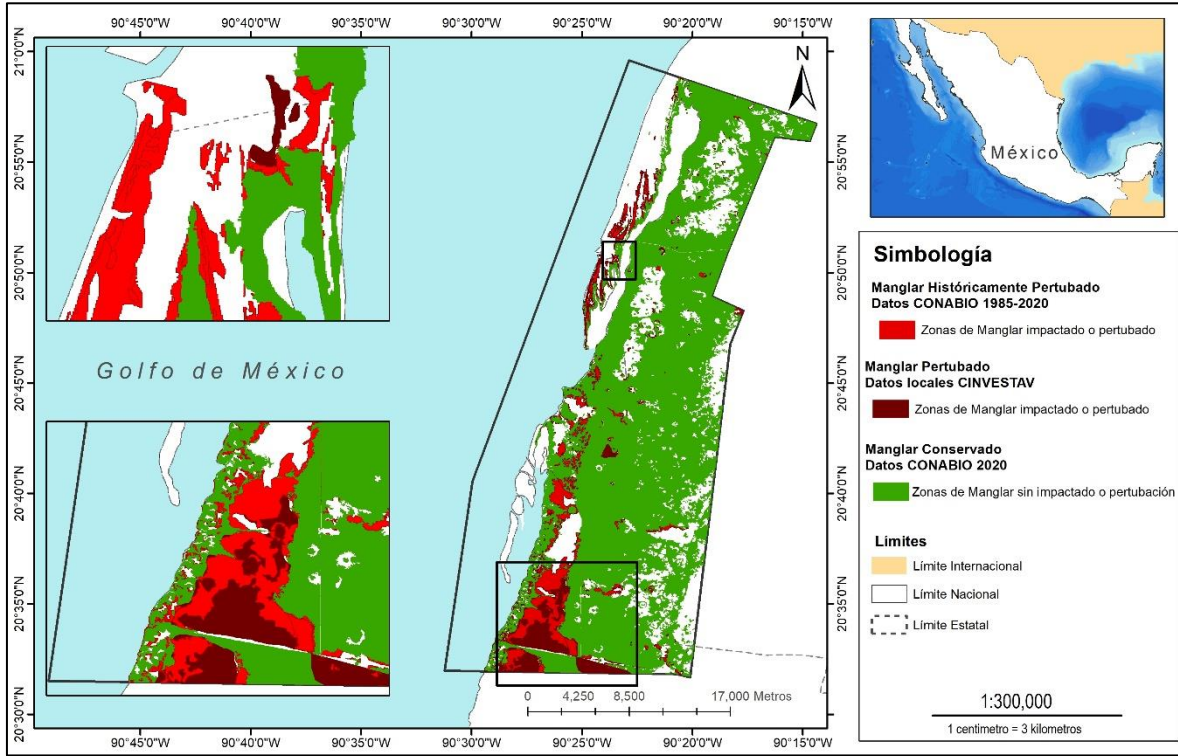


De la extensión total de manglar, aproximadamente el 12.45% se encuentra en condición degradada (5,570 ha), lo que implica que las emisiones por degradación de manglar, si se pierde todo el almacén, corresponden a 13.38 M t CO<sub>2</sub>e, y a 3.34 M t CO<sub>2</sub>e si se utiliza el enfoque conservador que considera la pérdida únicamente del 25% del almacén de carbono. Las zonas de mayor degradación del manglar se localizan hacia el Suroeste de la reserva (Isla Arena) donde existen alrededor de 4,195 ha. En esta zona grandes extensiones de manglar han sufrido impactos por la construcción de carreteras y transformado el paisaje a ecosistemas de transición entre manglar, tulares y popales u otros humedales con características hidrológicas diferentes y presencia aislada de manglar. La consecuencia es la discordancia en el reporte de zonas degradadas desde el primer periodo de cambio evaluado por la CONABIO (1985-2005). Por otra parte, para la zona Noreste de la reserva (Celestún), la extensión de las zonas degradadas de manglar es menor (2.45 ha) y asociada al crecimiento histórico del puerto de Celestún. El solapamiento de las capas CONABIO, INEGI, CONAFOR y CINVESTAV muestra mayor certidumbre en zonas degradadas cercanas a Celestún y menor hacia Isla Arena.

En la zona de Celestún, la omisión de zonas degradadas o inclusive zonas de manglar conservado puede estar asociado a efectos de escala originados por las fuentes de datos utilizadas en la cartografía de las coberturas. Por otro lado, para la zona de Isla Arena, las omisiones de grandes extensiones de manglar degradado pueden estar asociadas a una incorrecta interpretación de categorías. La asignación de categorías durante el proceso de elaboración de la cartografía es establecida mediante métricas como la cobertura arbórea, dominancia y especie de manglar.

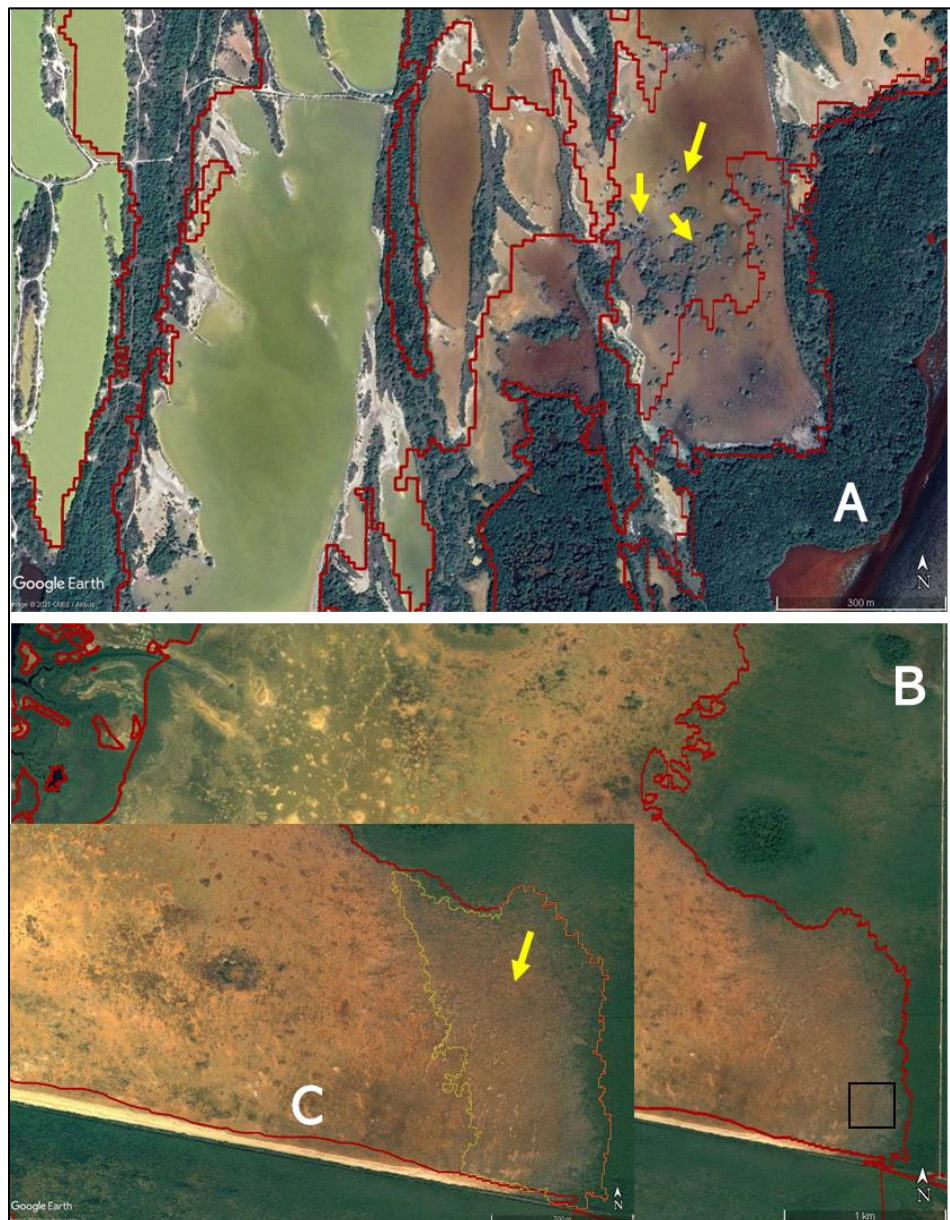
De este modo, las zonas de manglar con baja cobertura y densidad (aislados) por la perturbación histórica a la que fueron sometidos, son clasificados como “otros humedales” en la cartografía más reciente (2020). Estas omisiones tienen implicaciones para las estimaciones de las emisiones de carbono que significan la degradación continúa de manglar, así para la implementación de políticas dirigidas a restaurar las zonas degradadas y/o deforestadas. En este sentido, el potencial de captura de carbono si se restauran estas zonas de manglar en Celestún en un periodo de 30 años, es de 7.47 M t CO<sub>2</sub>e, lo que equivale a mitigar las emisiones de 1.99 millones de personas por el uso de hidrocarburos en un año.

**Figura 139.** Manglar históricamente perturbado en la Reserva de la Biósfera Ría Celestún generadas utilizando distintas fuentes de información CONABIO (2020); INEGI (SERIE VI); CONAFOR (2018) y CINEVESTAV (2021)



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 140.** Acercamiento de dos tipos de errores observados en la delimitación de zonas de manglar degradadas (línea roja) en la Reserva de Celestún. A) zona de Celestún con omisión de áreas de manglar por efecto de escala (resolución de imágenes para la cartografía B) zona de Isla Arena con omisión de una extensa zona de manglar degradado por una mala asignación de cobertura (“otros humedales”) y C) acercamiento sobre un área de manglar degradado (flecha amarilla) y manglar históricamente perturbado pero asignado como “otros humedales”.



**Fuente:** Elaboración propia.

## Carbono del ecosistema ante el cambio climático - caso de estudio: manglares de Celestún

Los manglares se encuentran expuestos al estrés y las amenazas provenientes tanto de ambientes marinos como de tierra adentro, siendo el cambio climático un factor de estrés adicional.

Históricamente, los manglares han estado expuestos a cambios inducidos por huracanes, cambios graduales y constantes en el nivel del mar y tormentas. Estos ecosistemas poseen una gran estabilidad ecológica que les confiere la capacidad de responder y adaptarse a este tipo de eventos (Alongi, 2008). Sin embargo, el aumento del nivel del mar es un efecto sumamente preocupante del cambio climático sobre los ecosistemas costeros (Grinstead *et al.*, 2009).

Considerando lo anterior, la influencia que tiene el incremento del nivel medio del mar sobre los manglares depende de condiciones locales como la dinámica hidrológica y de los sedimentos, la microtopografía y la capacidad de respuesta que tiene el ecosistema de acuerdo con sus características estructurales asociada a su condición (conservada, deforestada, degradada). Esta influencia se relaciona con la vulnerabilidad, definiéndose esta como el grado en que un sistema, en este caso el manglar, puede resultar dañado por diversos factores que tienen diferentes intensidades sobre él. De acuerdo con Ellison (2012), la vulnerabilidad de los manglares ante el aumento del nivel del mar está definida por una combinación de factores de exposición (naturaleza de impacto) y de sensibilidad (características del ecosistema), así como la capacidad del ecosistema y la sociedad para responder al impacto (capacidad de adaptación).

El objetivo de un análisis de vulnerabilidad consiste en considerar las respuestas naturales del ecosistema e identificar cuáles elementos son los que incrementan su vulnerabilidad con la intención de enfocar los esfuerzos a reducirla. Las medidas focalizadas en reducir la vulnerabilidad de un ecosistema generalmente se dirigen a minimizar la sensibilidad, mejorando sus características o maximizando la capacidad adaptativa para hacer frente al impacto (Ellison, 2012).

Las costas de México se encuentran amenazadas por el aumento del nivel del mar y por el número e intensidad de eventos hidrometeorológicos dada su posición geográfica (Rowley *et al.*, 2007; Gutiérrez y Espinosa, 2010). Los manglares mexicanos cubren 905,086 ha, de las cuales el 11% se encuentran en Yucatán (CONABIO, 2021) y generalmente están asociados a lagunas costeras, como la de Celestún, que enfrentan impactos derivados de actividades pesqueras, turismo y desarrollo urbano (Herrera-Silveira, 2006). De los resultados de estos impactos naturales y antrópicos surge la necesidad de evaluar a los ecosistemas y sus condiciones bajo un enfoque de influencia en la vulnerabilidad. Por lo anterior, el objetivo de esta sección es determinar la vulnerabilidad de los manglares de Celestún con base en sus características de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.



## Enfoque metodológico de la evaluación de vulnerabilidad del ecosistema

Los estudios de vulnerabilidad en la zona costera en su mayoría se concentran en la infraestructura y el tejido socioeconómico de la región. Sin embargo, se debe considerar que los ecosistemas y su condición son la base de la estructura y también son vulnerables ante diferentes efectos del cambio climático, característica que debe ser tomada en cuenta cuando los manglares son considerados como una solución basada en la naturaleza. Para evaluar la vulnerabilidad de los manglares de Celestún ante el incremento del nivel de mar, se empleó la metodología propuesta por Ellison (2012), que se basa en el modelo que considera los factores de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Se procedió a la búsqueda y sistematización de la información disponible de cada factor, sus indicadores y variables, teniendo en algunos casos que generar la información faltante.

Los factores de exposición se refieren a características externas que tienen influencia sobre la vulnerabilidad. Se toma en cuenta su naturaleza, magnitud y tasa de cambio, pero no están directamente relacionadas con lo que ocurre dentro del ecosistema. Los factores de sensibilidad hacen referencia a las características de las especies o ecosistemas, qué tan tolerantes son y cuál es su capacidad de respuesta cuando se enfrentan a disturbios, mientras que los factores de capacidad adaptativa incluyen las características del ecosistema para enfrentar impactos del cambio climático con daños mínimos, también se consideran las acciones humanas orientadas a reducir la vulnerabilidad (Ellison, 2012). Las características que se toman en cuenta para la evaluación de vulnerabilidad de los manglares y los valores identificados para Celestún se presentan en la tabla 76

**Tabla 75.** Características de las variables consideradas en la evaluación de vulnerabilidad de los manglares de Celestún.

	Variable	Descripción	Fuente
Factores de exposición	Rango de marea	Región: Golfo de México, rango de marea de 30 a 60 cm (micromareal (<2 m)).	Servicio Mareográfico Nacional, 2016
	Aumento relativo del nivel medio del mar	Región: Golfo de México. INMM=3.0±0.4 mm año <sup>-1</sup> , consistente con tasas globales INM (2.9 mm año <sup>-1</sup> ). Balance identifica a Celestún como un sitio estable.	NOAA-NESDIS-STAR
	Aporte de sedimentos	Relativamente baja, como en toda la PY, debido a la falta de flujo de agua superficial y que no haya entradas importantes de sedimentos externos. Producción <i>in situ</i> .	Ruíz-Martínez et al., 2013; Osland et al., 2018
	Cambios en la precipitación	La diferencia de isoyetas indica que se producirán cambios positivos de 5 mm por año. La zona será más húmeda.	Orellana et al., 2009
Factores de sensibilidad	Condición del bosque	Bueno (47%), regular (37%) y pobre (16%). Considerando la extensión, tiene buen grado de conservación ecológica.	Herrera-Silveira et al., 2014
	Reclutamiento	Bosque maduro con una gran producción de individuos de regeneración de todas las especies (86±17 ind m <sup>-2</sup> ), además de tener una producción de juveniles de 17±9 ind ha <sup>-1</sup> .	Herrera-Silveira et al., 2014
	Área basal (AB)	Calculado a partir del DAP, el AB es de 31.1±8.6 m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> con cambios positivos y un incremento de 0.5±0.1 m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> entre 2009 y 2011.	Herrera-Silveira et al., 2014
	Mortalidad	Mortalidad menor al 20% en casi la mitad del área de manglares (47%), causada principalmente por actividad antrópica e influencia natural de huracanes.	Herrera-Silveira et al., 2014
	Producción primaria	Producción de 104.06±45.1 g.p.s. m <sup>-2</sup> mes <sup>-1</sup> . Del 5 al 11% corresponde a estructuras reproductivas (flores y frutos),	Herrera-Silveira et al., 2014

		cuya producción aumenta durante la temporada de lluvias	
	Cambios en el área de manglar	La pérdida de cobertura de manglares en el área de Celestún es del 1% durante un período de 5 años.	Vázquez-Lule et al., 2009
	Tasa de sedimentación	La tasa de captación de sedimentos es de $1.89 \pm 0.19 \text{ kg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ , tasa de acumulación vertical de $2.91 \pm 1.51 \text{ mm año}^{-1}$ .	Cinco-Castro et al., 2020
	Resiliencia de los ecosistemas adyacentes	Vegetación acuática sumergida (VAS) identificada como pobre, lo que sugiere baja resiliencia debido a daños físicos.	Herrera-Silveira, 2006; Herrera-Silveira et al., 2011
	Legislación de protección	Forma parte de varios sistemas de gestión que las colocan en diferentes categorías de protección y manejo. El mayor porcentaje de manglar está protegido. La legislación es sólida.	Vázquez-Lule et al., 2009
Factores de capacidad adaptativa	Evaluación del área alrededor de los manglares	Topografía con perfiles máximos de elevación de 130 cm. Distribución de manglares en 10 km desde la laguna hacia el interior hasta 60 cm de altitud. Áreas disponibles para la migración al interior, no existen obstáculos físicos.	Perfiles de elevación Google Earth; Morales-Ojeda, 2018.
	Capacidad de gestión comunitaria y participación de las partes interesadas	Identificada como muy buena. Cuenta con el apoyo de organizaciones (CULTUR), hoteles y agencias de viajes, "Pronatura Península de Yucatán", "Niños y Crías A.C." y "DUMAC") y un gran número de instituciones de investigación involucradas.	Robles, 2005; Teutli-Hernández y Herrera-Silveira, 2016

**Fuente:** Elaboración propia con información tomada de Cinco-Castro y Herrera-Silveira (2020).



La información obtenida para cada variable de los distintos factores se clasificó en un rango de 1 a 5 (Ellison, 2012). Cada uno correspondiente a una escala de color de azul a rojo, donde 1 es azul e indica baja vulnerabilidad; y 5 es rojo representando muy alta vulnerabilidad. La evaluación general de vulnerabilidad se expresa con valores numéricos, fácilmente comparables y que tienen una interpretación accesible.

<b>Rango</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Muy baja</b>	<b>Baja</b>	<b>Moderada</b>	<b>Alta</b>	<b>Muy alta</b>

La vulnerabilidad total de los manglares de Celestún se calculó en 2.05, lo que corresponde a una baja vulnerabilidad. El análisis por factores indica una alta capacidad adaptativa que provoca una vulnerabilidad baja (1.0), mientras que la exposición es moderada (3.2), con una baja sensibilidad (1.9) (Tabla 77).

Tabla 76. Clasificación de vulnerabilidad de Celestún, Yucatán.

	1	2	3	4	5	
<b>Factores de exposición</b>						
<b>Rango de marea</b>	> 3 m	2 - 3 m	1.5 - 2 m	1 - 1.5 m	< 1 m	5
<b>Incremento relativo del nivel del mar (RSLR)</b>	Sitio edificante	Sitio poco edificante	Sitio estable	Sitio lentamente subsidente	Sitio rápidamente subsidente	3
<b>Tasa de aporte de sedimentos</b>	Alto	Moderadamente alto	Medio	Moderadamente bajo	Bajo	4
<b>Cambios en la precipitación</b>	Se hace más húmedo	Sin cambios	Un poco seco	Moderadamente seco	Significativamente más seco	1
<b>Factores de sensibilidad</b>						
<b>Condición del manglar</b>	Leve o sin impacto	Impacto moderado	Impacto elevado	Alto impacto	Impacto severo	2
<b>Área basal</b>	> 25	15 - 25	10 - 15	5 - 10	< 5	1
<b>Cambio del área basal</b>	Positivo	No hay cambio	Ligeramente negativo	Moderadamente negativo	Altamente negativo	1
<b>Reclutamiento</b>	Todas las especies producen plántulas	La mayoría de las especies producen plántulas	Algunas especies producen plántulas	Solo pocas especies producen plántulas	No hay plántulas	1
<b>Mortalidad</b>	< 4 %	4 -- 10 %	10 -- 20 %	20 -- 30 %	> 30 %	2
<b>Productividad primaria</b>	Alta, incluyendo >20% de flores y frutos	Media, incluyendo >5-20% de flores y frutos	Media, con pocos flores y frutos	Baja (excepto troncos)	Principalmente troncos	2
<b>Reducción del área de manglar</b>	Pequeña o ninguna	Algo	Moderado	Significante	Muy significativa	1
<b>Tasa de sedimentación en manglares</b>	Mayor que RSLR	< 1 mm mayor que RSLR	Igual a RSLR	< 1 mm menor que RSLR	> 1 mm menor que RSLR	4
<b>Resiliencia de los arrecifes de coral</b>	Muy alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja	
<b>Resiliencia de los pastos marinos</b>	Muy alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja	4
<b>Legislación de protección del manglar</b>	Muy buena	Buena	Moderada	Pobre	Ninguna	1
<b>Factores de capacidad adaptativa</b>						
<b>Elevación sobre los manglares</b>	Área de migración muy disponible	Área de migración en su mayoría disponible	Algunas áreas de migración disponibles	Pocas áreas de migración disponibles	No hay áreas de migración disponibles	1
<b>Capacidad de gestión comunitaria</b>	Muy buena	Buena	Moderada	Pobre	Ninguna	1
<b>Participación de los interesados</b>	Muy buena	Buena	Moderada	Pobre	Ninguna	1
<b>VULNERABILIDAD</b>						<b>2.05</b>

## Vulnerabilidad de los manglares como ecosistemas de carbono azul en el golfo de México: Celestún, Yucatán.

La baja vulnerabilidad general en los manglares de Celestún es resultado, por una parte, del buen estado de conservación general y la estructura forestal del bosque de manglar en la zona y, por otra, de la baja exposición que presenta ante impactos naturales (fenómenos meteorológicos como tormentas y huracanes) ya que estos ocurren con menos frecuencia que en la costa caribeña (Rosengaus *et al.*, 2001; Adame *et al.*, 2013).

Cuando los manglares tienen una alta exposición a estos impactos antrópicos, se observa alta mortalidad, un área basal pequeña, baja producción de plántulas y estructuras reproductivas que se relacionan con la renovación del ecosistema, con lo cual se reduce la resiliencia del ecosistema ante las perturbaciones derivadas del cambio climático (Ellison, 2012). Otra característica que contribuye a un buen estado de conservación de los manglares en Celestún es la baja tasa de cambio de uso de la tierra por asentamientos humanos de la zona, probablemente asociado a su condición de ANP y mayor dificultad en su accesibilidad (para el acceso al 90% del manglar se debe hacer trayecto en embarcación).

La condición de los ecosistemas adyacentes a los manglares, como los pastos marinos y los arrecifes de coral, influyen en su sensibilidad. Por lo tanto, si los ecosistemas con los cuales los manglares intercambian materia y energía están en buenas condiciones, estos manglares serán menos sensibles contra las perturbaciones y viceversa, sobre todo si consideramos la interconectividad entre los ecosistemas costeros.

En el estudio del caso de Celestún, el mal estado y, por lo tanto, la baja resiliencia de la vegetación acuática sumergida de la laguna es causada por procesos de eutrofización, además de la pérdida de cobertura por daños mecánicos por la navegación de las embarcaciones y la pesca de arrastre (Herrera-Silveira *et al.*, 2011).

Las acciones de gestión dirigidas a mejorar las condiciones de los ecosistemas adyacentes podrían ser de gran utilidad para reducir la vulnerabilidad de los manglares. Algunas de ellas están enfocadas en la restauración de las praderas de pastos marinos a través de diferentes técnicas (Cunha *et al.*, 2012; Bourque y Fourqurean, 2014; Thorhaug *et al.*, 2017). Algunas sugerencias de gestión consisten en mayor protección de los pastos marinos por ser actualmente especies protegidas, a través por ejemplo de la administración de las rutas de embarcaciones dentro de zonas de vegetación acuática sumergida. Una estrategia de este tipo reduciría daños físicos y se complementarían con la gestión de la pesca de arrastre.

Mantener los servicios ecosistémicos provistos por los manglares dependerá del buen estado de estos ecosistemas. Por ello, para mantener la resiliencia climática en el binomio manglar-poblaciones costeras, es importante considerar la interconectividad horizontal entre los manglares y los ecosistemas vecinos, monitorearlos y gestionar acciones para su conservación y, de ser necesario, restauración y recuperación ecosistémica de los mismos, incluyendo a los manglares. Así mismo, se reitera la necesidad de estudios con detalles sobre la interacción hidrología, topografía y ecología bajo un enfoque transversal del corredor costero o de la cuenca al arrecife (Herrera-Silveira y Comín, 2000; Hernández-Arana *et al.*, 2015) que fortalezca la toma de decisiones para el manejo y gestión de estos ecosistemas.

Derivado de lo anterior y considerando los resultados de vulnerabilidad de los manglares en Celestún, no se requieren acciones de gestión urgentes, sin embargo, sí es importante iniciar o reforzar acciones de conservación y restauración como estrategia de adaptación al cambio climático. Este tipo de estudios y sus resultados sirven de línea base para el seguimiento espacio temporal de la vulnerabilidad de estos ecosistemas. La línea base permite la creación y el seguimiento de acciones que impidan el aumento o ayuden a la reducción del estado actual de vulnerabilidad identificado. Sirve como guía para la mejora de las características del ecosistema (condición del bosque, estructura forestal, dinámica de regeneración y productividad, mortalidad, etc.) y de capacidad adaptativa (disponibilidad de áreas migratorias, capacidad de gestión y participación). Los factores de exposición no se pueden modificar, pero pueden tener un menor impacto en la vulnerabilidad a través de una adaptación adecuada, en la que la restauración puede jugar un papel importante por su relación con la recuperación de servicios ecosistémicos de interés a las poblaciones locales.

## Restauración de manglares en Celestún con enfoque de adaptación y de mitigación

Existe la necesidad urgente de desarrollar y mejorar métodos de restauración para humedales costeros degradados (Zhao *et al.*, 2016). El concepto y evaluación de la restauración se ha enfocado actualmente a recuperar un ecosistema que ha sido dañado, degradado o destruido, para que tenga valores considerados como inherentes al ecosistema y proporcione bienes y servicios que la gente valora (SER, 2004; Martin, 2017).

La gestión de ecosistemas es reconocida como una estrategia clave para adaptarse al cambio climático (UNFCCC, 2011). Este enfoque, también conocido como Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), se engloba dentro de las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).

Debido a que la mayoría de los proyectos de SbN-AbE son recientes, estos aún no cuentan con información de los resultados o metas alcanzadas y algunos de los proyectos no establecen indicadores de éxito de las acciones implementadas. Es pertinente mencionar que, de los proyectos de AbE, destacan aquellos que han implementado actividades de uso sustentable en el ecosistema de manglar. Se ha observado que estos proyectos adolecen de criterios ecológicos que aseguren los beneficios en el largo plazo, pero más importante, no cuentan con medios de verificación de que se ha reducido la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático.

Por otra parte, para potenciar los beneficios sociales y ambientales de los ecosistemas degradados, los proyectos de restauración deben ser planificados sobre una base de conocimientos ecológicos, económicos y sociales (Miller y Hobbs, 2007). Los proyectos de restauración de manglares pueden contribuir a objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático, por lo que deben ser planeados y desarrollados con criterios determinados. La restauración como una estrategia que abona a las medidas de AbE ha sido presentada en otros entregables de este proyecto en los que se justificó ampliamente la necesidad de incrementar los esfuerzos hacia la recuperación de la funcionalidad de los manglares que han sido degradados.

En Celestún, la muerte del manglar se debió a la construcción de la carretera para acceder al pueblo, provocando la obstrucción del flujo de agua entre ambos lados de la carretera. Por esta razón, derivado del proyecto “Rehabilitación de manglares en el estado de Yucatán sometidos a diferentes condiciones hidrológicas y nivel de impacto: el caso de Celestún y Progreso”, a partir de 2008, se realizaron acciones de restauración con el objetivo de rehabilitar la funcionalidad de los manglares degradados con un enfoque ecosistémico y comunitario participativo, utilizando zonas piloto a diferentes escalas espaciales (Herrera-Silveira *et al.*, 2012). Si bien, los proyectos con enfoque de AbE por lo

general tienen un objetivo más específico que los de restauración, en ocasiones no incluyen elementos ambientales, como es el caso de Celestún.

El proyecto de restauración de Celestún, como medida de adaptación, cumple con 6 de los criterios mínimos del diseño de una intervención para adaptarse al cambio climático (Figura 141) (INECC, 2020b). En este sentido, la restauración permitió el establecimiento de plántulas de manglar, por lo que hay incremento en la biomasa, lo cual significa que se incrementa la captura de carbono, atendiendo así las condiciones climáticas. Se consideraron en las acciones de restauración a hombres y mujeres de la comunidad, así como sus respectivos pagos de jornales y subsidios a los grupos participantes de la comunidad, cumpliendo así con la integración de la población local y la consideración del contexto social.

**Figura 141.** Criterios de adaptación de la restauración de los manglares en Celestún



**Fuente:** Modificado de INECC (2020b).

El proceso de restauración de manglares en Celestún ha incluido talleres de sensibilización, educación y restauración con la participación de instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales, pescadores y otros pobladores que formaron una sociedad civil de ecoturismo. Se impartieron talleres a las comunidades y fueron partícipes directos en el éxito de la estrategia de restauración implementada. Se organizaron talleres de capacitación donde participaron un total de 156 personas de la comunidad durante la restauración, los cuales fueron beneficiados a través de pagos de jornales y subsidios para implementar acciones complementarias. Por lo anterior, se fortalecieron sus capacidades y gobernanza, además que se buscó la distribución de los beneficios.

Hasta la fecha se realiza el monitoreo de características ambientales y biológicas a diferentes escalas (microorganismo a paisaje), por lo que el resultado puede medirse. La restauración hidrológica permitió el establecimiento de especies

pioneras, seguidas por plántulas de manglar que han crecido hasta árboles, lo cual se ve reflejado en un incremento en la biomasa aérea y por ende en absorción de carbono, así como la captura en el suelo, con lo que se han mitigado los efectos de inundaciones. Esto ha significado la recuperación de servicios ecosistémicos como resultado de la restauración.

Por otro lado, en los proyectos de restauración sus objetivos son específicos para la ejecución de acciones para recuperar cobertura vegetal. Sin embargo, desde la conceptualización de los proyectos, en la mayoría, los implementadores siguen una serie de pasos con resultados (cuando son exitosos) que hace que estos proyectos de restauración sean del tipo que los de enfoque AbE buscan. En particular, en el caso de Celestún se realizó con una estrategia (Figura 157), que de manera implícita cumple con la mayoría de los criterios de adaptación. En Celestún, la restauración dio oportunidad al desarrollo de actividades de ecoturismo por parte de algunos de los participantes en las acciones de restauración hasta formar la cooperativa “Manglares de Dzinitun”.

**Figura 142.** Estrategia de restauración ecológica para manglares



**Fuente:** Modificado de Teutli-Hernández y Herrera-Silveira (2016).



Para los manglares de Celestún, las actividades de restauración de los flujos hidrológicos han logrado la recuperación de la estructura y función del ecosistema que pertenece a una reserva ecológica. Estas actividades aumentaron el interés de los involucrados en las actividades de restauración, así como las actividades económicas posteriores derivadas de las primeras (Teutli-Hernández y Herrera-Silveira, 2016).

La degradación y deforestación de manglares causan emisiones de CO<sub>2</sub> de forma inmediata por la pérdida de la cobertura vegetal y de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> del suelo en el mediano y largo plazo. Haciendo a la restauración ecológica una gran herramienta para mitigar las emisiones de estos GEI.

La rehabilitación hidrológica es una de las acciones en la restauración de manglares que mayor crecimiento ha tenido en la última década (Teutli-Hernández *et al.*, 2020). Si bien se sabe que la hidrología es en gran parte la responsable de la captura de carbono en el sedimento y que este permanezca en el suelo por milenios, apenas recientemente se ha reconocido que es por esta misma razón que la restauración hidrológica es una medida de mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> (González-Valencia *et al.*, 2018; Mercedes *et al.*, 2019). Los procesos hidrológicos son únicos de los humedales, haciendo que las actividades de restauración ecológica de manglares resulten más complejas en relación con los ecosistemas terrestres.

Para reducir emisiones vinculadas a la degradación del manglar y considerando que los mayores almacenes están en los sedimentos, rehabilitar la inundación en sus características de tiempo y frecuencia (hidroperiodo), contribuye a mitigar emisiones de CO<sub>2</sub>. Entonces, la restauración de manglares, en particular del componente hidrológico, contribuye a los esfuerzos de mitigación. Este proceso es una de las razones para que a los ecosistemas de carbono azul se les considere de manera simultánea, ya sea conservados o en restauración, partícipes en la dicotomía de la mitigación y adaptación, en ambas condiciones evitan emisiones y capturan CO<sub>2</sub> simultáneamente.

## 11.4 CONSIDERACIONES FINALES

### Oportunidades de mitigación y adaptación en el marco de la NDC nacional

México, al ser un país con una distribución importante de manglares, tiene el potencial de reconocer los valores de estos ecosistemas como una contribución potencialmente significativa para alcanzar las metas tanto de mitigación como de adaptación de su NDC. Dado que la información de carbono azul en manglares del Golfo de México cuenta con un nivel de certidumbre 2 y 3 (IPCC, 2006), se presenta la oportunidad de incluir dichos datos en las actualizaciones de su NDC, incrementando la ambición y fortaleciendo la resiliencia al potenciar el papel de la naturaleza, incluido el carbono azul, como una solución climática para la mitigación y la adaptación.

La conservación, manejo y restauración ecológica de manglares como una SbN, pretende el desarrollo de acciones que trabajan con la naturaleza y contribuyen a resolver desafíos que la sociedad enfrenta en un contexto de vulnerabilidad al cambio climático (Turner, 2020).

Los manglares secuestran carbono a mayores tasas por unidad de superficie en comparación con los bosques terrestres, ya que almacenan el carbono tanto dentro de su biomasa (hojas, raíces, madera y tallos) como en sus suelos orgánicos ricos en carbono (Pendleton *et al.*, 2012). Este carbono se mantendrá secuestrado con la implementación de acciones protección de estos ecosistemas y se reconocerán estas acciones en un contexto de emisiones evitadas. Es pertinente mencionar que el carbono liberado por la deforestación o degradación puede haber estado almacenado miles de años, por lo que la restauración en el corto y mediano plazo no podrá compensar estas pérdidas, siendo la conservación la acción climática más costo-efectiva.

Aunado a la mitigación de emisiones de GEI, los manglares proveen de bienes y servicios esenciales para la adaptación al cambio climático, entre ellos, protección costera ante eventos meteorológicos extremos e inundaciones, regulan el incremento del nivel del mar y la erosión costera al funcionar como infraestructura azul (Duarte *et al.*, 2013, Figura 158); introducir esta infraestructura como litorales vivos, aporta otros servicios ecosistémicos fundamentales, como seguridad alimentaria, medios de subsistencia locales (pesca a pequeña escala) y biodiversidad, al ser zonas de crianza de especies comerciales de peces y moluscos, atractivo turístico y fuente de recursos forestales maderables y no maderables como la apicultura, entre muchos más.

**Figura 143.** La presencia de manglares en buen estado de conservación es una SbN para hacer frente a las inundaciones causadas por eventos meteorológicos extremos



**Fuente:** MardeFondo.

### Potencial de mitigación de manglares por USCUS

A nivel nacional, una de las acciones más importantes que se tienen contempladas para la reducción de emisiones de GEI en el sector de Uso del Suelo y Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (USCUS), en el cual se integran los manglares, es la meta de alcanzar al 2030 una tasa cero de deforestación neta (Gobierno de México, 2020), además de mejorar el manejo de los bosques, reforestación de cuencas e incremento de la captura de carbono a través de la conservación y restauración entre otras.

En la NDC actualizada a 2020 de México se incluye al sector USCUS, que, de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI), representa emisiones por 32.4 M tCO<sub>2</sub>e, equivalente al 4.9% del total nacional (INECC, 2015); pero en este mismo sector se estiman absorciones por 163 M t CO<sub>2</sub>e, en 2020, siendo el único que presenta un balance positivo (INECC, 2020).

La meta de mitigación no condicionada para el sector USCUS al 2030 es la reducción del 144 % en las emisiones de CO<sub>2</sub>e (equivalente a -14 M t CO<sub>2</sub>e en el año 2030) respecto a las emisiones del sector en 2013 (33 M t CO<sub>2</sub>e). En este sector se reportan las emisiones y absorciones de los siguientes tipos de usos del suelo: tierras forestales, pastizales, tierras agrícolas, asentamientos humanos y otras tierras. Asimismo, con el fin de aumentar la ambición de la NDC revisada, México se compromete de forma adicional en los temas de *Soluciones basadas en la Naturaleza* y *Carbono azul y protección de mares y costas* (INECC, 2020), estrechamente vinculados con el enfoque de este documento.

En este contexto y derivado de las altas concentraciones de carbono almacenado y de la alta capacidad de secuestrar CO<sub>2</sub> de los manglares, estos ecosistemas toman un rol importante en el logro de las metas relacionadas con alcanzar una tasa de deforestación cero para el 2030 a través de la Estrategia Nacional de

Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (ENAREDD+). Esto implicaría que, en el 2030 se habría reducido alrededor de 24.81 M t CO<sub>2</sub>e que corresponden a la misma cantidad de emisiones que se tuvo por pérdidas de tierras forestales en 2013.

Con base en el análisis presentado de la condición de manglares en el Golfo de México, sus valores en almacenes de carbono y las estimaciones de absorciones de CO<sub>2</sub> por acciones de restauración (incremento de la biomasa aérea, subterránea y en suelos), se estima que existe una excelente oportunidad de que la restauración y conservación de manglares contribuya a emisiones evitadas y absorciones en Áreas Naturales Protegidas (ANPs). Esto derivado de que se reconocen 2,878,637 ha de un total de 8,622,204 ha de superficie forestal que están en algún grado de degradación dentro de las ANP. El país propone recuperar dicha superficie a razón de 10,000 ha anuales de 2015 a 2030, lo que permitiría mitigar alrededor de 1.8 Mt de CO<sub>2</sub> al 2030 (INECC, 2017).

### **Inclusión de estrategias de adaptación y mitigación**

La NDC de México integra temas prioritarios para el país, basados en la conservación y restauración de ecosistemas de carbono azul, promoviendo el incremento y permanencia de los reservorios de carbono.

En este sentido, sincronizar sectores y actividades clave como la protección, la restauración y la gestión sostenible de ecosistemas costeros en dicho instrumento -NDC- así como en los Programas Nacionales y Estatales de Cambio Climático, resulta fundamental para respaldar los esfuerzos para adaptarse al cambio climático y en muchos casos, para conseguir los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

A fin de integrar al carbono azul en estrategias de mitigación y adaptación, incluyendo la contabilidad nacional de GEI, las metas establecidas en la NDC (2020) y los mecanismos como la ENAREDD+, además del manejo y gestión de ANP es importante considerar lo siguiente:

La adaptación desde el carbono azul se asocia a la provisión de bienes y servicios ecosistémicos brindados por los manglares en buena salud y funcionalidad ecológica: regulación, aprovisionamiento, apoyo o soporte y culturales. En este sentido, manejar sosteniblemente, conservar y restaurar los manglares, fortalece el alcance de metas de adaptación basada en ecosistemas.

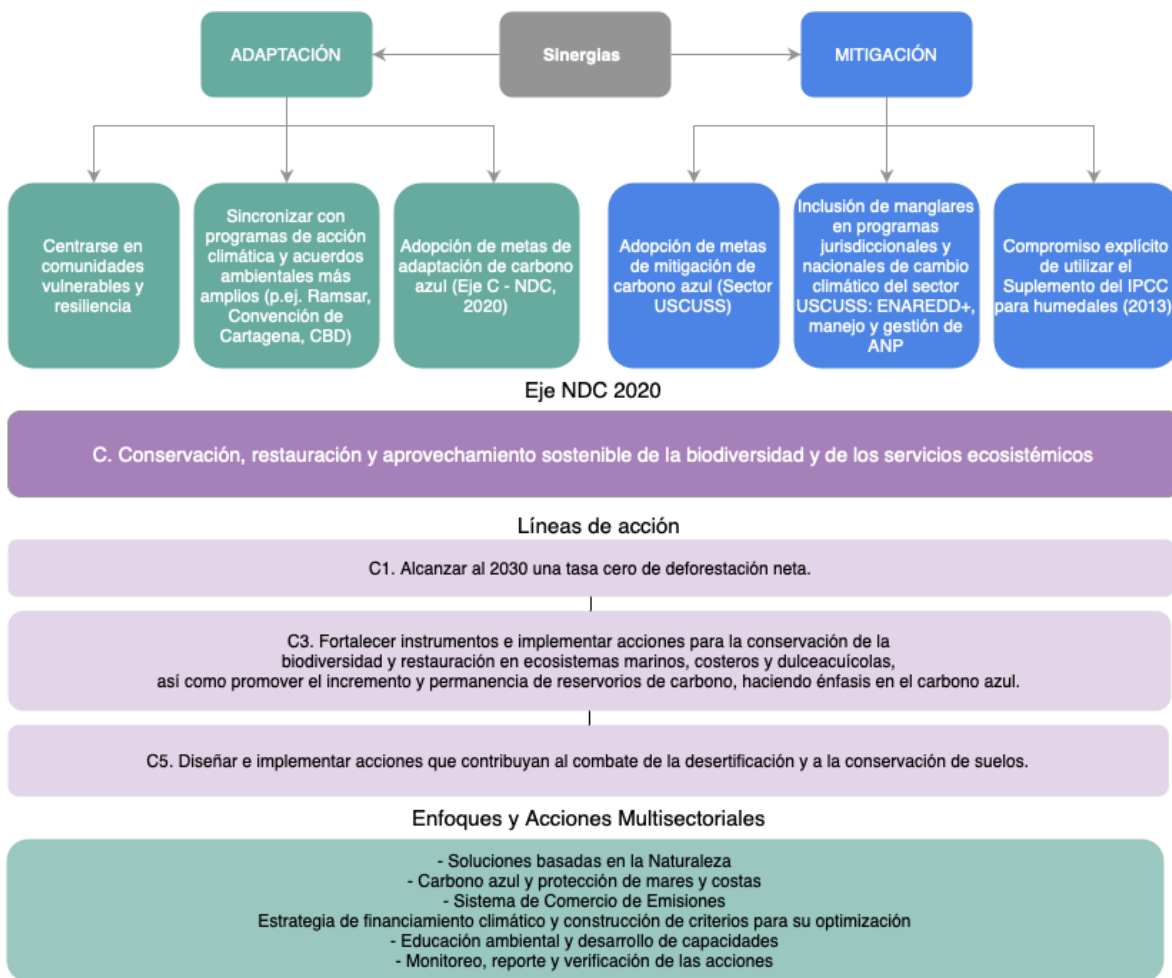
Por otra parte, el rol de mitigación que tienen los manglares los hace un ecosistema clave para alcanzar y aumentar las metas de reducción de emisiones nacionales y jurisdiccionales, ya que son ecosistemas altamente productivos en términos de almacenaje y captura de carbono en sus compartimentos.

Los resultados obtenidos del análisis de almacenes de carbono, superficie y condición de los manglares en el Golfo de México, permite identificar elementos para orientar la implementación de la NDC nacional (Gobierno de México, 2020).

Por lo cual, es altamente recomendable que las acciones/metetas de adaptación y mitigación del sector USCUS se encaminen en sinergia a fin de fortalecer su alcance a través de los enfoques y acciones multisectoriales que el Gobierno de México establece como parte de su agenda climática y los acuerdos ratificados.

A continuación, se presenta un esquema de integración del carbono azul de manglares en estrategias de mitigación y adaptación de la NDC 2020 (Figura 159) en el cual se muestran las sinergias entre adaptación y mitigación en el Eje de Conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos.

**Figura 144.** Inclusión del carbono azul en las NDC para mitigación y adaptación



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Gobierno de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Contribución Determinada a nivel Nacional: México. Versión actualizada 2020

## 11.5 CONCLUSIONES

En términos de adaptación al cambio climático, este capítulo permitió identificar la superficie de manglares y su condición a lo largo del Golfo de México, esta es una región vulnerable a los efectos negativos de eventos hidrometeorológicos. Además, se logró identificar una serie de vacíos de información que prevalecen para llegar a estimaciones de emisiones y absorciones específicas para ecosistemas de manglar con un nivel de certidumbre 2 y 3 (IPCC, 2006) en el marco de los reportes nacionales y a escala estatal ante la CMNUCC u otros mecanismos de acción climática que tengan lugar. Donde datos locales de almacenes de carbono aéreo y subterráneo, así como cartografía local y regional de mayor precisión, son requeridos.

El análisis de los cambios de cobertura de manglares en los estados que integran el Golfo de México permitió identificar que las variaciones en términos de ganancia-pérdida de cobertura no sólo se deben a las actividades humanas, sino también a factores naturales, por lo cual se recomienda generar una base de datos espacialmente explícita que registre este tipo de eventos que tienen potencial de provocar cambios de uso de suelo (ej. huracanes, crecimiento turístico, aumento del nivel del mar, cambios en las costas etc.). El resultado servirá de insumo para priorizar acciones de mantenimiento ecológico y/o restauración (de acuerdo con la severidad del evento) que abone a mitigar la emisión de GEI por causas naturales.

Existe heterogeneidad en la abundancia de datos para las estimaciones locales de almacenes de carbono en los estados del Golfo de México. Se identificó mayor número de reportes de almacenes de carbono para los estados de Campeche y Veracruz (71% del total de los datos). Se recomienda incrementar los esfuerzos de medición de almacenes de carbono en manglares del Golfo de México en particular en Tabasco y Yucatán usando las metodologías alineadas al IPCC (2013). Con esta estrategia se puede tener menor incertidumbre en los reportes para diferentes propósitos como: inventarios nacionales y estatales, comunicaciones y reportes bajo la CMNUCC, los programas e iniciativas REDD+, así como mecanismos de mercado de carbono (voluntario y regulado).

Los mapas de almacenes de carbono para el Golfo de México que se han generado representan una herramienta que resume resultados y contribuye al establecimiento de la línea base de carbono en esta región. Sin embargo, hay que seleccionar el que mejor represente la cobertura del manglar como ecosistema. Este tipo de análisis que incluye la estimación y la cartografía de los almacenes, así como los datos de actividad, se sugiere que se realice con mayor detalle en sitios representativos, como los casos de estudio de Tuxpán y Celestún. Esta aproximación metodológica con detalle de sitio puede ser replicable en todo el país y proporcionar mayor certidumbre a las estimaciones.

Por último, la importancia de socializar los datos recopilados en este y en el resto de los capítulos, así como en proyectos previos con enfoque AbE y SbN, recae en

el éxito y sostenibilidad de los proyectos propuestos. Puesto que, como se ha mencionado anteriormente, esto depende fuertemente de la adopción y el involucramiento de la comunidad local, organizaciones de la sociedad civil de la región y los gobiernos locales. En ese sentido, el siguiente capítulo se centra en las estrategias de socialización.



## 12. CAPÍTULO VIII:

# DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN CON LA COMUNIDAD, ACTORES GUBERNAMENTALES RELEVANTES Y OTROS ACTORES

### 12.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto “Adaptación basada en Ecosistemas costeros, cuenca baja de Tuxpan, Veracruz y Celestún, Yucatán (Proyecto A460)”, concluye con este octavo capítulo. Su objetivo ha sido contribuir al aceleramiento de la implementación del componente de adaptación de la NDC mexicana, en particular la AbE. Este proyecto se encuentra inscrito en el Paquete para la Acción Climática Mejorada, o CAEP (Climate Action Enhancement Package) de *NDC Partnership*, una coalición global de países e instituciones que colaboran para impulsar la acción climática transformadora a través del desarrollo sostenible. *NDC Partnership*, apoya a los países en sus necesidades de implementación de NDC, buscando combatir el cambio climático, así como preparar a las comunidades y ecosistemas para sus posibles impactos y a construir un mejor futuro.

Con el fin de identificar diversas actividades basadas en soluciones naturales para la adaptación al cambio climático, se hizo una búsqueda de proyectos previos ejecutados en todo el Golfo de México, con énfasis en Veracruz y Yucatán, y que los mismos estuvieran relacionados con la restauración de manglar, u otros proyectos relevantes de SbN. En el capítulo 2, se identificaron 44 proyectos llevados a cabo durante los últimos 20 años; y de dicho universo se elaboraron 40 fichas.

De las 40 fichas se extrajeron medidas de adaptación de 9 proyectos, considerando que dichos proyectos reportaron y atendían explícitamente problemáticas asociadas al cambio climático. Además, en el capítulo 3 se hizo una búsqueda bibliográfica de otros proyectos de restauración, conservación y manejo sustentable de manglares en el Golfo de México, encontrándose 49 nuevos proyectos. De éstos, se extrajeron medidas de adaptación de 20 proyectos que también reportaron criterio climático, y aunque su propósito central no fuera necesariamente ese, atendían al criterio de vulnerabilidad.

Del universo de proyectos encontrados en los capítulos 2 y 3, se observó que existen proyectos marco o sombrilla, es decir, iniciativas que engloban a más de uno de los proyectos, y cuyo enfoque incluye la restauración, conservación y

manejo sustentable de los manglares del Golfo de México, ya sea como ecosistema o en sitios piloto dentro de la región. La hipótesis del capítulo 3 considera que, si los proyectos marco reportan el criterio climático, también lo harán los proyectos englobados, aparezcan o no claramente reportados en las fuentes encontradas. De dicho análisis, derivaron una serie de medidas AbE que pueden considerarse en el diseño e implementación de futuros proyectos AbE.

En ese contexto, el capítulo 5 retoma los resultados del capítulo 3 y siguiendo la misma hipótesis respecto a los proyectos sombrilla, se estudiaron principalmente tres proyectos marco AbE exitosos, además de otros enfocados en restauración. Los primeros se llevaron a cabo entre 2005 y 2020 en manglares del Golfo de México, estos proyectos son:

- Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático en México (Proyecto Humedales)
- Conservación de Cuencas Costeras en el contexto de Cambio Climático (Proyecto C6).
- Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas naturales protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático (Proyecto RESILIENCIA)
- Restauración de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Madre, Tamaulipas.
- Restauración de manglares en Tecolutla, Veracruz.
- Evaluación de daños y restauración del ecosistema de manglar en Coloradas, Tabasco.
- Restauración de los humedales del tramo carretero el Remate-Isla Arena, Campeche.
- Rehabilitación de manglar en Celestún, Yucatán.

Una particularidad de los tres proyectos sombrilla analizados en dicho capítulo 5, es que fueron ejecutados con financiamiento internacional. Por la naturaleza de dichos organismos internacionales, los proyectos *per se* promueven la coordinación entre instituciones de los tres órdenes de gobierno, organizaciones de la sociedad civil, sectores productivos, incluyendo la participación de las comunidades en su implementación.

En los tres proyectos sombrilla destaca el liderazgo del sector ambiental de la mano del INECC o la CONANP, para el diseño y ejecución de medidas de AbE. Analizados en conjunto con los proyectos de restauración, se identificaron factores habilitantes que comparten en común los proyectos, que de acuerdo con las lecciones aprendidas apuntan a favorecer su éxito, y que pueden ser considerados en el diseño, y ejecución de futuros proyectos AbE, las cuales se describen a continuación.

- I. La gestión sostenible e integrada de los ecosistemas interdependientes: se trata de un enfoque y un punto de partida metodológico y técnico, de modo que los proyectos maximicen el aumento de la resiliencia social, ambiental y económica de las comunidades costeras de la región.
- II. Participación social y el involucramiento a nivel comunitario: se destaca que las comunidades fueron involucradas en el proceso del diseño y apropiación

- de las medidas de adaptación, se fomentó el empoderamiento de actores clave, el intercambio de experiencias, la adquisición de nuevos aprendizajes técnicos, se tuvieron charlas y talleres de conciencia ecológica, lo cual tuvo un impacto significativo en la vida personal, comunitaria e institucional (INECC, 2016; INECC-PNUD México, 2018).
- III. Enfoque de género: En diversas etapas de los subproyectos se involucró tanto a hombres como a mujeres en las actividades, lo que les permitió intercambiar experiencias, adquirir nuevos aprendizajes técnicos. Algunas de las mujeres manifestaron haber intervenido en diversas actividades como reforestación, viveros, construcción de palafitos, captación y potabilización de agua de lluvia, ecoturismo, talleres participativos, capacitaciones, coordinación de actividades y administración de recursos, lo que ha incrementado su empoderamiento (INECC-PNUD México, 2018).
  - IV. Enfoque multisectorial y coordinación interinstitucional con los tres órdenes de gobierno, organizaciones de la sociedad civil, instituciones locales, y académicos: la efectiva comunicación de los proyectos (tipo de actividades, responsables, actores clave, etc.) a través de talleres, charlas comunitarias y capacitaciones impartidas por las organizaciones e instituciones son importantes para fortalecer el conocimiento del tema de cambio climático. Ello permite a las comunidades reflexionar sobre la situación en la que se encuentran y de alguna manera ir compartiendo propuestas que les ayuden a vivir de mejor manera en sus comunidades (INECC, 2016; INECC-PNUD México, 2018).
  - V. Internalizar incertidumbre y complejidad con proyectos orientados a resultados, con diseño metodológico robusto y flexible que incluya indicadores: es importante detallar el proyecto bajo una estructura ordenada y sistemática que permita establecer metas, objetivos e indicadores, que integre los principales requisitos como los criterios de medidas de adaptación, permita recopilar información para diseñar y operar un sistema de monitoreo y evaluación (M&E), entre otras necesidades técnicas formales para asegurar el alcance de los resultados esperados.

Este capítulo se estructura en tres secciones. La primera consiste en esta introducción y el capítulo 1, que realizan una rápida aproximación al desarrollo y resultados generales del proyecto, así como una síntesis de los siguientes pasos. La segunda sección abarca los capítulos 3 y 4, que desarrollan los insumos y elementos de una propuesta de socialización de proyectos AbE en el territorio, a partir de: 1) la información recabada durante un taller *ad-hoc*, así como 2) la información obtenida a lo largo del desarrollo de los capítulos, particularmente el número 3, 5 y 6. La última sección corresponde a las lecciones aprendidas durante la elaboración de la propuesta de la sección anterior y, a modo de cierre, también incorpora algunas conclusiones globales del proyecto.

## 12.2 RESUMEN DEL PROCESO DE SOCIALIZACIÓN EN LA PRÁCTICA: RESULTADOS DEL TALLER CON IMPLEMENTADORES ABE

Con el fin de fortalecer la elaboración de este capítulo, se diseñó y celebró un taller enfocado en obtener insumos por parte de implementadores de proyectos AbE para la elaboración de la propuesta de una estrategia de socialización. Éste se llevó a cabo de forma virtual, siguiendo los protocolos actuales de trabajo vía remota durante la pandemia por COVID-19 en México. Se celebró el 2 de julio de 2021, bajo el nombre de “Taller implementadores para obtener insumos relacionados con los procesos de socialización y fortalecimiento de capacidades locales en la implementación de proyectos AbE y SbN”.

El taller buscó reunir a implementadores expertos y otros actores con experiencia en las áreas de interés del proyecto. El evento tuvo como objetivo principal y objetivos específicos los mostrados en la tabla 78.

**Tabla 77.** Objetivos del taller con implementadores.

<b>Objetivo general</b>	Obtener insumos relacionados con la experiencia obtenida en procesos de comunicación, socialización y fortalecimiento de capacidades locales en el diseño e implementación de medidas de AbE y SbN en las localidades de Tuxpan y Celestún.
<b>Específico 1</b>	Conocer las experiencias de implementadores de proyectos AbE y SbN que permitan identificar buenas prácticas y lecciones aprendidas en los procesos de socialización de dichos proyectos.
<b>Específico 2</b>	Recopilar insumos para la generación de una estrategia de socialización y que contribuyan al fortalecimiento de capacidades locales en la implementación de AbE y SbN.

El taller contó con la participación de 46 actores de los sectores social, académico y gubernamental. Los asistentes provenían de las siguientes instituciones: Fundación Pedro y Elena, Ducks Unlimited (DUMAC), Fondo Golfo de México (FOGOMEX), Pronatura Veracruz, Fundación San Crisanto, Red de Viveros de Biodiversidad AC, Sinergiaplus, Universidad Veracruzana (UV), Instituto Nacional de Ecología (INECOL), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), INECC, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Veracruz y Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU) Yucatán.

El perfil de participantes al que fue orientado el taller consistió en tres grupos de implementadores de proyectos:

- a) Académicos.
- b) Servidores públicos de los 3 niveles de gobierno.
- c) Técnicos implementadores pertenecientes a Organismos de la Sociedad Civil, Grupos Comunitarios cooperación internacional o academia.

Durante la convocatoria se hizo énfasis en que la composición de participantes fuera equilibrada entre hombres y mujeres. El registro final muestra que asistieron 21 hombres y 25 mujeres.

Se realizó una dinámica con implementadores para obtener insumos para la propuesta de estrategia de socialización. Esta dinámica tuvo como objetivo conocer las opiniones y aportaciones de actores involucrados en el diseño e implementación de proyectos AbE, respecto a la estrategia y actividades de socialización de este tipo de iniciativas. A partir de preguntas clave y una matriz de facilitación, se buscó sistematizar la información y puntos de vista proporcionados por los participantes del taller.

## Síntesis de la implementación y resultados del taller

Durante el taller, se implementaron dos dinámicas, a través de la herramienta Mural (Anexos 8.1 y 8.2). Las dinámicas fueron muy bien aceptadas por los asistentes al taller y hubo mucha participación en su llenado. El resultado final se presenta en el Anexo 8.2, una descripción detallada del taller, así como las preguntas y respuestas que se desarrollaron dentro del mismo se encuentra en el Anexo 8.1.

La dinámica 1 se enfocó en la estrategia de socialización e inclusión de diversos actores en el proceso. Las preguntas giraron alrededor de cuándo es el momento óptimo para socializar las actividades de las medidas de AbE; pasos del proceso de socialización; posibles barreras para la socialización; nivel de apropiación por parte de las comunidades de la medida implementada; actores y casos de éxito. En general, se observó un buen manejo del tema en lo referente a la integración de la población de las comunidades en los proyectos de adaptación; se entiende cuál es su importancia y se identifican factores para detonarlo y sostenerlo en el tiempo. Incluso, se señalaron varias herramientas para este tipo de procesos como la cartografía participativa de Oliver Dollfus, matriz de conflictos y potencialidades y reuniones virtuales.

Sin embargo, no se notó una participación igual de fluida para lo correspondiente a la integración de las autoridades. La mayoría de las razones expuestas cuando se buscó un factor detonante para involucrarlos, señalaron conflictos de

intereses, tanto económicos, políticos, de planeación y se añadió también el factor de irregularidades en las autoridades. Si bien, la participación general de los invitados no dio una postura clara sobre el involucramiento de las autoridades, es pertinente resaltar que para los procesos de adaptación en el territorio se requiere del involucramiento y participación de todos los sectores en el área de intervención.

En la primera dinámica, las preguntas y respuestas se enfocaron en tres tipos de actores que se involucran la ejecución de medidas AbE: la comunidad, las autoridades gubernamentales y otros actores que no estuvieron considerados, pero que los expertos implementadores consideran importante tomar en cuenta. La dinámica 2 estuvo enfocada en conocer la experiencia de los implementadores de proyectos en torno al fortalecimiento de capacidades en temas relevantes para la implementación de proyectos AbE. Para facilitar el ejercicio se diseñó una matriz que posteriormente fue desarrollada como un Mural (Anexo 8.2).

La intención de la dinámica consistió en identificar y plasmar las experiencias de los asistentes respecto a preguntas sobre el tipo de actividades de fortalecimiento que han implementado, las barreras que han encontrado, cómo las han superado, qué factores consideran son clave para facilitar el fortalecimiento de capacidades, si han utilizado herramientas, métodos, aplicaciones o programas relacionados y sugerencias de casos exitosos. Al igual que en la dinámica 1, la participación fue muy nutrida y se obtuvieron diversas perspectivas sobre cada pregunta.

Algunos de los resultados principales incluyen la importancia de crear espacios de diseño participativo en los que se discuta la arquitectura de los proyectos a nivel local, incluyendo el tema de financiamiento. Otro aspecto considerado relevante es fortalecer las capacidades y competencias referidas a temas administrativos y de gestión. Englobando ambos rubros, se sugirió que desde el inicio del proyecto estén considerados los montos de M&E, pues en la experiencia de los asistentes, recurrentemente los proyectos concluyen sin recurso y por ende sin actividades de monitoreo y evaluación, lo cual impacta además en la calidad de las intervenciones. Otro aspecto relevante es la sensibilización de las autoridades locales, además de una socialización exhaustiva con los actores y sectores relevantes en el territorio.

Es importante generar capacidades de diálogo y negociación, lo que puede ayudar a suavizar posturas fuertes, incentivar la cooperación y abrir canales de comunicación fluida y con transparencia. En este sentido, otra lección compartida consiste en ampliar el alcance del dialogo a más sectores que el meramente ambiental, pues existe un sesgo en solo considerar a este tipo de actores e instituciones. Se mencionó que existen oportunidades de rescatar saberes locales a partir de la integración de grupos sociales clave.

Entre las barreras mencionadas, se encuentra carecer de capacitación para el acceso a fondos, que las convocatorias estén diseñadas para instituciones y dejen

de lado el tipo de comunicación que se requiere para que las comunidades tengan acceso a estas financiar.

Un reto importante es la politización de discusiones técnicas y de política pública como en el caso de proyectos AbE. Es necesario que se integren los diferentes sectores desde etapas tempranas, mediante diseños sencillos que integren de forma eficaz las estrategias y acciones a implementar.

Entre las soluciones vinculadas al acceso general a financiamiento, se sugirió continuar con la preparación, asistir a capacitaciones y en general mantenerse actualizado, así como establecer alianzas con diversas organizaciones nacionales e internacionales, lo cual contribuye a facilitar el proceso de socialización y el fortalecimiento de capacidades. Así mismo, el entrar en contacto directo y buscar capacitación con entidades financiadoras.

Se señaló la importancia de integrar a la población en el diseño de los proyectos, incluido el tema del financiamiento, posiblemente como un mecanismo de transparencia. Así mismo, es importante fortalecer capacidades en el ámbito de las competencias administrativas y de gestión para tener acceso a fondos.

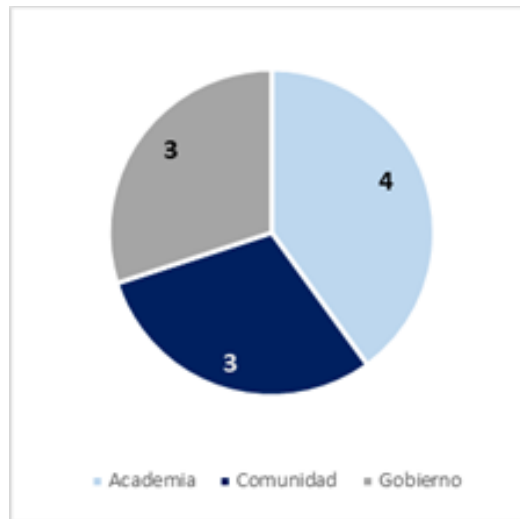
En materia de gobernanza, se sugirió comunicar de forma efectiva los impactos positivos más allá de los temas ambientales, para que más sectores y actores se sumen al proceso de fortalecimiento de capacidades. También se hizo énfasis en reconocer la importancia de los saberes tradicionales, además de mejorar la comunicación entre equipos técnicos y beneficiarios o actores relevantes (*stakeholders*), manteniendo una actitud de horizontalidad.

## Análisis de la encuesta de evaluación del taller

Como parte del seguimiento de los objetivos que se propusieron para el “Taller con implementadores para obtener insumos relacionados con los procesos de socialización y fortalecimiento de capacidades locales en la implementación de proyectos AbE y SbN”, se envió una encuesta de evaluación a los asistentes del taller.

De las 46 personas que atendieron la convocatoria, sólo 10 contestaron la encuesta a pesar de que se dieron más días para atenderla. Dado lo anterior, las estadísticas mencionadas a continuación son un ejercicio de exploración cuyos resultados deberán ser tomados con reserva. La figura 160 muestra la composición de la muestra que atendió la encuesta de evaluación. Para el caso de “Comunidad” se consideraron los participantes que tienen algún cargo en el municipio o que pertenecen a una OSC.



**Figura 145.** Composición de la muestra que atención la encuesta de evaluación

**Fuente:** Elaboración propia

Para el análisis de la encuesta, las preguntas se organizaron en dos grupos, en el primero se encuentran aquellas cuestiones relacionadas con la percepción de los asistentes respecto a las actividades realizadas en el taller.

Los resultados muestran una aceptación general de las actividades y la manera en que se abordaron. Sin embargo, los resultados podrían estar sesgados por el número de personas que respondieron la encuesta y las motivaciones de éstas para hacerlo. Las respuestas que abren paso para fortalecer áreas de oportunidad se relacionan con la cantidad de preguntas por dinámica (1 persona de la comunidad lo mencionó). Algunos más indicaron que faltó tiempo para detallar aspectos (4 personas de los 3 grupos).

En general las opiniones mencionaban que el taller cumplió con sus objetivos, que su realización era muy oportuna ya que contempló un proceso participativo con distintos enfoques y personas con mucha experiencia. Así mismo, se destacó su relevancia a partir de atender el tema de cómo integrar a la población en los proyectos de implementación de medidas AbE.

Alguna de la retroalimentación recibida incluye:

- *Es importante considerar a los actores locales de manera segmentada, es decir, a partir de los sectores donde intervienen.*
- *Se debe buscar desarrollar capacidades que le sean útiles a los beneficiarios de forma individual/colectiva.*

De manera general, se puede concluir que el taller cumplió con los objetivos, se tuvo la asistencia de implementadores expertos en campo, en las instituciones y de gente de las localidades de Tuxpan y Celestún. La participación de los invitados fue activa, por lo que se pudieron obtener distintos enfoques a las preguntas de las dinámicas que buscaban recabar el conocimiento y las experiencias de los participantes. Las áreas de oportunidad identificadas tienen que ver con la administración del tiempo para las actividades.

## 12.3 PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN

En esta sección se plantea una propuesta  *sintética*  de estrategia de socialización para proyectos AbE a nivel territorial. La estrategia busca facilitar el acercamiento con actores locales, dotar de guías flexibles para incorporar la participación social y comunitaria, promover el intercambio de conocimientos, fortalecer capacidades y, por ende, contribuir al éxito de los proyectos implementados. En seguimiento a los aprendizajes obtenidos durante el desarrollo de este y los anteriores capítulos, se integran algunas lecciones aprendidas útiles, ya plasmadas en estos, así como las experiencias compartidas por los asistentes al taller descrito en la sección anterior.

La estrategia permite a los equipos técnicos encargados de plantear y promover un proyecto, contar con métodos y herramientas simples, ajustables, flexibles y escalables. Se trata por lo tanto de una serie de pasos indicativos, re-organizables y, en caso necesario, iterativos. Como método indicado para apoyar la socialización, se ha ordenado en 6 etapas o pasos. No obstante, uno de sus aspectos positivos es el de poder ser aplicado modularmente o en conjunto, dependiendo de la etapa y/o madurez del proyecto.

A partir de la identificación de algunos puntos de referencia durante el proceso de diseño y ejecución de proyectos AbE, se proponen las etapas o pasos mínimos de la estrategia. Con el fin de continuar produciendo aportaciones que se alineen a las definiciones nacionales, en cada una de estas etapas o pasos se identifica su afinidad con la etapa correspondiente dentro del proceso de adaptación.

### Importancia de comunicar y socializar adecuadamente

Un componente clave del éxito de una actividad, proyecto o política pública es el enfoque estratégico de socialización y comunicación. El objetivo es trascender las actividades meramente informativas de difusión, de información o de participación al involucramiento sostenible. Esto se basa en un diálogo abierto, continuo, transparente y constante. Además, un proceso de este tipo favorece la detección de oportunidades para el fortalecimiento de capacidades, recopilación y sistematización de conocimientos, con el fin de que los actores involucrados cuenten con información lo más simétrica posible.

Los pasos estratégicos que se muestran en la subsección 4.2 responden principalmente a las siguientes cuatro necesidades de socialización detectadas. Estas mantienen una cierta correlación teórica con las etapas del proceso de adaptación. Se organizan de forma progresiva, pero como se ha señalado con anterioridad, se trata de necesidades de comunicación que pueden aparecer en cualquier etapa y, por ende, los pasos estratégicos propuestos en la guía son

modulares, flexibles, ajustables y escalables al contexto y requerimientos particulares del territorio en que se aplican.

**Comprensión e información.** - durante un proceso de socialización con un componente de participación y comunicación genuinas, es importante proveer de información pertinente, clara, transparente y suficiente a los actores involucrados. La intención debe ser que, a partir de esta información, los actores e instituciones involucradas comprendan los procesos generales y detallados con los que inicia el desarrollo y diseño de un proyecto. La guía de pasos estratégicos aporta definiciones claras del tipo de actividades e información para las etapas o pasos iniciales y complementa en las etapas posteriores cuando es necesario. Adicionalmente, es necesario la generación de estrategias específicas de difusión de acuerdo con los grupos a involucrar, lo cual requiere de dinámicas diferenciadas o de un uso del lenguaje específico.

**Representatividad y pertinencia.** - un elemento de anclaje que favorece la recepción de una iniciativa, además de su pertinencia como solución y su adecuada contextualización al territorio, consiste en asegurar que de forma transversal y a lo largo de la duración del proyecto se cuente con la mayor representatividad posible de los actores de interés, sean éstos directa o parcialmente involucrados, en una o más etapas del proceso de adaptación del proyecto AbE. Este aspecto es particularmente importante cuando se trata de poblaciones vulnerables, grupos sociales en desventaja y grupos de población objetivo de la iniciativa. La guía de pasos estratégicos señala los puntos detectados como ideales, así como algunas herramientas y métodos que apoyan la integración de una variedad de actores e instituciones con objetivos propios.

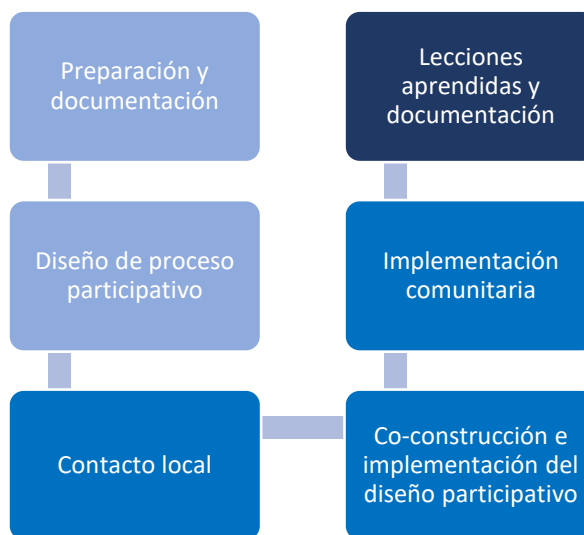
**Apropiación.** - desde las fases iniciales de diseño del proyecto y particularmente a partir de la implementación es un factor resultante de la adecuada implementación de otros como el de comprensión e información, representatividad y pertinencia. Se ha identificado de forma individual por el carácter determinante que tiene para asegurar el éxito del proyecto pues incide directamente en la perdurabilidad de éste.

**Sostenibilidad.** - se trata de una necesidad detectada, tanto como de un resultado o respuesta a la implementación exitosa de la estrategia de socialización. Es uno de los principales objetivos de una intervención en el territorio, pues indica que esta ha sido entendida, implementada y asimilada en consonancia con las prioridades y necesidades locales y que se trata de una solución adecuada a una problemática real. La sostenibilidad de un proyecto no es siempre y necesariamente el que la intervención original perdure en el tiempo. Por ejemplo, en los casos en que las actividades del proyecto han concluido y se requiere de un monitoreo ciudadano, la sostenibilidad puede darse bajo el formato de experiencia y lecciones aprendidas recopiladas y sistematizadas, usadas con éxito en la replicación de la iniciativa original.

## Guía de pasos estratégicos del proceso sugerido de socialización

Esta guía sintetizada se compone de seis pasos estratégicos. Como se ha señalado, su utilidad proviene del carácter modular, de su flexibilidad para escalarse a las circunstancias locales, mantener procesos flexibles pues se trata de pasos sugeridos y actividades indicativas, además de incorporar indicativos de los momentos donde podría preverse que pueden ocurrir iteraciones o conexiones con otro de los pasos.

**Figura 146.** Síntesis de los pasos estratégicos para la socialización de proyectos AbE en el territorio



	Pasos iniciales que se realizan dentro del equipo técnico y/o con aliados locales más cercanos
	Pasos intermedios que se realizan en el marco de la presentación formal del proyecto y su posterior diseño e implementación
	Pasos que se realizan a lo largo del proceso, aunque con carácter de cierre, por ejemplo, de etapas importantes o durante la finalización del proyecto

A continuación, se presenta cada paso estratégico, su objetivo y alineación al proceso de adaptación, las principales actividades detectadas, así como las herramientas sugeridas para apoyar la etapa y los elementos de fortalecimiento de capacidades de relevancia. Como se señaló anteriormente, el valor de un proceso de socialización y comunicación adecuado recae en que éste sea considerado una parte integral del desarrollo del proyecto y no una fase accesoria destinada a solventar los requerimientos legales o institucionales de participación o un proceso únicamente destinado a informar y difundir avances y logros a poblaciones objetivo o audiencias de interés. El proceso de

socialización y comunicación debe diseñarse, madurar y avanzar bajo las premisas, tiempos, recursos y herramientas del proyecto del que hace parte.

### Paso 1: Preparación y documentación

**Objetivo:** esbozar la unidad territorial de la intervención, los objetivos y alcances generales del proyecto y el tipo de intervención a realizar. Que se recopile la información necesaria para proveer un diagnóstico técnico (línea base) y se estable un acercamiento con las instituciones y actores locales.

**Alineación:** Este paso estratégico se alinea con la etapa de “vulnerabilidad actual y futura” del Proceso de adaptación.

Actividad	Resultado o insumo para el siguiente proceso	Responsable	Pertinencia de desarrollo
Definiciones generales del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cédula de información básica del proyecto o intervención AbE a implementar</li> <li>Diagnóstico técnico de la situación inicial referida a la problemática asociada al clima, (línea base) Diagnóstico técnico en lenguaje ciudadano</li> </ul>	Equipo técnico	Alta
Definición de características socioambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapeo de instituciones y actores relevantes de primer acercamiento</li> <li>Diagnóstico socioambiental*.</li> <li>Mapeo de iniciativas desarrolladas en el sitio, vinculadas a la adaptación directa e indirectamente,</li> </ul>	Equipo técnico, Contrapartes y/o aliados locales	Alta

\* Este deberá considerar las problemáticas socioambientales relacionadas con la pobreza y la carencia de recursos y servicios desde una perspectiva de género e interseccionalidad.

#### Herramientas sugeridas:

- Versión sintética de la “Ficha de análisis de la medida de adaptación” de la caja de herramientas del INECC
- Escenarios de cambio climático a escala adecuada
- Directorio de instituciones y actores locales
- Investigación de gabinete, incluyendo datos estadísticos.

- PPT general del proyecto, que sistematiza la información de forma clara, concisa y con lenguaje ciudadano e incluyente

### Elementos del proceso iterativo de fortalecimiento de capacidades

Elemento	Utilidad
Información de proyectos similares	Aprovechar la información sistematizada sobre experiencias y lecciones aprendidas de proyectos con afinidades en el rubro social (configuración similar d grupos sociales, barreras similares subsanadas, grupos de interés con poder de veto)

### Paso 2: Diseño del proceso participativo

**Objetivo:** definir una ruta crítica para la integración del proceso de socialización en una etapa temprana y durante todo el proceso, previendo los recursos y herramientas necesarios para su adecuada implementación

**Alineación:** este paso estratégico se alinea con la etapa de “Diseño de medidas” del proceso de adaptación

Actividad	Resultado o insumo para el siguiente proceso	Responsable	Pertinencia de desarrollo
Definición de etapa de primer acercamiento con actores a instituciones locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decisión sobre arranque de actividades del proceso de socialización (fecha, lugar)</li> </ul>	Equipo técnico aliados locales	Alta y
Definición de la ruta crítica del proceso de socialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de ruta con mapeo del proceso, presupuestos y otros recursos necesarios, plazos y responsables</li> <li>• La hoja incluye actividades de socialización (participación plena y efectiva), comunicación (difusión de información relevante del proyecto conforme a la etapa) y fortalecimiento de capacidades</li> </ul>	Equipo técnico aliados locales	Alta y

		(actividades que refuerzan los conocimientos y aprendizajes colectivos).			
Definición de recursos destinados al proceso de socialización	de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presupuesto destinado al proceso de socialización (incluye realización de encuentros, talleres)</li> </ul>	Equipo técnico aliados locales	y	Alta
Priorización de medidas de adaptación	de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de un Comité de Seguimiento*</li> <li>• Medidas priorizadas, atendiendo los criterios mínimos para el diseño de medidas, que serán seleccionados y ponderados por los expertos locales.</li> </ul>	Equipo técnico aliados locales	y	Alta
Propuesta de indicadores del proceso de socialización	de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batería de indicadores con metas, línea base o referencia, frecuencia de medición, etc. (elementos preliminares hasta confirmación con actores locales)</li> </ul>	Equipo técnico aliados locales	y	Media

\*A partir del equipo implementador, quien es el responsable del cumplimiento de los objetivos; y de los diferentes expertos que serán consultados durante todo el proceso, constituir un Comité de Seguimiento, que se encargará de revisar los avances en el proceso y retroalimentarlo.

#### Herramientas sugeridas:

- Versión sintética de la “Ficha de análisis de la medida de adaptación” de la caja de herramientas del INECC
- Ejemplos de hoja de ruta de procesos que involucren adaptación
- Ejemplos de costos y recursos destinados a talleres, publicaciones y otras actividades de difusión y comunicación en iniciativas de escala similar

### Paso 3: Contacto local

**Objetivo:** definir el momento de inicio del proceso de socialización



**Alineación:** este paso estratégico se alinea con la etapa de “Diseño de medidas” del proceso de adaptación

Actividad	Resultado o insumo para el siguiente proceso	Responsable	Pertinencia de desarrollo
Definición del arranque del proceso de socialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer el momento en el tiempo</li> </ul>	Equipo técnico y aliado local	Alta
Afinación y detalle del mapeo de actores (proviene del paso 1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detallar las instituciones y actores de primer contacto</li> </ul>	Equipo técnico y aliado local	Media
Realización de un taller participativo de presentación formal del proyecto AbE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Directorio actualizado</li> <li>Presentaciones y otros materiales de difusión con elementos básicos</li> <li>Validación de la ruta crítica</li> </ul>	Equipo técnico y aliado local	Alta
Recopilación de insumos para realizar mapeo de posiciones de actores e instituciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Información para nutrir el mapeo de actores, desagregados por sexo.</li> </ul>	Equipo técnico y aliado local	Alta
Recopilación de insumos para establecer un programa de fortalecimiento de capacidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Información para desarrollar un esquema de fortalecimiento de capacidades co-coordinado con el punto focal y otros actores locales interesados. Se determinarán los temas a fortalecer, los formatos, los requerimientos adicionales de información, así como los actores que por su</li> </ul>	Equipo técnico, aliado local y punto focal	Alta

experiencia pueden liderar alguno de los temas (ej. Escenarios de cambio climático puede ser un tema de interés que por su experiencia es ideal que el INECC imparta, mientras que técnicas tradicionales de conservación y restauración puede ser un tema en el que haya experiencia local o lecciones aprendidas de otros proyectos - otros territorios locales-).

#### Herramientas sugeridas:

- Formatos y metodologías de facilitación y moderación
- “Cuestionario a personas encargadas de la implementación”, “cuestionario a personas beneficiarias” y “taller participativo” de la caja de herramientas del INECC.

### Paso 4: Co-construcción e implementación del proceso de diseño participativo

**Objetivo:** proveer las herramientas alineadas al proceso de socialización y al de adaptación, para asegurar la participación plena, autónoma, efectiva, transparente de los actores involucrados

**Alineación:** este paso estratégico se alinea con la etapa de “Diseño de medidas” del proceso de adaptación

Actividad	Resultado o insumo para el siguiente proceso	Responsable	Pertinencia de desarrollo
-----------	--	-------------	---------------------------

Seguimiento a las actividades de la hoja de ruta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calendarización de encuentros, talleres, mesas de trabajo</li> <li>• Seguimiento de acuerdos en minutas</li> </ul>	Equipo técnico, aliado local y punto focal local	Alta
Diseño e implementación de talleres, encuentros y mesas de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de sesiones de trabajo periódicas con frecuencia determinada o bajo demanda</li> <li>• Retroalimentación entre información técnica y conocimientos y saberes locales</li> </ul>	Equipo técnico, aliado local y punto focal local	Alta
Construcción de narrativas y mensajes apropiados para los tipos de posiciones detectados entre actores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de una meta narrativa que engloba los objetivos, metas y principales beneficios del proyecto (más allá de solamente los ambientales, ya que los co-beneficios contribuyen a la apropiación)</li> <li>• Diseño de mensajes a partir de la meta narrativa con lenguaje que se ajuste a las preferencias de los grupos de actores y sus posiciones</li> </ul>	Equipo técnico, aliado local y punto focal local	Alta
Establecimiento de procesos para retroalimentar elementos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de ruta del proceso de socialización retroalimentada</li> <li>• Elementos técnicos como diagnósticos retroalimentados y nutridos con conocimientos locales</li> <li>• Mapeo de actores nutrido</li> </ul>		

Diseño de actividades para retroalimentar los diagnósticos técnicos con la percepción social.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de fortalecimiento de capacidades retroalimentado</li> <li>• Mapeo de líderes locales con conocimiento sobre su comunidad.</li> <li>• Calendarización de eventos (talleres, reuniones, mesas de trabajo) ajustadas al proceso general, para recabar información sobre los procesos locales relacionados con la problemática que se busca atender.</li> <li>• Material de trabajo a usar (cuestionarios, dinámicas, agendas, Etc.)</li> </ul>	Equipo técnico, aliado local y punto focal local	Alta
---	--	--	------

**Herramientas sugeridas:**

Anexo herramienta sugerida para la segmentación de actores e instituciones

**Paso 5: Implementación comunitaria**

**Objetivo:** impulsar y facilitar la participación de las instituciones y actores locales

**Alineación:** este paso estratégico se alinea con la etapa de “Implementación de las medidas” del proceso de adaptación

Actividad	Resultado o insumo para el siguiente proceso	Responsable	Pertinencia de desarrollo
Seguimiento e implementación de las actividades de la hoja de ruta <i>retroalimentada</i>	Actividades de implementación realizadas	Punto focal, actores locales, equipo técnico	Alta

Seguimiento e implementación del programa de fortalecimiento de capacidades *retroalimentado*

Actividades de fortalecimiento de capacidades realizadas

Punto focal, actores locales, equipo técnico

Alta

Implementación de actividades de M&E comunitario

Insumos para el sistema de M&E del proyecto

Punto focal y actores locales

Alta

### Herramientas sugeridas:

- Propuesta de sistema M&E
- Hoja de ruta y programa de fortalecimiento de capacidades
- Otras determinadas por los actores locales

## Paso 6: Lecciones aprendidas y documentación

**Objetivo:** reunir y sistematizar la experiencia bajo el formato de lecciones aprendidas para contribuir con el escalamiento de proyectos AbE y la difusión de experiencias exitosas

**Alineación:** este paso estratégico se alinea con la etapa de “Resultados” del proceso de adaptación

Actividad	Resultado o insumo para el siguiente proceso	Responsable	Pertinencia de desarrollo
Definición por etapa del proyecto o durante su cierre, sobre las actividades comunitarias para recopilar y sistematizar lecciones aprendidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades integradas en hoja de ruta retroalimentada</li> </ul>	Punto focal, actores locales, equipo técnico	Alta
Recopilación y sistematización de lecciones aprendidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos, minutas, materiales de difusión, libros blancos, y otros formatos de evidencia de las</li> </ul>	Punto focal, actores locales, equipo técnico	Alta

<p>Taller de lecciones aprendidas con beneficiarios y actores locales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• experiencias y lecciones</li> <li>• Relatoría de las experiencias compartidas tanto por los beneficiarios como por los actores locales involucrados.</li> <li>• Sistematización de la información obtenida a través de dinámica, con el objetivo de identificar áreas de oportunidad para el proceso de socialización.</li> </ul>	<p>Punto focal, Alta actores locales, equipo técnico</p>
---	--	--

### Elementos del proceso iterativo de fortalecimiento de capacidades

Elemento	Utilidad
<p>Punto focal especializado</p>	<p>Determinar un punto focal para el tema de fortalecimiento de capacidades puede contribuir a la percepción de horizontalidad, al contar con un coordinador que establezca un diálogo con su contra parte en el equipo técnico. Asegura además que el lenguaje y aproximación utilizada sean culturalmente apropiados y favorece la integración de aprendizajes locales, comunitarios, conocimientos y saberes locales.</p>

Los productos finales serán los insumos para futuros proyectos, por lo que se sugiere elaborar y difundir material en diversos formatos como reportes impresos videos cortos y trípticos, ya que el repositorio (físico y digital) es importante para que la información no se pierda de haber cambios de personal, principalmente en instituciones de gobierno. También es importante generar metadatos de la información generada para poder conocer a detalle los procesos que se han implementado.

## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

A lo largo de este trabajo se enumeraron una serie de recomendaciones, las cuales se sintetizan en las siguientes secciones a manera de conclusión, lecciones aprendidas y siguientes pasos del proyecto “Adaptación basada en ecosistemas costeros cuenca baja del municipio de Tuxpan, Veracruz y Celestún, Yucatán. Proyecto CAEP A460”. En los capítulos iniciales I y II se realizó un primer acercamiento a las regiones de estudio desde la caracterización socioambiental y económica, hasta el mapeo de iniciativas con enfoque de AbE. Dentro de las conclusiones principales respecto a la caracterización de los sitios:

- Ambos sitios cuentan con extensiones significativas de ecosistemas de manglar, a través de los cuales es posible fortalecer la resiliencia de las comunidades y reducir los impactos del cambio climático, ya que son la primera barrera de contención de vientos y oleadas, sitios de crianza de peces y moluscos.
- Los manglares de estas comunidades han sido afectados debido a actividades humanas como la extracción de madera para combustible, la construcción de viviendas, el incremento de desechos sólidos, las modificaciones en los flujos naturales de agua, etc. Esta pérdida de manglar, junto con los efectos negativos provocados por cambios en los patrones climatológicos, aumentarán la vulnerabilidad socioambiental y económica de las comunidades ante el cambio climático.
- Para poder identificar acciones de AbE a implementar, que permitan aumentar la adaptación y el aumento de la resiliencia de las comunidades ante el cambio climático, así como el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, es necesario contar con datos actualizados de la cobertura y la distribución de los ecosistemas. Dicha información es relevante en la toma de decisiones de manejo con enfoque de AbE; sin embargo, la información existente es poca y, generalmente, se encuentra dispersa.
- Los análisis de vulnerabilidad de las comunidades y los ecosistemas al cambio climático permitieron determinar en qué medida será necesario implementar acciones de mitigación y de adaptación al cambio climático. Una adecuada evaluación de la vulnerabilidad facilita la identificación de acciones necesarias para reducir las debilidades identificadas, así como incrementar la capacidad de adaptación y recuperación del ecosistema y de las comunidades que viven en sus alrededores.
- El ANVCC (2019) recomienda desarrollar o actualizar el atlas municipal de riesgo de Celestún a fin de que las inundaciones sean consideradas como principal vulnerabilidad de las poblaciones. Así como desarrollar un plan de contingencias, alertas tempranas y difusión del peligro a la población. Una adecuada evaluación de vulnerabilidad facilita la identificación de acciones de adaptación al cambio climático para reducir las debilidades identificadas e incrementar la capacidad de adaptación y recuperación



del ecosistema de acuerdo con sus características y cambios, así como su relación con las comunidades que viven en sus alrededores.

- Hoy en día, existen herramientas de percepción remota y acceso a imágenes satelitales, que podría facilitar el estudio del cambio en la cobertura forestal, sin embargo, aún no hay iniciativas nacionales con suficiente precisión y definición para estudiar el cambio de cobertura anual de manglares
- Para conducir a los municipios de Tuxpan y Celestún hacia un desarrollo sostenible que asegure el aumento en la calidad de vida de las poblaciones, es necesario desarrollar diagnósticos y planes estratégicos en materia ambiental y urbana, buscando proteger y restaurar los ecosistemas, asegurando la provisión de servicios ambientales necesarios para el desarrollo económico, la resiliencia al cambio climático y la mitigación de este, a la vez que se conserva el capital natural del país. Una política integral y efectiva no es posible sin la participación de diversos actores, incluyendo a los pobladores locales, grupos ambientalistas, Organizaciones de las Sociedad Civil e instituciones académicas.

Respecto a los proyectos de AbE rastreados en el Golfo de México:

- La información oficial respecto a las áreas degradadas de manglar presenta inconsistencias relacionadas con las herramientas de análisis, insumos y la participación de expertos entre periodos de análisis. Mientras que en el periodo 2005-2010 se reportan pérdidas de manglar en todos los estados del Golfo de México; en el periodo 2010-2015 se reportan incrementos en las áreas de manglar en buena condición, situación que es difícil de alcanzar tanto por regeneración natural como por restauración. De este análisis se desprende que, a escala regional y local, la superficie de manglar degradado en el Golfo de México y que se ha recuperado por acciones de restauración es incierta. Por lo anterior, se recomienda implementar evaluaciones de la superficie de manglares en condición degradada a escala de sitio; así como el uso de nuevas tecnologías de alto grado de resolución espacial, como drones e interpretación de imágenes con ayuda de expertos que desarrollen un software de análisis remoto y los usuarios obtengan productos en el corto plazo. Dicha información es clave para el monitoreo y evaluación de los impactos y constituye la línea base para identificar el éxito de los proyectos de Adaptación basada en Ecosistemas, vinculadas a la restauración y manejo de manglar.
- Es recomendable que los proyectos incluyan en sus reportes datos como información del estado previo y metas alcanzadas de las actividades, costos, y si se involucró a las comunidades y de qué forma. La valoración económica, análisis de costo-beneficio y análisis a largo plazo de los resultados del proyecto deberán ser parte fundamental de todos los proyectos. Adicionalmente, existe una necesidad de definir una serie de criterios de adaptación, por medio de los cuales se pueda realizar el reporte, monitoreo y evaluación de los objetivos, resultados y actividades de los proyectos de AbE. Ello a fin de aumentar la transparencia de los proyectos, tanto para el cumplimiento de las normas nacionales, como

para contabilizar los esfuerzos nacionales a alcanzar sus metas previstas en las NDC.

- Sería necesario justificar la elección de las acciones de AbE a implementar, con base en las características de los ecosistemas y comunidades locales, así como un sistema de monitoreo y evaluación de resultados y metas alcanzadas.
- Existe una necesidad de desarrollar indicadores de monitoreo y evaluación que midan la adaptación efectiva, incluyendo indicadores generales de adaptación, así como indicadores específicos de AbE y métodos cualitativos y cuantitativos para evaluar el impacto sobre la vulnerabilidad, así como de la percepción social por parte de las comunidades y actores clave, lo cual requiere, a su vez, una línea base robusta.
- Es recomendable que desde el diseño de los proyectos se especifique de qué manera se contribuye a la implementación de la Agenda 2030 y de la NDC de México, o incluso otros compromisos internacionales, apuntalando, desde la concepción del proyecto a generar estrategias integrales y a potenciar sinergias entre objetivos.
- Es necesario aumentar las acciones de capacitación y transferencia de conocimientos entre diferentes sectores de la población, incluyendo comunidades, implementadores de proyectos, instituciones académicas y de investigación, asociaciones de la sociedad civil, etc. Esto permitirá homogeneizar el conocimiento sobre Soluciones Basadas en la Naturaleza y Adaptación basada en Ecosistemas, facilitando su comprensión e inclusión dentro de proyectos futuros.
- Es imperativo fortalecer los enfoques multidisciplinarios en los planificadores, tomadores de decisiones e implementadores a fin de, formular y desarrollar políticas y acciones mucho más transversales e integrales

Respecto a la valoración económica, se sugiere considerar que:

- Es importante señalar que los rangos de beneficios y costos estimados se superponen, esto es, para valores bajos de los beneficios existen algunos valores altos de costos que podrían indicar que la conservación no es económicamente viable. Por ejemplo, si consideramos un escenario donde el 100% de la superficie se dedique a la producción de limón y que se extraiga solo el 1% anualmente de los inventarios de recursos maderables, una barrera de 2 metros de altura y que solo el 10% del área se dedique a actividades de recreación. Bajo este escenario los costos superan a los beneficios. Sin embargo, la probabilidad de que este escenario ocurra es muy baja debido a que la producción agrícola en monocultivo suele no ser una estrategia efectiva de adaptación al cambio climático y el terreno podría no ser idóneo para la producción de limón en el 100% de la superficie.
- A pesar de que los valores estimados en el ACB de este estudio se encuentran dentro de los rangos estimados para otras regiones, es importante que el lector considere lo siguiente al momento de interpretar los resultados. Primero, el valor económico del servicio ecosistémico de la

protección costera obtenido mediante el método de costos de reemplazo podría sobreestimar el valor real. Esto se debe a que se asume que los beneficiarios de dicho servicio estarían dispuestos a pagar una cantidad constante por cada metro adicional con el que cuente la barrera artificial que reemplaza a la barrera natural (mangle). Podría suceder que exista una disposición marginal a pagar por un metro adicional de protección decreciente, es decir, la disposición a pagar por el primer metro de protección sería más alta que por los subsecuentes metros adicionales cuando ya se cuenta con una barrera de una extensión considerable.

- En el caso de la valoración de la provisión de recursos maderables se asume que los costos de extracción son cero debido a la falta de información sobre costos. En este sentido, los resultados sobreestiman el valor del flujo de recursos maderables y, por lo tanto, es recomendable recolectar información primaria en el sitio de estudio. Sin embargo, el valor de estos flujos de recursos representa en promedio el 1.82% del valor total de los beneficios.
- Por tanto, incluso imputando algún valor a los costos, los resultados generales del ACB no se modifican. Respecto al valor de la recreación éste se aproximó mediante el método de transferencia de beneficios y puede tener sesgos debido a que las valoraciones originales se desarrollaron en contextos diferentes al del caso de estudio. Este sesgo se minimiza cuando consideramos únicamente los estudios que se han realizado para México.

Respecto a los almacenes de carbono en manglares:

- Las comunidades costeras son especialmente vulnerables a los efectos negativos de cambio climático, por lo que el manejo sostenible, conservación y restauración de los manglares de la región, conllevan una oportunidad de incrementar su resiliencia ante el cambio climático. Así mismo, estas acciones permiten la diversificación de medios de vida locales, aumentando así aspectos de índole socioeconómico asociados al manglar como la pesca, ecoturismo, aprovechamiento forestal sustentable y apicultura, entre otros. Por lo que se recomienda que, en el diseño y planeación de estrategias de mitigación para carbono azul, el componente de adaptación sea una sinergia intrínseca, tal y como se ha establecido en la NDC 2020.
- Se recomienda, además, que la información sobre almacenes de carbono azul en manglares, estimaciones de absorciones y emisiones derivadas de las dinámicas de USCUS sean consideradas y sincronizadas con programas de acción climática y acuerdos ambientales más amplios (p.ej. Ramsar, Convención de Cartagena, CBD).
- Se recomienda la consideración específica de manglares como ecosistema de carbono azul en programas jurisdiccionales y nacionales de cambio climático del sector USCUS, ENAREDD+, manejo y gestión de áreas naturales protegidas. Adicionalmente, se recomienda que estimaciones de usos del suelo y cambio de uso de suelo para manglares sean realizados y constatados por al menos dos fuentes nacionales oficiales y datos locales. En este caso se emplearon las capas de manglares

provistas por la CONABIO, CONAFOR e INEGI, así como validación en campo y consultas a expertos.

- Se sugiere que los criterios usados para la elaboración de la cartografía de manglares incluyan no sólo el de cobertura de vegetación, sino también el funcional que se relaciona con el de uso del suelo. Un área de manglar sin cobertura vegetal que no ha sufrido cambio de uso de suelo sigue siendo manglar, por lo que debe ser contabilizado en el total de la superficie reportada, con la especificación de que esta en otra condición.
- La degradación y deforestación de manglares en el Golfo de México no se ha detenido pese a los múltiples esfuerzos interinstitucionales. Las causas son variadas, por lo que se recomienda determinar los Factores de Emisión para distintos usos del suelo y cambios de usos de suelo para manglares, de modo que las estimaciones de emisiones y absorciones sean más precisas. Se deben conocer los almacenes de carbono bajo el mismo uso de suelo (por ejemplo, manglar degradado o deforestado) y el específico que causó la conversión de manglar (uso forestal) a pastizales para ganadería (praderas) o para agricultura. Adicionalmente, existe un rezago muy grande en estimaciones de emisiones de otros GEI en manglares, como CH<sub>4</sub>.
- En el marco de los esfuerzos nacionales y jurisdiccionales en materia de cambio climático, es recomendable complementar estudios de línea base de carbono en manglares, con análisis de cobeneficios asociados al carbono. El diseño participativo de indicadores y estrategias de monitoreo (MRV, M&E), servirán para generar reportes e inventarios de GEI con mayor grado de certidumbre. En este sentido, la información presentada es un insumo para considerar en los reportes nacionales de inventarios de GEI.
- Para contribuir a las metas de reducción de emisiones de la NDC (-22% no condicionada) se recomienda valorar el costo-beneficio asociado a la conservación de los sumideros de carbono en manglares y su relación al riesgo y vulnerabilidad que presentan frente al cambio de uso de suelo y degradación por actividades humanas y naturales (emisiones evitadas), así como a la absorción de CO<sub>2</sub> como resultado de la restauración asistida y natural de manglares degradados.

## 14. SIGUIENTES PASOS

Este proyecto ha avanzado por dos vías paralelas que se retroalimentan entre sí y que contribuyen a profundizar el conocimiento sobre la implementación de proyectos AbE en el contexto de la NDC del país, para ecosistemas costeros, con un enfoque particular en el Golfo de México, para las regiones de Tuxpan y Celestún. Por un lado, analizando y contrastando los casos específicos de Tuxpan y Celestún a partir de diversas herramientas metodológicas y técnicas desarrolladas por el INECC en torno a la adaptación y aplicándolas al contexto AbE. Por ejemplo, a partir del proceso de adaptación y sus instrumentos, como los criterios para definir medidas de adaptación o la caja de herramientas para

M&E. Por el otro, a través de la profundización en temas técnicos especializados de tipo ambiental, económico y social; por ejemplo, por medio de análisis costo-beneficio de las medidas para la región. En este sentido, los hallazgos, resultados, lecciones aprendidas y conclusiones de trabajo pretenden aportar a la diversidad de posibles escenarios que entraña la implementación de iniciativas de este tipo.

De esta forma, a continuación, se enumeran algunos de los posibles siguientes pasos sugeridos desde la experiencia obtenida durante el desarrollo del proyecto. Estos implican profundizar las actividades desarrolladas en éste, aunque también otros sugieren explorar nuevas vías que permitan solventar algunas de las barreras encontradas.

- En cuanto las medidas sanitarias lo permitan, ensayar, pilotear o practicar las propuestas vertidas en los capítulos de este documento a nivel local, con actores de las comunidades involucradas en los proyectos. Continuar construyendo desde la experiencia y en conjunto con actores representativos de los procesos sociales locales. Una fortaleza detectada en el transcurso de este proyecto es el de probar las definiciones, métodos y herramientas que ha desarrollado el INECC, a partir de la experiencia de actores con diversos grados de involucramiento y experiencia local. Estas recomendaciones e insumos de los actores han sido incorporadas, por ejemplo, en la propuesta de sistema de M&E o en la guía de pasos estratégicos para la socialización de proyectos AbE en el territorio.
- Las propuestas desarrolladas en este proyecto mantienen cierta flexibilidad, lo que las convierte en herramientas con posibles aplicaciones en otros ámbitos y enfoque de la adaptación. Al mismo tiempo, será relevante realizar ajustes de estas mismas, en caso de llevarse a cabo los procesos de pilotaje sugeridos anteriormente.
- Se requiere expandir y profundizar la difusión del marco conceptual y técnico que acompaña a los temas de AbE y SbN. Existe poco conocimiento de este enfoque en los actores del territorio, lo que dificulta profundizar. Se trata, sin duda, de un proceso progresivo que además se verá beneficiado de herramientas como la guía de pasos estratégicos para la socialización, por lo que se recomienda no perder de vista los componentes de comunicación, difusión y socialización de los proyectos a implementar en el territorio.
- Mantener y aprovechar la experiencia del INECC desarrollando y reuniendo a grupos de expertos en temas de adaptación. En concreto para AbE el fortalecimiento de capacidades podría avanzar por dos vertientes. La primera a nivel institucional, continuando con las iniciativas del instituto para realizar eventos y talleres relacionados, con actores a nivel federal, además de seguir incorporando a los sectores y actores locales. Por otro lado, continuar proveyendo de herramientas, definiciones, plataformas, enfoques, criterios, metodologías, etc. para que los implementadores locales cuenten con elementos para fortalecer capacidades alrededor del tema de AbE.
- Sería deseable realizar una revisión a nivel institucional sobre el tipo de información que el público técnico demanda y la que se ofrece en torno al

tema de AbE, por ejemplo, la demanda y oferta de información para la elaboración y actualización de las políticas públicas y sus documentos relacionados como la NDC, actualización de la ENCC, Programa Especial de Cambio Climático (PECC) sexenal, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT), programas estatales en la materia, proyectos locales en el territorio, etc. Esto incluye seguir fortaleciendo la comprensión en temas técnicos como indicadores para AbE, a partir del hallazgo durante este proyecto sobre la muy baja comprensión y desarrollo de este tipo de variables, que suelen confundirse con variables ecológicas.

## 15. LECCIONES APRENDIDAS

Con el trabajo realizado en este proyecto, se cuenta con información y propuestas de herramientas para seguir detallando el diseño e implementación de proyectos AbE a nivel local en México. Estos elementos han sido diseñados a partir de tres principales fuentes de información: definiciones, herramientas y orientaciones provistas por el INECC, insumos de actores involucrados en el diseño e implementación, además de la experiencia del equipo encargado del proyecto. A grandes rasgos, el proceso seguido puede sintetizarse como una contextualización de las herramientas y definiciones existentes que, a través de la experiencia de actores relevantes, se ajusta de tal forma que sean apropiadas al tipo de dinámicas y necesidades locales, donde finalmente serán aplicadas para contribuir a fortalecer la implementación de proyectos AbE. En este sentido, se enlistan las principales lecciones aprendidas, seguidas de algunos siguientes pasos sugeridos.

Resulta valioso confirmar y contrastar los hallazgos obtenidos a partir de la revisión documental, con grupos de actores involucrados en el diseño e implementación, así como probar en el nivel teórico y práctico las herramientas, proponiendo los ajustes necesarios conforme a los insumos recibidos en sesiones de trabajo.

Existen barreras a la plena participación bajo el formato o modalidad electrónica y a distancia. Este aspecto es relevante pues, durante el proyecto no fue posible llegar al nivel local-comunitario. Se logró un acercamiento relativamente directo hasta el nivel de implementadores locales (instituciones públicas, academia, OSC), sin embargo, queda pendiente la interacción con actores beneficiados y grupos de población de las comunidades.

A continuación, se detallan algunas lecciones aprendidas que se recomienda revisar tanto para el diseño, como la implementación de un sistema de M&E para medidas AbE relacionadas con manglares y sus servicios ecosistémicos.

Sobre el diseño del sistema M&E

1. Es importante que, una vez identificados los actores clave que participarán en el diseño del sistema M&E, se les capacite en conceptos sobre el proceso de adaptación, los factores clave que hacen a una medida AbE y los sistemas M&E y su importancia, para homologar criterios y objetivos en el diseño.
2. Para la identificación/diseño/selección de indicadores de impacto se debe considerar que las respuestas en el suministro de beneficios tangibles de las medidas AbE se dan en tiempos muy distintos dependiendo, entre otras cosas, del contexto ecológico donde se desarrollen. Por ejemplo, el tiempo de recuperación de los servicios ecosistémicos de un manglar dependerá del nivel de degradación del ecosistema en conjunto. También



es relevante considerar este punto para el financiamiento y la sostenibilidad del monitoreo.

3. Dado que los manglares son ecosistemas concatenados con arrecifes, pastos marinos y otras comunidades marinas, se torna necesaria la creación de indicadores de conectividad funcional para conocer cómo el mejoramiento de manglares favorece la salud de otros ecosistemas altamente sensibles y de importancia social y económica. La conectividad estructural puede ser analizada mediante índices o métricas del paisaje calculados a través de SIG. Se debe considerar la generación de guías técnicas para el análisis espacial de la conectividad en sitios intervenidos. La información que se está generando a nivel local por la academia y grupos civiles debe ser integrada en sistemas de gestión especialmente el que propone CONABIO Sistema Nacional de Información Sobre Restauración.
4. Insistir en la necesidad de la participación social y de los gobiernos municipales en el conocimiento de experiencias locales. Diseñar e implementar las estrategias necesarias para asegurar la participación social y la de las autoridades locales. Una buena parte del monitoreo y la evaluación requieren ser diseñados de acuerdo con los intereses, características, necesidades, motivaciones y prioridades locales.
5. Los sistemas de transparencia y acceso a la información del gobierno federal proporcionan una base de información que, si bien es necesario ordenar porque proviene de diferentes instituciones (cada una usa un formato distinto), proporciona referencias oficiales tanto técnicas como financieras para la aplicación de las medidas y sus sistemas M&E.

#### Sobre la Implementación de un sistema M&E

1. Se ha involucrado más a las comunidades rurales en la aplicación de medidas AbE y se torna evidente la necesidad de hacer partícipe al sector industrial tanto en Celestún (turismo-producción de sal) como en Tuxpan (turismo, industria termoeléctrica y actividad portuaria).
2. A nivel local, se requiere la coordinación con grupos académicos que generen indicadores sobre el estado de conservación del ecosistema, sociales, económicos relacionados con el manglar.
3. Necesidad de generar mayores capacidades para que las medidas de adaptación a nivel local consideren elementos para su monitoreo y evaluación. La capacitación, sensibilización y difusión es primordial para lograr sumar a más actores.
4. En todo el proceso de M&E es fundamental el compromiso de distintos actores locales y la inclusión de jóvenes, académicos e investigadores.
5. Es importante que los mecanismos de monitoreo y evaluación se hagan periódicamente e involucrando a la comunidad de manera participativa.
6. Facilitar y cumplir con el marco legal y administrativo para desarrollar ágilmente las medidas. Por ejemplo, en el uso de especies de mangle para reforestar se requieren permisos de UMA, así como de colecta de germoplasma.
7. Asegurar que en la zona de impacto de las inversiones federales, estatales y municipales estén alineadas o al menos no contrarias, es decir que

promuevan por un lado la reforestación y por otro lado la apertura de tierras de cultivo.

Sobre el fortalecimiento de los sistemas de M&E

1. Es importante partir de un diagnóstico robusto de vulnerabilidad socioambiental debido a un estrés climático, pero también es importante considerar factibilidad ambiental y social para implementar la medida. El primer punto analizar la salud del sistema ambiental para revisar si nos dará los resultados que esperamos; el segundo analiza las condiciones en la población local desde una perspectiva de género e interculturalidad, para identificar si la medida va acorde con sus actividades e intereses o genera efectos no deseados.
2. Es imprescindible partir del estudio detallado de experiencias anteriores (por ejemplo, la restauración del manglar) para clasificar los umbrales de intervención y de respuesta tanto del ecosistema como de las comunidades rurales y urbanas en un contexto de vulnerabilidad al cambio climático.
3. Una manera de robustecer el sistema de M&E a través de sus indicadores ambientales locales, es incorporando estos indicadores a un sistema nacional de información, como el sistema sobre restauración forestal que está emprendiendo CONABIO.
4. Durante la instrumentación del sistema de M&E, la labor de gestión y financiamiento es esencial. Para el cumplimiento de objetivos es fundamental contar con certeza económica a mediano y largo plazo, una vez que se haya implementado la acción.
5. Es crucial la generación y fortalecimiento de capacidades locales en los temas y necesidades técnicas y administrativas de las medidas AbE. Se deduce del análisis de experiencias locales que entre más involucramiento poblacional y gobiernos locales estén participando, mayor será la continuidad y apropiación de la medida.
6. En la implementación de la medida es esencial el seguimiento técnico constante con la comunidad. De igual forma, es necesario desarrollar un mecanismo de seguimiento y acompañamiento técnico por al menos cinco años después de que se implementa la medida de adaptación.

## 16. REFERENCIAS

1. Abdullah, M., Mamat, M. P., Morni, A., Kamri, T., Yacob, M. R. y Fui, L. H. (2020). The Economic Impacts Of Rehabilitation Of Selabat Mudflats Nature Reserve, Kuching, Sarawak. *Malaysian Journal of Geosciences (MJG)*, 4(1), 19-21.
2. Aburto-Oropeza, O., Ezcurra, E., Danemann, G., Valdez, V., Murray, J. y Sala, E. (2008). Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(30), 10456- 10459.
3. Acosta-Lugo, E., Alonzo-Parra, D., Andrade-Hernández, M., Castillo-Tzab, D., Chablé- Santo, J., Durán, R., Espadas-Manrique, C., Fernández-Stohanzlova, I., Fraga, J., Galicia, E., González-Iturbe J. A., Herrera-Silveira, J., Sosa-Escalante, J., Villalobos-Zapata G. J. y Tun-Dzul F. (2010). Plan de Conservación de la Eco-región Petenes-Celestún-Palmar. Universidad Autónoma de Campeche. Pronatura Península de Yucatán. A.C. 184 p.
4. Acuerdo de París, hecho en París el doce de diciembre de dos mil quince. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de noviembre de 2016. Recuperado de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5459825&fecha=04/11/2016](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5459825&fecha=04/11/2016)
5. Adame, M. F., Kauffman, J. B., Medina, I., Gamboa, J. N., Torres, O., Caamal, J. P., Reza, M. Y Herrera-Silveira, J. A. (2013). Carbon Stocks of Tropical Coastal Wetlands within the Karstic Landscape of the Mexican Caribbean. *PLoS ONE*, 8(2), e56569. doi:10.1371/journal.pone.0056569
6. Adhikari, B., Baig, S. P. y Iftikhar, U. A. (2010). The use and management of mangrove ecosystems in Pakistan. *The Journal of Environment & Development*, 19(4), 446-467.
7. Aguilar F. (2014). Actualización de los Inventarios Nacional Forestal 2000 y 2010, referente a la vegetación primaria reportada para cuatro sitios en el municipio de Tuxpan, Veracruz. Tesis de Posgrado. Universidad Veracruzana. México. 79 p.
8. Akanni, A., Onwuteaka, J., Uwagbae, M., Mulwa, R. y Elegbede, I. O. (2018). The Values of Mangrove Ecosystem Services in the Niger Delta Region of Nigeria. In *The Political Ecology of Oil and Gas Activities in the Nigerian Aquatic Ecosystem* (pp. 387-437). Academic Press.
9. Almendarez-Hernández, L. C., Rodríguez-Fuentes, M., Vergara-Solana, F. J. y Almendarez-Hernández, M. A. (2020). Economic valuation of sportfishing in the surroundings of Cerralvo Island, Baja California Sur, Mexico using the travel cost method. *Latin american journal of aquatic research*, 48(3), 370-380.
10. Alongi, D. M. (2020). Carbon cycling in the world's mangrove ecosystems revisited: Significance of non-steady state diagenesis and subsurface linkages between the forest floor and the coastal ocean. *Forests*, 11:(9), 977.
11. Alongi, D.M. (2008). Mangrove forest: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuary. Coast Shelf Sci.* 76, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.08.024>.
12. Andersen, M. (2018). Loss of Mexico's Valuable Mangrove Forests. Scripps Institution of Oceanography, UC San Diego. Recuperado de <https://scripps.ucsd.edu/centers/cmbc/2018/05/15/loss-of-mexicos-valuable-mangrove-forests/>
13. Anderson, Sweeney y Williams. (2008). Estadística para administración y economía (10a. ed.). Cengage Learning.
14. Andrade Pérez, A. (2010). Adaptación al cambio climático basada en ecosistemas. En: Naranjo, G. (ed.) Cambio climático en un paisaje vivo: Vulnerabilidad y

- adaptación en la Cordillera Real Oriental de Colombia, Ecuador y Perú. WWF - Fundación Natura. Cali, Colombia.
15. Andrade, M. (2010). En El potencial de Yucatán para el ecoturismo (442-443). Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
  16. Anneboina, L. R. y Kumar, K. K. (2017). Economic analysis of mangrove and marine fishery linkages in India. *Ecosystem services*, 24, 114-123.
  17. Anoop, P. y Suryaprakash, S. (2008). Estimating the option value of Ashtamudi Estuary in South India: A contingent valuation approach (No. 725-2016-49347).
  18. Appendini, C. M., Meza-Padilla, R., Abud-Russell, S., Proust, S., Barrios, R. E., y Secaira-Fajardo, F. (2019). Effect of climate change over landfalling hurricanes at the Yucatan Peninsula. *Climatic Change*, 157(3-4), 469-482.
  19. Arceo-Carranza, D., Gamboa, E., Teutli-Hernández, C., Badillo-Alemán, M., Herrera-Silveira, J. A. (2016). Los peces como indicador de restauración de áreas de manglar en la costa norte de Yucatán. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(2), 489-496.
  20. Arenas, G. P. (2019). The potential of Blue Carbon Management in Mexico: a case study from the Biosphere Reserve of Sian Ka'an. Tesis de maestría. Manchester, Reino Unido.
  21. Argüelles-Jiménez J., Macias-Hernández S., Rojas-Terán M.A., González-Gándara C., De la Cruz-Francisco, V. y Domínguez-Barradas C. (2017). Aves ribereñas de los ecosistemas costeros de Tuxpan, Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 4(10): 147-159.
  22. Arnstein, S. R. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of planners*, 35(4), 216-224.
  23. Arriaga L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
  24. Arteaga-Conde, C. y Pérez-Aldaraca, K. (2006). Actores sociales involucrados en el manejo de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún. En: Betancourt-Posada, A. De la conservación "desde arriba" a la conservación "desde abajo": el interés supranacional en los saberes indígenas sobre ecología. México, D.F. p. 149-163.
  25. Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (1999). Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Observación general número 12, relativa al derecho a una alimentación adecuada. Artículo 11 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales.
  26. Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (2000). Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Observación general número 14, relativa al derecho al disfrute del más alto nivel posible de salud. Artículo 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales.
  27. Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (2002) Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Observación general número 15, relativa al derecho al agua. Artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales.
  28. Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (2009). A/HRC/10/61 Informe Anual del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos sobre la relación entre el cambio climático y los derechos humanos.
  29. Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (2016). Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Observación general número 22, relativa al derecho a la salud sexual y reproductiva. Artículo 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales.
  30. Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas. (2019). Resolución A/74/161. Informe del Relator Especial sobre la cuestión de las obligaciones de

- Derechos Humanos relacionadas con el disfrute de un medio ambiente seguro, limpio, saludable y sostenible. Recuperado de: <https://undocs.org/es/A/74/161>
31. Asbridge, E., Lucas, R., Rogers, K., Accad, A., (2018). The extent of mangrove change and potential for recovery following severe Tropical Cyclone Yasi, Hinchbrook Island, Queensland, Australia. *Ecology and evolution* 8: 10416-10434.
  32. Ashournejad, Q., Amiraslani, F., Moghadam, M. K. y Toomanian, A. (2019). Assessing the changes of mangrove ecosystem services value in the Pars Special Economic Energy Zone. *Ocean & Coastal Management*, 179, 104838.
  33. Atlas Municipal de Riesgos Nivel Básico. Tuxpan. Gobierno del Estado de Veracruz. (2011). Secretaría de Protección Civil. Editora del Gobierno del Estado de Veracruz. 128 p. Recuperado de [http://tuxpanveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2017/10/ATLAS\\_MUNICIPAL\\_DE\\_RIESGO\\_NIVEL\\_BASICO\\_TUXPA\\_N\\_VERACRUZ.pdf](http://tuxpanveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2017/10/ATLAS_MUNICIPAL_DE_RIESGO_NIVEL_BASICO_TUXPA_N_VERACRUZ.pdf)
  34. Ayuntamiento de Tuxpan. (2016). Programa de Acción Climática Municipal de Tuxpan, Ver. Gobierno del Estado de Veracruz, el H. Ayuntamiento de Tuxpan, ICLEI Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, la Embajada Británica y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 1a. Edición. Julio de 2016. 167 p. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/0B87bmmJLaLlGcGo5aUVWYXJZNW8/view>
  35. Banco Mundial. (2021). Banco de Datos: Indicadores del desarrollo mundial. En Indicadores del desarrollo mundial Recuperado de <https://databank.bancomundial.org/reports.aspx?source=world-development-indicators>
  36. Banco Mundial. (2010). Project Information Document (PID). Mexico: Adaptation to Climate Impacts on the Coastal Wetlands in the Gulf of Mexico. 14. Recuperado de <http://documents1.worldbank.org/curated/en/855821468281945436/pdf/P100438OPID0101Stage0Aug01601Clean1.pdf>
  37. Banco Mundial. (2012). Evaluación Inicial: Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad.
  38. Banco Mundial. (2017). Mexico - Adaptation to Climate Change Impacts on the Coastal Wetlands in the Gulf of Mexico Project. Recuperado de <http://documents1.worldbank.org/curated/en/973851493918251343/pdf/ICR-Main-Documents-P100438-2017-04-28-18-45-05012017.pdf>
  39. Banco Mundial. (2019). Implementation completion and results report. Coastal watersheds conservation in the context of climate change project. Recuperado de <http://documents1.worldbank.org/curated/zh/681991578327809888/pdf/Mexico-Coastal-Watersheds-Conservation-in-the-Context-of-Climate-Change-Project.pdf>
  40. Barbier, E. B. (2000). Valuing the environment as input: review of applications to mangrove-fishery linkages. *Ecological economics*, 35(1), 47-61.
  41. Barbier, E. B. (2007). Valuing ecosystem services as productive inputs. *Economic policy*, 22(49), 178-229.
  42. Barbier, E. B. (2013). Wealth accounting, ecological capital and ecosystem services. *Environment and Development Economics*, 18(2), 133-161.
  43. Barbier, E. B. (2016a). The protective value of estuarine and coastal ecosystem services in a wealth accounting framework. *Environmental and Resource Economics*, 64(1), 37-58.
  44. Barbier, E. B. (2016b). The protective service of mangrove ecosystems: A review of valuation methods. *Marine pollution bulletin*, 109(2), 676-681.
  45. Barbier, E. B. y Strand, I. (1998). Valuing mangrove-fishery linkages—A case study of Campeche, Mexico. *Environmental and resource economics*, 12(2), 151-166.

46. Basáñez A.J., Olmedo G. y Rojas M. (2006). Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumulco, Tuxpan, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 6(1): 114-120.
47. Basáñez, A.J., Cruz, M.A., Domínguez, C., González, C., Serrano, A. Hernández, A. (2008). Estructura y producción de *Conocarpus erectus* L. en el Sitio Ramsar "Manglares y Humedales de Tuxpan", Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 8(1): 78-87.
48. Basáñez, A.J., Olmedo, G. y Rojas, M. (2006). Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumulco, Tuxpan, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 6(1): 114-120.
49. Basáñez-Muñoz, A. (2005). Ficha Informativa de los Humedales Ramsar (FIR). Oficina de la Convención de Ramsar. Gland, Suiza. 12 pp.
50. Batllori-Sampedro, E. (1995). Problemática ambiental generada por el desarrollo costero de Yucatán. En: Peraza G.M. (Coordinador). *Procesos territoriales de Yucatán*. Editorial Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
51. Batllori-Sampedro, E. y Febles-Patrón, J. L. (2007). Límites máximos permisibles para el aprovechamiento del ecosistema de manglar. *Gaceta ecológica* 82:5-23.
52. Belize's Nationally Determined Contribution under the United Nations Framework Convention on Climate Change. (2016). Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Belize%20First/BELIZE%27s%20%20NDC.pdf>
53. Benítez, E. (2012). "Si ellos no lo cuidan y no lo hacen como nosotros lo hemos estado haciendo, en poco tiempo va a desaparecer..." Percepción local sobre el manglar en dos puertos de la costa norte de Yucatán. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. 149 pp.
54. Blankespoor, B., Dasgupta, S., y Lange, G. M. (2016). *Mangroves as protection from storm surges in a changing climate*. Washington, DC. The World Bank.
55. Blankespoor, B., Dasgupta, S., y Lange, G. M. (2017). Mangroves as a protection from storm surges in a changing climate. *Ambio*, 46(4), 478–491. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0838-x>
56. Bockstael, N. y otros, (2000). On measuring Economic Values for Nature. *Environmental Science & Technology*, Issue 34, pp. 1384-1389.
57. Bouillon, S., Moens, T., Koedam, N., Dahdouh-Guebas, F., Baeyens, W. y Dehairs, F. (2004). Variability in the origin of carbon substrates for bacterial communities in mangrove sediments. *FEMS Microbiology Ecology*, 49:(2), 171-179.
58. Bouillon, S., Moens, T., Overmeer, I., Koedam, N., y Dehairs, F. (2004). Resource utilization patterns of epifauna from mangrove forests with contrasting inputs of local versus imported organic matter. *Marine Ecology Progress Series*, 278, 77-88.
59. Bourque, A. S. y Fourqurean J.W. (2014). Effects of common seagrass restoration methods on ecosystem structure in subtropical seagrass meadows. *Marine environmental research*, 97, 67-78. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.03.001>
60. Brander, L. M., Florax, R. J. y Vermaat, J. E. (2006). The empirics of wetland valuation: a comprehensive summary and a meta-analysis of the literature. *Environmental and Resource Economics*, 33(2), 223-250.
61. Brander, L. M., Wagtendonk, A. J., Hussain, S. S., McVittie, A., Verburg, P. H., de Groot, R. S. y Van Der Ploeg, S. (2012). Ecosystem service values for mangroves in Southeast Asia: A meta-analysis and value transfer application. *Ecosystem services*, 1(1), 62-69.
62. Brander, L.M. y Florax, J.G.M., (2006). The valuation of wetlands: primary versus metaanalysis based value transfer. In: *Environmental Valuation: Interregional and Intraregional Perspectives*. Ashgate Publishing, Ltd., pp. 231–252.
63. Brussard, P., Reed, J., Tracy, R. (1998). Ecosystem management: What is it really? *Landscape and Urban Planning* 40: 9-20.



64. Bullock, J.M., Aronson, J., Newton, A.C., Pywell, R.F., Rey-Benayas, J.M. (2011). Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* 26: 541-549.
65. Busch, M., La Notte, A., Laporte, V. y Erhard, M. (2011). Potentials of quantitative and qualitative approaches to assessing ecosystem services. *Ecol. Indic.*
66. Bustamante, M., Silva, J., Scariot, A., Sampaio, A., Mascia, D., García, E., Sano, E., Fernandes, G., Durigan, G., Roitman, I., Figueiredo, I., Rodrigues, R., Pillar, D., Alba, O., Malhado, A., Alencar, A., Vendramini, A., Padovezi, A., Carrascosa, H., Freitas, J., Siquiera, J., Shimbo, J., Generoso, L., Tabarelli, M., Biderman, R., Salomão, R., Valle, R., Junior, B. y Nobre, C. (2019). Ecological restoration as a strategy for mitigating and adapting to climate change: lessons and challenges from Brazil. (2019). *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 24:1249–1270.
67. Caamal-Sosa, J. P. (2012). Almacenes de carbono en diferentes tipos ecológicos de manglares en un escenario cárstico. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida. Mérida, Yucatán, México.
68. Cabrera, M. A., Seijo, J. C., Euan, J. y Pérez, E. (1998). Economic values of ecological services from a mangrove ecosystem. *Intercoast Network*, 32, 1-2.
69. Canada's Nationally Determined Contribution submission to The United Nations Framework Convention on Climate Change (2017). Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Canada%20First/Canada%20First%20NDC-Revised%20submission%202017-05-11.pdf>
70. Capitanachi, D. R. M., & Díaz, J. A. N. (2019). Cambio climático y sus repercusiones en los asentamientos humanos costeros de Veracruz. *Red Universitaria de urbanismo y arquitectura*, (21).
71. Caso M., Arendar-Lerner P. y Santos-del-Prado K. (2016). Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático. INECC. Ciudad de México. Ficha Informativa.
72. Castañeda, O. (2020). Impactos del cambio climático en las lagunas costeras mexicanas. En: Angulo L. (Ed). *Efectos del cambio climático en los litorales. Jornada ecológica 230 (junio-julio):11.*
73. Castellero, R.G. (2019). Atributos estructurales y caída de hojarasca de *Avicennia germinans* en el manglar de Tumulco, Tuxpan, Veracruz. En: *Manglares de América*. Molina (Comp.). Universidad de Especialidades Espíritu santo y COMPAS, Guayaquil, Ecuador. 121-135.
74. Castellero-Aizprúa, R.G. (2021). Condición del bosque de *Avicennia germinans* con base a su proximidad con el estero de Tumulco, Veracruz, México (Tesis de grado). Universidad Veracruzana. 87 p.
75. CCA (2017), Herramienta para la evaluación rápida de la vulnerabilidad en áreas marinas protegidas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 32 pp.
76. CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica). (2009). *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. Montreal, Technical Series No. 41.
77. CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica). (2019). *International Institute for Environment and Development*.
78. CDB. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de mayo de 1993. Recuperado de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4735670&fecha=07/05/1993](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4735670&fecha=07/05/1993)
79. CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). (2021). Sistema de Consulta de Declaratorias. Recuperado de <http://www.atlasmacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/#>



80. CENAPRED. (2016). Sistema de Consulta de Declaratorias. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/#>
81. CENAPRED. (2020). Sistema de Consulta de Declaratorias. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/#>
82. Censo de Población y Vivienda. (2010). Panorama sociodemográfico de Yucatán. En Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
83. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA). 2013 Factor CO<sub>2</sub>. Análisis de la variabilidad climática e impactos socio-económicos de fenómenos hidrometeorológicos extremos en los sectores y sistemas de interés para el Estado.
84. Cesar, H. y Van Beukering, P. (2004). Economic Valuation of the Coral Reefs of Hawaii. *Pacific Sci.* pp. 58.
85. Chacón, M. (2020). El ABC del principio de progresividad del derecho ambiental. *Revista Direito Ambiental e sociedade*, v. 10, n. 2. 122-178.
86. Chan, K., Shaw M., Cameron D., Underwood E., Daily G. (2006). Conservation planning for ecosystem services. 4(11): e379. DOI: 10.1371/journal.pbio.0040379
87. Chapin, F. S., Woodwell, G. M., Randerson, J. T., Rastetter, E. B., Lovett, G. M., Baldocchi, D. D. y Schulze, E.D. (2006). Reconciling Carbon-cycle Concepts, Terminology, and Methods. *Ecosystems*, 9(7), 1041–1050. doi:10.1007/s10021-005-0105-7
88. Cheng, S.H., MacLeod, K., Ahlroth, S., Onder, S., Perge, E., Shyamsundar, P., Rana, P., Garside, R., Kristjanson, P., McKinnon, M.C. and Miller, D.C.(2019). A systematic map of evidence on the contribution of forests to poverty alleviation. *Environmental Evidence*, 8(1), p.3.
89. Chin C., B. G. M. (1990). Estudio de las características físicas y químicas de los sedimentos de la Laguna de Celestún, Yucatán. Tesis de Licenciatura, Fac. de Química. UADY. 52 p.
90. Choi, Y. (2004). Theories for ecological restoration in changing environment: toward 'futuristic' restoration. *Ecological Research*, 19(1):75-81.
91. Chow, J. (2018). Mangrove management for climate change adaptation and sustainable development in coastal zones. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(2), 139-156.
92. Christensen, J.H. and Christensen, O.B. (2003). Climate modelling: severe summertime flooding in Europe. *Nature*, 421(6925), p.805.
93. Cicin-Sain B., y Knecht R. (1998). *Integrated Coastal and Ocean Management. Concepts and practices.* Island Press.
94. Cifuentes Jara, M., Brenes, C., Leandro, P., Molina, O., Romero, T. E., Torres Gómez, D. y Velásquez Mazariegos, S. (2018). Manual centroamericano para la medición de carbono azul en manglares. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 92 p. Informe técnico, no. 141.
95. Cinco-Castro S. y Herrera-Silveira J.A. (2020). Vulnerability of mangrove ecosystems to climate change effects: The case of the Yucatan Peninsula. *Ocean and Coastal Management* 192 (2020) 105196. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105196>
96. Cinco-Castro S., Herrera-Silveira J.A. y Comín-Sebastián F. (2020). Sedimentación y carbono orgánico en manglares de la Península de Yucatán. p. 216-220. En: Hernández, J. M., M. Rojo., M. Fuentes., A. Velázquez y M. Bolaños (Editores). 2020. Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2020. Serie Síntesis Nacionales. Programa Mexicano del Carbono en colaboración con la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Texcoco, Estado de México, México. ISSN en trámite. 602 p.

97. Cinco-Castro, S. G. (2016). Índice de vulnerabilidad de los ecosistemas de manglar ante los efectos del cambio climático: Caso Península de Yucatán. Tesis de maestría. CINVESTAV-Unidad Mérida. Departamento recursos del mar. pp 114.
98. Cinco-Castro, S., y Herrera-Silveira, J. (2020). Vulnerability of mangrove ecosystems to climate change effects: The case of the Yucatan Peninsula. *Ocean & Coastal Management*, 192, 105196.
99. Cisneros-de la Cruz D.J., J. A Herrera-Silveira, C. Teutli-Hernández, S.A Ramírez-García, A. Moreno-Martínez, J. Mendoza-Martínez, J. Montero-Muñoz, F. Paz-Pellat, R. M. y Roman-Cuesta. (2021). Manual para la Medición, Monitoreo y Reporte del Carbono y Gases de Efecto Invernadero en Manglares en Restauración. Proyecto, Mainstreaming Wetlands into the Climate Agenda: A multi-level approach (SWAMP). CIFOR/CINVESTAV-IPN/UNAM-Sisal/PMC, 90pp.
100. Climate-data.org. (2020). Celestún clima (México). Recuperado de <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/yucatan/celestun-218491/>
101. Climate-data.org. (2020). Poza Rica clima (México). Recuperado de <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/veracruz-de-ignacio-de-la-llave/poza-rica-de-hidalgo-4696/>
102. Clüsener-Godt, M. y Tomažič, M. R. C. (2016). The importance of mangrove ecosystems for nature protection and food productivity: Actions of UNESCO's Man and the Biosphere Programme. In *Halophytes for Food Security in Dry Lands* (pp. 125-140). Academic Press.
103. CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) (2016). Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: an update. Synthesis report by the secretariat. Noviembre 2016.
104. Coastal Climate Centra. (2020). Coastal risk screening tool. Recuperado de [https://coastal.climatecentral.org/map/12/-82.3721/23.1018/?theme=sea\\_level\\_rise&map\\_type=coastal\\_dem\\_comparison&contiguous=true&elevation\\_model=best\\_available&forecast\\_year=2050&pathway=rcp45&percentile=p50&return\\_level=return\\_level\\_1&slr\\_model=kopp\\_2014](https://coastal.climatecentral.org/map/12/-82.3721/23.1018/?theme=sea_level_rise&map_type=coastal_dem_comparison&contiguous=true&elevation_model=best_available&forecast_year=2050&pathway=rcp45&percentile=p50&return_level=return_level_1&slr_model=kopp_2014)
105. Cohen-Shachman, E., Walters, G., Janzen, C., Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global society challenges. Gland, Switzerland: IUCN. 97 pp.
106. Collier C., P. Lavery, R. Masini, P. y Ralph. (2007). Morphological, growth and meadow characteristics of the seagrass *Posidonia sinuosa* along a depth-related gradient of light availability. *Marine Ecology Progress Series* 337:103–115.
107. Comín, F., Menéndez, M., Pedrocchi, C., Moreno, S., Sorando, R., Cabezas, A., García M., Rosas V., Moreno D., Gonzales E., Gallardo B., Herrera S. J., y Ciancarelli C. (2005). Wetland restoration: integrating scientific-technical, economic, and social perspectives. *Ecological Restoration*, 23(3), 182-186.
108. Comisión Europea. (2019). Avances en la Acción Climática de América Latina: Contribuciones Nacionalmente Determinadas al 2019. Programa EUROCLIMA+, Dirección General de Desarrollo y Cooperación - EuropeAid, Comisión Europea, Bruselas, Bélgica. 171p.
109. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2019). Resiliencia. Áreas Naturales Protegidas: Soluciones naturales a retos globales. Recuperado de <https://www.gob.mx/conanp/documentos/libro-resiliencia-areas-naturales-protegidas-soluciones-naturales-a-retos-globales>
110. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)- Humedales de México. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Manglares y Humedales de Tuxpan. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 13 p. Recuperado de [http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/docs/sitios/FIR\\_RAMRSAR/V](http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/docs/sitios/FIR_RAMRSAR/V)

- eracruz/Manglares%20y%20Humedales%20de%20Tuxpan/Manglares%20y%20Humedales%20de%20Tuxpan.pdf
111. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2018). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán. Diario oficial de la federación, 4 de enero de 2018.
  112. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2010). Programas y acciones de Reforestación, Conservación y Restauración de suelos, incendios forestales y sanidad forestal. (p. 35). Guadalajara: CONAFOR.
  113. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2007). Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 1ra. etapa. Informe final. Proyecto DQ056. México, D.F.
  114. CONABIO, CONANP, The Nature Conservancy (TNC) y Pronatura. (2007). Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. The Nature Conservancy – Programa México, Pronatura. México.
  115. CONABIO. (2009). Manglares de México: Extensión y distribución 2ª ed. 99 pp.
  116. CONABIO. (2009). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
  117. CONABIO. (2010). CONABIO: Monitoreo de Manglares. En Distribución de manglares en México en 2010 Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/monitoreo-de-manglares/resource/508b03f7-eed4-428a-8cd5-f48c1692167a>
  118. CONABIO. (2010). Distribución de manglares en México 2010 (CONABIO-7,644.85 Km2).
  119. CONABIO. (2016). Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares de México en 2015, escala 1:50 000. Edición 1. Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM). México
  120. CONABIO. (2018). Biodiversidad mexicana. Sistema de Monitoreo de Manglares de México. Golfo de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
  121. CONABIO. (2019). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica.
  122. CONABIO. (2020). Corredor Biológico Mesoamericano México. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/cbmm.html>
  123. CONABIO. (2020). Manglares. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares>
  124. CONABIO. (2021). Distribución de los manglares en México en 2020, escala 1:50,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/smmm/extensionDist>.
  125. CONAFOR. (2018). Apoyos de Restauración de Manglar por el Programa de Compensación Ambiental Shape. [Disponible en línea] [https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app\\_apoyos#/detalle/2020/87](https://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2020/87)
  126. CONAFOR. (2018). Inventario Nacional Forestal y de Suelos: Informe de Resultados 2009-2014. CONAFOR, México, D.F.
  127. CONAGUA. (2015). Comisión Nacional del Agua. Altas del agua en México. 135 pp.
  128. CONAGUA. (2020). Presenta el Servicio Meteorológico Nacional balance de las tormentas tropicales Amanda y Cristóbal. Comunicado de prensa, No. 444-20.

- Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/files/pdfs/comunicados-de-renta/Comunicado444-20.pdf>.
129. CONANP (2021). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Recuperado de <http://sig.conanp.gob.mx/website/interactivo/anps/>
  130. CONANP-GIZ (2017). Valoración de los Servicios Ecosistémicos del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel y Área de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel. Ciudad de México. Proyecto de Valoración de Servicios Ecosistémicos de Áreas Naturales Protegidas Federales de México: una herramienta innovadora para el financiamiento de biodiversidad y cambio climático (EcoValor MX). Ciudad de México, 2017.
  131. CONAPESCA (2018). Ofrece la acuacultura grandes oportunidades de inversión en México; 20 millones de Has. con aptitud para proyectos acuícolas. CONAPESCA. Recuperado de <https://acuasesor.conapesca.gob.mx/noticia.php?id=147>
  132. CONAPO (Consejo Nacional de Población). (2016). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010. Anexo B3. Consejo Nacional de Población. 121 p.
  133. CONAPO. (2019). Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030. Población municipal, Celestún. Recuperado de <http://indicadores.conapo.gob.mx/Proyecciones.html>
  134. CONEVAL. (2018). 10 años de medición de pobreza en México, Avances y retos en política social. Comunicado de Prensa No. 10. CONEVAL. 2 p.
  135. Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. (2002). Resolución VIII.3 Cambio climático y humedales: impactos, adaptación y mitigación.
  136. Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. (2005). Resolución IX.15. Sinergias con otras organizaciones internacionales que se ocupan de la diversidad biológica, incluida la colaboración en la preparación de informes nacionales y su armonización entre los convenios y acuerdos relacionados con la biodiversidad.
  137. Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. (2008). Resolución X.24 Cambio climático y humedales.
  138. Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. (2012). Resolución XI.12 Los humedales y la salud: adopción de un enfoque de ecosistema.
  139. Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. (2012). Resolución XI.14 Cambio climático y humedales: consecuencias para la Convención de Ramsar sobre los Humedales.
  140. Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. (2015). Resolución XII. 2 El Plan Estratégico de Ramsar para 2016-2021.
  141. Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. (2015). Resolución XII.11 Las turberas, el cambio climático y el uso racional: implicaciones para la Convención de Ramsar.
  142. Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. (2015). Resolución XII.13 Humedales y reducción del riesgo de desastres.
  143. Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (2014). Decisión X/33. Diversidad biológica y cambio climático.
  144. Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2000). Decisión V/3. Informe sobre los progresos realizados en la ejecución del programa de trabajo sobre diversidad biológica marina y costera.
  145. Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2004). Decisión VII.15. Biodiversidad y cambio climático.

146. Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2004). Decisión VII.5. Diversidad biológica marina y costera.
147. Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2006). Decisión VIII.30 Biodiversidad y cambio climático: orientación para promover la sinergia entre las actividades para la conservación de la biodiversidad, mitigar o adaptarse al cambio climático y combatir la degradación de la tierra.
148. Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2008). Decisión IX.16 Biodiversidad y cambio climático.
149. Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). Decisión X.2 El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica.
150. Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2012). Decisión XI/23. Diversidad biológica de los ecosistemas de aguas continentales.
151. Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2016). Decisión XIII/3. Medidas estratégicas para intensificar la implementación del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 e impulsar el logro de las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica, incluido con respecto a la integración y la incorporación de la biodiversidad en todos los sectores.
152. Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2018). Decisión 14/34. Proceso exhaustivo y participativo para la preparación del marco mundial de la diversidad biológica posterior a 2020.
153. Consejo Municipal para el Desarrollo del Municipio de Celestún. (2020). Asamblea Ordinaria del 18 de febrero del 2020. Recuperado de <http://www.celestunyucatan.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/COPLADEMUN-PRIORISACION-DE-OBRA-2020-1.pdf>
154. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2019). Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México. Ciudad de México. CONEVAL. 34 p.
155. Constanza, R., de Goot, R., Stutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R.K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* 26: 152-158.
156. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPUEM). Última actualización publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de mayo de 2021. Consultada en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1\\_110321.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_110321.pdf)
157. Contreras, L. A. (2016). Metales pesados en huevos de Tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*) y Verde (*Chelonia mydas*) y su relación con el éxito de eclosión. Tesis de Posgrado. Universidad Veracruzana. México. 70 p.
158. Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC Partnership). (2019). Trabajando juntos para acelerar la acción climática y el desarrollo. Recuperado de [https://ndcpartnership.org/sites/default/files/NDCP\\_Brochure\\_2019\\_ES\\_Online.pdf](https://ndcpartnership.org/sites/default/files/NDCP_Brochure_2019_ES_Online.pdf)
159. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD). (2016). Natural Climate Solutions. Recuperado de <https://knowledge.unccd.int/publications/natural-climate-solutions-paper-offers-comprehensive-roadmap-reducing-carbon-emissions>
160. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC). (2020). El Acuerdo de París y las contribuciones determinadas a nivel nacional. Recuperado de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement/contribuciones-determinadas-a-nivel-nacional-ndc>
161. Convención sobre Humedales Ramsar. (2004.) Ficha informativa de los humedales de Ramsar, Reserva de la Biosfera Ría Celestún. Recuperado de



- [http://www.smaas.campeche.gob.mx/humedales/wpcontent/uploads/2012/01/ria\\_celestun.pdf](http://www.smaas.campeche.gob.mx/humedales/wpcontent/uploads/2012/01/ria_celestun.pdf)
162. Correo-Sandoval, A. y Rodríguez-Castro, J.H. (2013). Zoogeografía de los bivalvos marinos de la costa de Tamaulipas, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 43 (3): 565-584.
  163. Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., et al. (1998). The value of ecosystem services: putting the issues in perspective. *Ecological Economics* 25 (1), 67-72.
  164. Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B. y Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *nature*, 387(6630), 253-260.
  165. Costanza, R., De Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I. y Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change*, 26, 152-158.
  166. Costanza, R., Folke, C. (1997). *Valuing Ecosystem Services with Efficiency, Fairness and Sustainability as Goals*. Island Press, Washington, DC, pp. 49-70.
  167. Cousins, J. (2021). Justice in nature-based solutions: Research and pathways. *Ecological Economics*.
  168. Crespo, C. J. M. y Jiménez, P. A. (2017). Organización e impacto territorial de la actividad pesquera comercial ribereña en la Reserva de la biosfera Ría Celestún (México). In *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. 37(2), pp. 297. Universidad Complutense de Madrid.
  169. Crespo-Guerrero, J. M. (2017). El trabajo de campo en la investigación geográfica de la pesca comercial ribereña en las áreas naturales protegidas del estado de Campeche, México. *Investigaciones geográficas*, (93).
  170. CRSMR. George, D.A., Hutto, S., and Delaney, M. (2018). *Sonoma-Marin Coastal Regional Sediment Management Report*. Report of the Greater Farallones National Marine Sanctuary. NOAA. San Francisco, CA. 201 pp.
  171. Cruz, B. A. (2020). Con sedimentos y lodos, rescatan más manglares en la península de Yucatán. En *La Crónica*. Recuperado de [https://www.cronicaqueretaro.com/notas-con-sedimentos\\_y\\_lodos\\_rescatan\\_mas\\_manglares\\_en\\_la\\_peninsula\\_de\\_yucatan-2389-2020](https://www.cronicaqueretaro.com/notas-con-sedimentos_y_lodos_rescatan_mas_manglares_en_la_peninsula_de_yucatan-2389-2020)
  172. Cruz, L.E. (2014). Capacidad reproductiva real de tres especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*) en la Reserva Ecológica del C.T.P.A.L.M. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. México. 54 p.
  173. Cuervo, L. (2010). *Percepción y conocimiento ambiental del sitio Ramsar 1602: Manglares y Humedales de Tuxpan*, Veracruz, México. Tesis de Posgrado. Universidad Veracruzana. México.
  174. Cunha, A. H., Marbá, N. N., van Katwijk, M. M., Pickerell, C., Henriques, M., Bernard, G., Ferreira, M. A., Garcia, S., Garmendia, J. M. y Manent P. (2012). Changing Paradigms in Seagrass Restoration. *Restoration Ecology*, 20:427-430. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2012.00878.x>
  175. Dai, Z., Trettin, C. C., Frolking, S. y Birdsey, R. A. (2018a). Mangrove carbon assessment tool: Model development and sensitivity analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 208, 23-35.
  176. Dai, Z., Trettin, C. C., Frolking, S. y Birdsey, R. A. (2018b). Mangrove carbon assessment tool: Model validation and assessment of mangroves in southern USA and Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 208, 107-117.
  177. Daily, G.C. (1997). *Valuing and Safeguarding Earth's Life Support Systems*. Island Press, Washington, DC, pp. 365-374.

178. Dalimunthe, S. (2018). Who manages space? Eco-DRR and the local community. *Sustainability*, 1–18.
179. Danemann, G. D., Cordero, G., Cortés, M., Torrescano, C. y Valdéz, V. (2010). Valor económico de las pesquerías generadas por el ecosistema de manglar en Marismas Nacionales, México. México. Pronatura Noroeste.
180. Das, S. (2017). Ecological restoration and livelihood: contribution of planted mangroves as nursery and habitat for artisanal and commercial fishery. *World Development*, 94, 492-502.
181. Das, S. y Crépin, A. S. (2013). Mangroves can provide protection against wind damage during storms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 134, 98-107.
182. De la Cruz-Francisco, V. (2012). *Rhizophora mangle* Linnaeus, 1753 como especie sombrilla y razón biológica para la protección y restauración de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *BIOCYT Biología Ciencia y Tecnología*, 5.
183. De la Lanza, G., Ortiz-Pérez M.A. y Carbajal, J.L. (2013). Diferenciación hidrogeomorfológica de los ambientes costeros del Pacífico, del Golfo de México y del mar Caribe. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 81: 33–50.
184. De la Peña, A., Rojas, C. A. y De la Peña, M. (2010). Valoración económica del manglar por el almacenamiento de carbono, en la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Clío América*, 4(7), 133-150.
185. Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán (DOGEY). (2010). Decreto 297 por el que se crea la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático en Yucatán. Recuperado de <http://www.ccpy.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/decreto-comision-cambio-climatico.pdf>.
186. Diario Yucatán Ahora. (2019). Hoy esperan que de nuevo se inunde "cartolandia" en Celestún. Recuperado de <https://yucatanahora.mx/hoy-esperan-que-de-nuevo-se-inunde-cartolandia-en-celestun/>
187. Díaz, S.F.J., Chapin III, F.S. y Tilman, D. (2006). Biodiversity loss threatens human wellbeing. *PLoS Biol.*, 4.
188. Dikgang, J. y Hosking, S. (2016). A comparison of the values of water inflows into selected South African estuaries: the Heuningnes, Kleinmond, Klein, Palmiet, Cefane, Kwelera and Haga-Haga. *Water Resources and Economics*, 16, 39-51.
189. DOF (2021). Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de abril de 2021. Recuperado de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5616505&fecha=22/04/2021](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5616505&fecha=22/04/2021)
190. DOF. (2018). ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994, para establecer la cuota de aprovechamiento de pepino de mar café (*Isostichopus badionotus*) en las aguas marinas de jurisdicción federal colindantes con el Estado de Yucatán en el año 2018.
191. DOF. (09 de mayo de 2014). Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGVS.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf)
192. DOF. (2013). Ley Estatal de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Veracruz. Recuperado de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Veracruz/wo77450.pdf>
193. DOF. (2012). Ley General de Cambio Climático. Recuperado de: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC\\_061120.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_061120.pdf)
194. DOF. (2010). NORMA Oficial Mexicana 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. Recuperado de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5173091](https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091)
- 195.DOF. (2002). Resumen del programa de manejo del área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biósfera Ría Celestún, Campeche. Recuperado de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=718316&fecha=22/11/2002](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=718316&fecha=22/11/2002)
- 196.DOF. (2003). NOM-022-SEMARNAT-2003. Especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.
- 197.DOGEY. (2014). Programa especial de acción ante el cambio climático del estado de Yucatán. Recuperado de [http://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/ped/2012\\_2018/PROGRAMA\\_ESPECIAL\\_ACCION\\_CAMBIO\\_CLIMATICO.pdf](http://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/ped/2012_2018/PROGRAMA_ESPECIAL_ACCION_CAMBIO_CLIMATICO.pdf) doi: [org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2502](https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2502)
198. Domínguez, M. y Martínez, P. (2019). Beneficios ambientales, usos forestales maderables y no maderables del manglar en la planicie costera. En La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado. Vol. I. CONABIO, México, pp. 243-347
- 199.Domínguez-Domínguez, M., Zavala-Cruz, J., Rincón-Ramírez, J. A., & Martínez-Zurimendi, P. (2019). Management Strategies for the Conservation, Restoration and Utilization of Mangroves in Southeastern Mexico. *Wetlands*, 39(5), 907-919.
200. Donato, C., Kauffman, J., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M. y Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature geoscience*, 4:(5), 293-297.
201. Donatti, C., Harvey, C., Hole, D. et al. (2020). Indicators to measure the climate change adaptation outcomes of ecosystem-based adaptation. *Climatic Change* 158, 413-433. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02565-9>
202. Duarte, C., Losada, I. y Hendriks, I. (2013). The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nature Climate Change*, 3:961-968 (2013). <https://doi.org/10.1038/nclimate1970>
203. Duch, G. J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. Centro Regional de la Península de Yucatán. Texcoco, México. 427 p.
204. Dufour S., Piegay Herve. (2009). From the myth of lost Paradise to targeted river restoration: Forget natural references and focus on human benefits. *River Research and Applications*. 24: 1-14.
205. Eastman, J. R., McKendry, J. y Fulk, M. (1994). UNITAR Explorations in GIS Technology, vol. 1: Change and Time Series Analysis. Geneve, Switzerland.
206. Eisenberg, B., y Polcher, V. (2019). Nature Based Solutions -Technical Handbook. UNaLab.
207. Eisfelder, C., Kuenzer, C. y Dech, S. (2011). Derivation of biomass information for semiarid areas using remote-sensing data. *Int. J. Remote Sensing*.
208. Ellison, J. C. (2009). Wetlands of the Pacific Island region. *Wetlands Ecology and Management*, 17(3), 169-206.
209. Ellison, J.C. (2012). Climate Change vulnerability assessment and adaptation planning for mangrove Systems. Washington, DC: World Wildlife Fund (WWF).
210. Ellison, J.C. (2015). Vulnerability assessment of mangroves to climate change and sea-level rise impacts. *Wetlands Ecol Manage* 23:115-137.
211. Ellison, M. (2008). Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: moving beyond roving banditry. *Journal of Sea Research*, 59: 2-15.

212. Ely, L.L., Enzel, Y Baker, V.R. and Cayan, D.R. (1993). A 5000-year record of extreme floods and climate change in the southwestern United States. *Science*, 262(5132), pp.410-412.
213. Encuentra Intercensal. (2015). Panorama Sociodemográfico de Yucatán. En Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
214. Englin, J. E., Holmes, T. P. y Sills, E. O. (2003). Estimating forest recreation demand using count data models. In *Forests in a market economy* (pp. 341-359). Springer, Dordrecht.
215. es.weatherspark.com. (2020). Tuxpan clima (México). Recuperado de <https://es.weatherspark.com/y/7781/Clima-promedio-en-T%C3%BAxpam-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>
216. Estoque, R. C., Myint, S. W., Wang, C., Ishtiaque, A., Aung, T. T., Emerton, L. y Fan, C. (2018). Assessing environmental impacts and change in Myanmar's mangrove ecosystem service value due to deforestation (2000–2014). *Global change biology*, 24(11), 5391-5410.
217. Estrella, M., Saalisma, N. (2013). Ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR): An overview. En: Renaud F.G., Sudmeier-Rieux, K., Estrella, M. (eds). *The role of ecosystems in disaster risk reduction*. UNU Press, Tokyo, pp 26-54.
218. Failler, P., Pètre, É., Binet, T. y Maréchal, J. P. (2015). Valuation of marine and coastal ecosystem services as a tool for conservation: The case of Martinique in the Caribbean. *Ecosystem services*, 11, 67-75.
219. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (1996). *Agroecological Zoning Guidelines*. Roma: Soils Bulletin No. 73.
220. FAO. (2007). *The world's mangroves 1980–2005*. FAO, Roma.
221. FAO. (2007). *The world's mangroves 1980-2005*. Rome, Italy: Autor.
222. FAO. (2015). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4910s.pdf>
223. FAO. (2020). *Fortalecimiento de capacidades*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/am859s/am859s02.pdf>
224. FAO. (2020). *Fortalecimiento de capacidades*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/am859s/am859s02.pdf>
225. Farber, S., Costanza, R., Childers, D. L., Erickson, J. O. N., Gross, K., Grove, M. y Wilson, M. (2006). Linking ecology and economics for ecosystem management. *Bioscience*, 56(2), 121-133.
226. FEBA (Friends of Ecosystem-based Adaptation). (2017). *Hacer que la adaptación basada en ecosistemas sea eficaz: un marco para definir criterios de cualificación y estándares de calidad* (documento técnico de FEBA elaborado para CMNUCC-OSACT 46). Bertram, M.1, Barrow, E.2, Blackwood, K.3, Rizvi, A.R. 3, Reid, H.4, y von Scheliha-Dawid, S. 5 (autores y autoras). GIZ, Bonn, Alemania, IIED, Londres, Reino Unido, y UICN, Gland, Suiza. 14 pp.
227. FEBA. (2017). *Hacer que la adaptación basada en ecosistemas sea eficaz: Un marco para definir criterios de cualificación y estándares de calidad* (documento técnico de FEBA elaborado para CMNUCC-OSACT 46). Bertram, M., Barrow, E., Blackwood, K., Rizvi, A.R., Reid, H., y Von Scheliha-Dawid, S. (autores). GIZ, Bonn, Alemania, IIED, Londres, Reino Unido, y UICN, Gland, Suiza. 14 pp.
228. Federative Republic of Brazil. (2016). *Intended Nationally Determined Contribution towards achieving the objective of The United Nations Framework Convention on Climate Change*. Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf>
229. Feller, I. C., Friess, D. A., Krauss, K. W. y Lewis, R. R. (2017). The state of the world's mangroves in the 21st century under climate change. *Hydrobiology*, 803:(1), 1-12.

230. Fernández-Manjarrés, J.; Roturier, S.; Bilhaut, A. (2018). The emergence of the social-ecological restoration concept. *Restor. Ecol.* 26, 404-410.
231. Freeman, M., Herriges, J. y Kling, C., (2014). *The Measurement of Environmental and Resource Values – Theory and methods*. Third edition ed. New York: Resources for the future.
232. Friess, D. A., Thompson, B.S., Brown, B., Amir, A.A., Cameron, C., Koldewey, H. J., Sasmito, S. D. y Sidik, F. (2016). Policy challenges and approaches for the conservation of mangrove forests in Southeast Asia. *Conservation Biology*, 30: 933–949.
233. Gaceta Oficial del Estado de Veracruz. (2018). Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Gobierno del Estado de Veracruz. 116 p.
234. Gammage, S. (1997). Estimating the returns to mangrove conversion: Sustainable management or short term gain? (No. 1032-2016-83922).
235. García, E. - CONABIO. (1998). 'Climas' (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.
236. GEF Secretariat. (2019). Good Practice Brief: Integrated Coastal Watershed Conservation in Mexico. 4.
237. Getzner, M. y Islam, M. S. (2020). Ecosystem Services of Mangrove Forests: Results of a Meta-Analysis of Economic Values. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5830.
238. Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T. y Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20:(1), 154-159.
239. Gitundu K. J., Dahdouh-Guebas, F., Gwada, P. O., Ochieng, C. y Koedam, N. (2002). Regeneration status of mangrove forests in Mida Creek, Kenya: A compromised or secured future? *Ambio*, 31(7/8), 562–568.
240. GIZ, CMVC-PNUMA y FEBA. (2020). Guía para Monitoreo y Evaluación de Intervenciones de Adaptación basada en Ecosistemas. Bonn, Alemania: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
241. Global Mangrove Watch. (2018). Global Mangrove Alliance. Recuperado de <https://www.globalmangrovetwatch.org/>
242. Gobierno de Belice. (2016). Nationally Determined Contribution under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Belize%20First/BELIZE%27s%20%20NDC.pdf>
243. Gobierno de Bolivia. (2016). Contribución prevista Determinada Nacionalmente del Estado Plurinacional de Bolivia. Recuperado de [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Bolivia%20\(Plurinational%20State%20of\)%20First/ESTADO%20PLURINACIONAL%20DE%20BOLIVIA1.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Bolivia%20(Plurinational%20State%20of)%20First/ESTADO%20PLURINACIONAL%20DE%20BOLIVIA1.pdf)
244. Gobierno de Brasil. (2020). Brazil's Nationally Determined Contribution (NDC). Recuperado de: [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/Brazil%20First%20NDC%20\(Updated%20submission\).pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/Brazil%20First%20NDC%20(Updated%20submission).pdf)
245. Gobierno de Colombia. (2020). Portafolio de metas de adaptación al cambio climático Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia. Recuperado de [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Colombia%20First/Adjunto%201.%20Metas%20de%20adaptaci%C3%B3n\\_NDC%20de%20Colombia%202020.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Colombia%20First/Adjunto%201.%20Metas%20de%20adaptaci%C3%B3n_NDC%20de%20Colombia%202020.pdf)
246. Gobierno de Costa Rica. (2016). Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional de Costa Rica. Recuperado de

- <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Costa%20Rica%20First/INDC%20Costa%20Rica%20Version%202%200%20final%20ES.pdf>
247. Gobierno de Costa Rica. (2020). Contribución Nacionalmente Determinada. Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Costa%20Rica%20First/Contribucio%CC%81n%20Nacionalmente%20Determinada%20de%20Costa%20Rica%202020%20-%20Versio%CC%81n%20Completa.pdf>
248. Gobierno de Cuba. (2020). Primera Contribución Nacionalmente Determinada (Actualizada) República De Cuba 2020-2030. Recuperado de [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Cuba%20First/Cuban%20First%20NDC%20\(Updated%20submission\).pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Cuba%20First/Cuban%20First%20NDC%20(Updated%20submission).pdf)
249. Gobierno de Ecuador. (2019). Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional para el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Ecuador%20First/Primera%20NDC%20Ecuador.pdf>
250. Gobierno de Guatemala. (2017). Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional. Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Guatemala%20First/Gobierno%20de%20Guatemala%20INDC-UNFCCC%20Sept%202015.pdf>
251. Gobierno de Indonesia. (2016). First Nationally Determined Contribution Republic of Indonesia. Recuperado de [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Indonesia%20First/First%20NDC%20Indonesia\\_submitted%20to%20UNFCCC%20Set\\_November%20202016.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Indonesia%20First/First%20NDC%20Indonesia_submitted%20to%20UNFCCC%20Set_November%20202016.pdf)
252. Gobierno de México. (2013) Fondo Monarca. Comisión Nacional Forestal. Recuperado de <https://www.gob.mx/conafor/documentos/fondo-monarca>
253. Gobierno de México. (2013). Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. México: Gobierno de la República
254. Gobierno de México. (2015). Intended Nationally Determined Contribution. Recuperado de: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Mexico%20First/MEXICO%20INDC%2003.30.2015.pdf>
255. Gobierno de México. (2020). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Contribución Determinada a Nivel Nacional: México. Versión actualizada 2020. Recuperado de: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Mexico%20First/NDC-Esp-30Dic.pdf>
256. Gobierno de México. (2020). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de Contribución Determinada a nivel Nacional: México. <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Mexico%20First/NDC-Eng-Dec30.pdf>
257. Gobierno de México. (2021). Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales. Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/programa-nacional-de-proteccion-contra-incendios-forestales>
258. Gobierno de México. (2021a). Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático. Recuperado de [http://www.oas.org/es/sedi/dde/rse/taller\\_colombia/docs/Estudio%20de%20Casos%20-%20Ejido%20de%20San%20Crisanto.pdf](http://www.oas.org/es/sedi/dde/rse/taller_colombia/docs/Estudio%20de%20Casos%20-%20Ejido%20de%20San%20Crisanto.pdf)
259. Gobierno de México-SEMARNAT. (2020). Contribución Determinada a nivel Nacional: México. Versión actualizada 2020.

260. Gobierno de Panamá. (2020). Contribución Determinada a Nivel Nacional de Panamá (CDN1) Primera actualización. Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Panama%20First/CDN1%20Actualizada%20Rep%C3%BAblica%20de%20Panam%C3%A1.pdf>
261. Gobierno de Tuxpan. (s.f). Limpia Pública acopia 650 toneladas de basura en Semana Santa. Recuperado de <https://tuxpanveracruz.gob.mx/prensa/limpia-publica-acopia-650-toneladas-de-basura-en-semana-santa/>
262. Gobierno del Estado de Veracruz (2020). Sistema de Información Municipal, Tuxpan Cuadernillo Municipal 2020. Gobierno del estado de Veracruz. Secretaría de Planeación. Recuperado de [http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2020/12/Tuxpan\\_2020.pdf](http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2020/12/Tuxpan_2020.pdf)
263. Gobierno del Estado de Veracruz (2019). Sistema de Información Municipal. Cuadernillo Municipal 2019. Tuxpan Cuadernillo Municipal Tuxpan. Gobierno del estado de Veracruz. Secretaría de Planeación. Recuperado de [http://ceieg.veracruz.gob.mx/wpcontent/uploads/sites/21/2019/06/Tuxpan\\_2019.pdf](http://ceieg.veracruz.gob.mx/wpcontent/uploads/sites/21/2019/06/Tuxpan_2019.pdf)
264. Gobierno del Estado de Veracruz. (2011). Atlas Municipal de Riesgos Nivel Básico del Municipio de Tuxpan. Recuperado de Dirección de Prevención de riesgos: [http://tuxpanveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2017/10/ATLAS\\_MUNICIPAL\\_DE\\_RIESGO\\_NIVEL\\_BASICO\\_TUXPAN\\_VERACRUZ.pdf](http://tuxpanveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2017/10/ATLAS_MUNICIPAL_DE_RIESGO_NIVEL_BASICO_TUXPAN_VERACRUZ.pdf)
265. Gobierno del Estado de Veracruz. (2011). Atlas Municipal de Riesgos Nivel Básico. Tuxpan. Gobierno del Estado de Veracruz. Secretaría de Protección Civil. Editora del Gobierno del Estado de Veracruz. 128 p. Recuperado de [http://tuxpanveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2017/10/ATLAS\\_MUNICIPAL\\_DE\\_RIESGO\\_NIVEL\\_BASICO\\_TUXPAN\\_VERACRUZ.pdf](http://tuxpanveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2017/10/ATLAS_MUNICIPAL_DE_RIESGO_NIVEL_BASICO_TUXPAN_VERACRUZ.pdf)
266. Gold, B. G. (1995). Resumen del muestreo de hidrocarburos. Informe técnico agosto. Depto. Recursos del Mar. CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida.
267. González C., De la Cruz V., Salas J.S. y Domínguez C. (2012). Lista de peces de Tuxpan, Veracruz, México. Revista Científica UDO Agrícola 12(3): 675-689.
268. González C., De la Cruz V., Salas J.S. y Domínguez C. 2012. Lista de peces de Tuxpan, Veracruz, México. Revista Científica UDO Agrícola 12(3): 675-689.
269. González Gaudiano, E. J., Maldonado González, A. L., Cruz Sánchez, G. E., Méndez Andrade, L. M., & Mesa Ortiz, S. L. (2018). Un estudio sobre vulnerabilidad y resiliencia social en poblaciones de alto riesgo a inundaciones en el estado de Veracruz. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica, 11(3), 401-414 Google Earth Engine. 2020. A planetary-scale platform for Earth science data & analysis. <https://earthengine.google.com/>
270. González-Acosta, G. (2018). Los objetivos del Acuerdo de París de cambio climático: necesidad de una transición justa hacia la adaptación. Revista Iberoamericana de Derecho Ambiental y Recursos Naturales, 1-7. Recuperado de <https://www.derecho.uba.ar/publicaciones/revista-deconomi/articulos/Ed-0005-N05-Acosta.pdf>
271. González-Valencia, Andrade J. L., Caamal-Sosa J. P., Us-Santamaría R., Thalasso F., Teutli-Hernández C. y Herrera-Silveira J. A. 2018. Emisiones de metano de diferentes tipos de manglar en Yucatán. 106-111. En: Paz, F., A. Velázquez y M. Rojo (Editores). 2018. Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2018. Serie Síntesis Nacionales. Programa Mexicano del Carbono en colaboración con el Instituto Tecnológico de Sonora. Texcoco, Estado de México, México. ISBN 978-607-96490-6-7, 686p.
272. Grajales-García D., Serrano A., Capistrán-Barradas A., Naval-Ávila C., Pech-Canché J. M. y Becerril-Gómez C. (2019). Hábitos alimenticios de la nutria



- neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) (Carnivora:Mustelidae) en la zona costera de Tuxpan, Veracruz. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 90: e902502.
273. Grantham, H., McLeod, E., Brook, A., Harcastle, J., Richardson, J., Poloczanska, E. (2011). Ecosystem-based adaptation in marine ecosystems of tropical Oceania in response to climate change. *Pacif Conserv Biol*; 17: 242-58.
274. Grinsted, A., Moore, J. C. y S. Jevrejeva. (2009). Reconstructing sea level from paleo and projected temperatures 200 to 2100 AD. *Climate Dynamics* 34: 461. DOI: 10.1007/s00382-008-0507-2.
275. GS Ingeniería Integral, S.A. de C.V. (2003). Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Particular para el dragado de canales en Tampamachoco, Veracruz. SAGARPA y CONAPESCA. 145 p.
276. Guha, I. y Ghosh, S. (2009). A Glimpse of the Tiger: How Much are Indians Willing to Pay for It?. SANDEE.
277. Gunatilake, H. y Vieth, G. (2000). Estimation of on-site cost of soil erosion: a comparison of replacement and productivity change methods. *Journal of Soil and Water Conservation* 55, pp. 197-204.
278. Gutiérrez, M. E. y Espinosa T. (2010). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Banco Interamericano de desarrollo. NY, USA. 84p.
279. Guzmán del Pro, A. (1989). La pesca de Tampamachoco. Res. Coloq. Invest. Hidrobiol. Tampamachoco. UAM-X.
280. GWP (Global Water Partnership). (2000). Integrated Water Resources Management. Technical Advisory Committee,. Suiza: Global Water Partnership.
281. H. XLI Ayuntamiento de Tuxpan. (2018). Plan Municipal de Desarrollo del municipio de Tuxpan 2017-2021. Recuperado de [https://tuxpanveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2018/transparencia/ley\\_875/Art16/F\\_III/Inc\\_f\\_PLAN\\_FORMATO.pdf](https://tuxpanveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2018/transparencia/ley_875/Art16/F_III/Inc_f_PLAN_FORMATO.pdf)
282. Haines-Young, R. y Potschin, M. B. (2018). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Recuperado de [www.cices.eu](http://www.cices.eu)
283. Hale, Z., Meliane, I., Davidson, S., Sandwith, T., Bech, M., Hoekstra, J. (2009). Ecosystem-based adaptation in marine and coastal ecosystems. *Renew Resour J*;25(4):21-8.
284. Hamuna, B., Rumahorbo, B. T. y Keiluhu, H. (2019). Willingness to pay for existence value of mangrove ecosystem in Youtefa Bay, Jayapura, Indonesia.
285. Heagney, E. C., Rose, J. M., Ardeshiri, A. y Kovac, M. (2019). The economic value of tourism and recreation across a large protected area network. *Land Use Policy*, 88, 104084.
286. Hernández, M. (2020). Dulce y salada, miel de mangle. En *Inforural*. Recuperado de <https://www.inforural.com.mx/dulce-y-salada-miel-de-mangle/>
287. Hernández-Arana H.A., Vega-Zepeda A., Ruíz-Zárate M., Falcón-Álvarez L., López-Adame H., Herrera-Silveira J., y Kaster J. (2015). Transverse Coastal Corridor: From Freshwater Lakes to Coral Reefs Ecosystems. 355-376. En: Islebe, G.A., Calmé, S., León-Cortés, J.L., Schmook, B. (Eds.). *Biodiversity and Conservation of the Yucatán Peninsula*. Springer International Publishing. XIV, 401 pp. ISBN 978-3-319-06529-8
288. Hernández-Trejo, V., Avilés-Polanco, G. y Almendarez-Hernández, M. A. (2012). Economic benefits of recreational services provided by the aquatic biodiversity of the National Park Archipiélago Espíritu Santo. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 20(40), 157-177.
289. Hernández-Trejo, V., Urciaga-García, J., Hernández-Vicent, M. y Palos-Arocha, L. (2009). Valoración económica del Parque Nacional Bahía de Loreto a través de los servicios de recreación de pesca deportiva. *Región y sociedad*, 21(44), 195-224.

290. Herr, D., Landis, E. (2016). Coastal blue carbon ecosystems. Opportunities for Nationally Determined Contributions. Policy Brief. Gland, Suiza: IUCN and Washington, DC, EUA: TNC
291. Herrera Silveira, J. A., Camacho Rico, A., Pech, E., Pech, M., Ramírez Ramírez, J. y Teutli Hernández, C. (2016). Carbon dynamics (stocks and fluxes) in mangroves of Mexico. *Terra Latinoamericana*, 34:(1), 61-72.
292. Herrera-Silveira JA, Camacho-Rico A, Caamal-Sosa J, Cinco-Castro S, Morales-Ojeda S, Ramírez-Ramírez J, Zenteno-Díaz K, Pech-Poot E, Pech-Cárdenas M, Carrillo-Baeza L, Erosa-Angulo J, Pérez-Martínez O. y Teutli-Hernández C. (2018). Data base of carbon stocks in the mangroves of México. *Elementos para Políticas Públicas* 2(1):33-44. [http://pmcarbono.org/ferpazpel/Base%20datos%20Manglares/ElemPol\\_Pub\\_No\\_4\\_Art\\_3-v2.pdf](http://pmcarbono.org/ferpazpel/Base%20datos%20Manglares/ElemPol_Pub_No_4_Art_3-v2.pdf).
293. Herrera-Silveira JA, Pech-Cárdenas MA, Morales-Ojeda SM, Cinco-Castro S, Camacho-Rico A, Caamal Sosa JP, Mendoza-Martinez JE, Pech-Poot EY, Montero J, y Teutli-Hernandez C. (2020). Blue carbon of Mexico, carbon stocks and fluxes: a systematic review. *PeerJ* 8:e8790 <https://doi.org/10.7717/peerj.8790>
294. Herrera-Silveira, J. A. (1988). Productividad primaria fitoplanctónica de la Laguna de Celestún, Yucatán. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida.
295. Herrera-Silveira, J. A. (2006). Lagunas costeras de Yucatán (SE, México): Investigación, diagnóstico y manejo. *Ecotropicos* 19 2:94-108.
296. Herrera-Silveira, J. A., Acosta, E., Gómez, E., Pérez-Martínez, O., Pech-Poot, E., Zenteno, K y Us, H. (2019). Sucesión secundaria en manglares restaurados y la recuperación de servicios ambientales. Informe Final. CINVESTAV-PRONATURA A.C.-NAWCA.
297. Herrera-Silveira, J. A., Teutli-Hernández. C., Zaldívar-Jiménez, A., Pérez-Ceballos, R., Cortés-Balán, O., Osorio-Moreno, I., Ramírez-Ramírez, J., Caamal-Sosa, J., Andueza-Briceño, M. T., Torres, R. y Hernández-Aranda, H. (2014). Programa regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: Península de Yucatán. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. FN009. México D. F.
298. Herrera-Silveira, J. A., Zaldívar-Jiménez, A., Teutli-Hernández, C., Pérez-Ceballos, R., Caamal, J. y Andueza, T. (2012). Rehabilitación de manglares en el estado de Yucatán sometidos a diferentes condiciones hidrológicas y nivel de impacto: el caso de Celestún y Progreso. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Unidad Mérida. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto GH009. México, D.F.
299. Herrera-Silveira, J.A. (1994). Heterogeneidad espacial y patrones estacionales en una laguna costera tropical. *Revista de Investigación Costera* 10: 738-746.
300. Herrera-Silveira, J.A. y Comín F.A. (2000). An Introductory account of the types of aquatic ecosystems of Yucatan Peninsula (SE Mexico). Pp. 213-227. In: Munawar M., Lawrence S.G., Munawar I.F and Malley D.F. (eds.): *Ecovision World Monographs Series. Aquatic Ecosystems of Mexico: Status & Scope*. Backhuys Pub. Leiden, Netherlands. ISBN: 9789057820519
301. Herrera-Silveira, J.A., C Teutli-Hernández, P. A. Gómez Ruiz y F. Comín. (2020). Restauración ecológica de manglares de México. Capítulo 33 (649-674). Editores: Rivera-Arriaga, E., I. Azuz-Adeth, O. D. Cervantes Rosas, A. Espinoza-Tenorio, R. Silva Casarín, A. Ortega-Rubio, A. V. Botello y B. E. Vega-Serratos (eds.), *Gobernanza y Manejo de las Costas y Mares ante la Incertidumbre. Una Guía para Tomadores de Decisiones*. Universidad Autónoma de Campeche, RICOMAR. 894 p. ISBN 978-607-8444-58-8



302. Herrera-Silveira, J.A., Morales-Ojeda, S. y Cortés-Balán, O. (2011). Eutrofización en los ecosistemas costeros del Golfo de México: V.I. SEMARNAT-NOAA-GEF-UNIDO, p. 88.
303. Herrera-Silveira, J.A., Morales-Ojeda, S. y Cortés-Balán, O. (2011). Eutrofización en los ecosistemas costeros Del Golfo de México: V.I. SEMARNAT-NOAA-GEF-UNIDO. 88 pp.
304. Herrera-Silveira, J.A., Zaldivar-Jimenez, A., Teutli-Hernández, C., Pérez Ceballos, R., Caamal, J. y T. Andueza. (2012). Rehabilitación de manglares en el estado de Yucatán sometidos a diferentes condiciones hidrológicas y nivel de impacto: el caso de Celestún y Progreso. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Unidad Mérida. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto GH009. México, D.F.
305. Himes-Cornell, A., Grose, S. O. y Pendleton, L. (2018). Mangrove ecosystem service values and methodological approaches to valuation: where do we stand? *Frontiers in Marine Science*, 5, 376.
306. Himes-Cornell, A., Pendleton, L. y Atiyah, P. (2018a). Valuing ecosystem services from blue forests: A systematic review of the valuation of salt marshes, sea grass beds and mangrove forests. *Ecosystem services*, 30, 36-48.
307. Hirabayashi, Y., Mahendran, R., Koirala, S., Konoshima, L., Yamazaki, D., Watanabe, S., Kim, H. y Kanae, S. (2013). Global flood risk under climate change. *Nature Climate Change*, 3(9), p.816.
308. Hoegh-Guldberg, O., Chopin, T., Gaines, S., Calderia, K. (2019). The Ocean as a Solution to Climate Change: Five Opportunities for Action Report. Washington, DC: World Resources Institute. Recuperado de <http://www.oceanpanel.org/climate>
309. Howard M., J., Hoyt, S., Isensee, K., Pidgeon, E., y Telszewski. (2014). Coastal blue carbon: methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses. Arlington, Virginia, USA: Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature.
310. Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Pidgeon, E. y Telszewski, M. (2018). Carbono Azul. Métodos para evaluar las existencias y los factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos. Recuperado de: <https://www.thebluecarboninitiative.org/manual-espanol>.
311. Hughes, L. (2003). Climate change and Australia: trends, projections and impacts. *Austral Ecology*, 28(4), pp.423-443.
312. Hutchison, J., Spalding, M., Ermgassen, P. (2014). The role of mangroves in fisheries enhancement. *The Nature Conservancy and Wetlands International*, 54.
313. Huxham, M., Emerton, L., Kairo, J., Munyi, F., Abdirizak, H., Muriuki, T. y Briers, R. A. (2015). Applying climate compatible development and economic valuation to coastal management: a case study of Kenya's mangrove forests. *Journal of environmental management*, 157, 168-181.
314. Ilieva, L. (2019). Evidencias sobre Adaptación basada en Ecosistemas en América Latina y el Caribe. *ONU Medio Ambiente*. 109.
315. INE. (2008). Guía para la Elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología-Universidad Veracruzana-Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM. 83 pp.
316. INECC (2015). Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030. [http://www.inecc.gob.mx/descargas/adaptacion/2015\\_indc\\_esp.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/adaptacion/2015_indc_esp.pdf)
317. INECC (2020). Revisión y análisis sobre valoración económica de los servicios ecosistémicos de México de 1990 a 2019. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Recuperado de

- [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/579760/Revisio\\_n\\_y\\_analisis\\_v\\_aloracion.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/579760/Revisio_n_y_analisis_v_aloracion.pdf)
318. INECC (2020b). Criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático. Proyecto “Construcción de esquemas de monitoreo y evaluación de la adaptación en México para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia” (INECC-CONACYT). Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/561621/2\\_Criterios\\_monitoreo\\_y\\_evaluacion.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/561621/2_Criterios_monitoreo_y_evaluacion.pdf)
  319. INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). (2016). Vulnerabilidad al cambio climático. Gobierno de México.
  320. INECC- Fondo Golfo de México (FGM). (2018). Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas Hídricas: Cuenca del río Tuxpan. Proyecto: Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto del Cambio Climático. SEMARNAT, CONANP, CONAFOR, INECC, FMCN, FONNOR; FGM, Banco Mundial y GEF. 160p.
  321. INECC. (2015). Información sobre ecología y cambio climático. Respuesta Internacional. Recuperado de: <http://iecc.inecc.gob.mx/respuesta-internacional.php>.
  322. INECC. (2016). Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático. Ciudad de México. Ficha Informativa.
  323. INECC. (2016). Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático. Recuperado de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/adaptacion-en-humedales-costeros-del-golfo-de-mexico-ante-los-impactos-del-cambio-climatico>
  324. INECC. (2016). Caso, M., Arendar Lerner, P., Santos del Prado, K. 2016. Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático. INECC. Ciudad de México. Ficha Informativa.
  325. INECC. (2017). Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto de Cambio Climático (C6). 4.
  326. INECC. (2017). Mejoras metodológicas para los inventarios estatales de emisiones y absorciones de GEI por uso de suelo, la evaluación de utilidad y concordancia para el sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) nacional y su contribución en los compromisos nacionalmente determinados. Informe Final. Coordinación General de Cambio Climático y Desarrollo Bajo en Carbono - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 168 pp.
  327. INECC. (2018). “Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”. Recuperado de <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/index.php>
  328. INECC. (2018). Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/index.php>
  329. INECC. (2019). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. 1a. Edición (libro electrónico). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. Recuperado de [https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC\\_LibroDigital.pdf](https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf)
  330. INECC. (2019). Criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático. Nota técnica. Proyecto “Construcción de esquemas de monitoreo y evaluación de la adaptación en México para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia” (INECC-CONACYT). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México. Recuperado de

- <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/513583/DocTrabajoCriteriosAdaptacionCC.pdf>
331. INECC. (2019). Recopilación de información en campo como insumo para apoyar esquemas de monitoreo y evaluación de medidas de adaptación al cambio climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México.: Proyecto "Construcción de esquemas de monitoreo y evaluación de la adaptación en México para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia" (INECC-CONACyT).
  332. INECC. (2019a). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. 1ª. Edición (libro electrónico). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. Recuperado de [https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC\\_LibroDigital.pdf](https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf)
  333. INECC. (2020). Construcción de esquemas de monitoreo y evaluación de la adaptación en México para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia: Síntesis. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio (INECC).
  334. INECC. (2020). Revisión y análisis de documentos sobre valoración económica de los servicios ecosistémicos de México de 1990 a 2019. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México.
  335. INECC. (2020a). Nota Técnica: Tipología de medidas de adaptación al cambio climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/584204/7\\_CGACC\\_Nota\\_Tecnica\\_Tipologia\\_2020.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/584204/7_CGACC_Nota_Tecnica_Tipologia_2020.pdf)
  336. INECC. (2020b). Nota Técnica: Propuesta de indicadores para el Monitoreo y Evaluación de la adaptación al cambio climático en México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/604477/79\\_2020\\_Nota\\_Tecnica\\_Indicadores\\_ME\\_Adaptacion.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/604477/79_2020_Nota_Tecnica_Indicadores_ME_Adaptacion.pdf)
  337. INECC-PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). (2017). Estudio para la identificación, caracterización y evaluación del balance entre las emisiones de GEIs y las zonas de captura y almacenamiento de carbono en zonas de ecosistemas costero/marinos del Pacífico, Golfo de México y la Península de Yucatán (Carbon Azul). Proyecto 85488 "Sexta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Programa Mexicano del Carbono, A.C. 415 pp. México.
  338. INECC-PNUD México. (2018). Entrevistas in situ a actores locales claves que participaron en el desarrollo y la implementación de proyectos de adaptación al cambio climático, incluidos los reportados en la Quinta Comunicación Nacional de México ante la CMNUCC. Proyecto 85488 "Sexta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Moots, A.C., México pp. 282.
  339. INEGI (2011). Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
  340. INEGI (2015). Encuesta Nacional Agropecuaria 2014 [microdatos]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2014/>
  341. INEGI (2019). Marco Geoestadístico Nacional 2019.
  342. INEGI (2021). Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Conjunto Nacional. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/ususuelo/>

343. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2000). Cuadernillo estadístico municipal. Tuxpan, Veracruz de Ignacio de la Llave. Gobierno del Estado de Veracruz-Llave, INEGI y H. Ayuntamiento Constitucional de Tuxpan. 46 p.
344. INEGI. (1995). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Estadísticas del Medio Ambiente. México.
345. INEGI. (2001). Cuadernillo estadístico municipal. Tuxpan, Veracruz de Ignacio de la Llave. Gobierno del Estado de Veracruz-Llave, INEGI y H. Ayuntamiento Constitucional de Tuxpan. 60 p.
346. INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tuxpan, Veracruz de Ignacio de la Llave. Clave Geoestadística 30189. INEGI. México.
347. INEGI. (2010). Panorama sociodemográfico de Yucatán. Censo de Población y Vivienda 2010.
348. INEGI. (2015). Panorama sociodemográfico de México. Veracruz de Ignacio de la Llave. Encuesta Intercensal 2015.
349. INEGI. (2015). Panorama Sociodemográfico de Yucatán. Encuesta Intercensal de 2015.
350. INEGI. (2016). Panorama sociodemográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave. INEGI. 229 y 236 p.
351. INEGI. (2016). Uso de suelo y vegetación, escala 1:250,000, serie VI (continuo nacional), escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
352. INEGI. (2021). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
353. INMUJERES (Instituto Nacional de las Mujeres). (2007). Política Nacional de Igualdad entre Mujeres y Hombres. Informe 2007-2012. INMUJERES. México, D.F.
354. Interis, M. G. y Petrolia, D. R. (2016). Location, location, habitat: how the value of ecosystem services varies across location and by habitat. *Land Economics*, 92(2), 292-307.
355. IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). (2014). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs.
356. IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>
357. IPCC. (2013). Cambio Climático: Bases físicas. Resumen para responsables de políticas, Resumen técnico y Preguntas frecuentes: Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
358. IPCC. (2014). Climate Change: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. Geneva, Switzerland, 151 pp.
359. IPCC. (2014). Summary for Policymakers. En: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma,

- E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press, pp 1-32.
360. IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change.
361. IPCC. (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC, Switzerland. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>
362. IPCC. (2019). Calentamiento global de 1,5°C. Recuperado de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15\\_Summary\\_Volume\\_spanish.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_spanish.pdf)
363. IPCC. (2019). Resumen para responsables de políticas. En: El cambio climático y la tierra: Informe especial del IPCC. Recuperado de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCCL\\_SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCCL_SPM_es.pdf)
364. Iqbal, M. H. (2020). Valuing ecosystem services of Sundarbans Mangrove forest: Approach of choice experiment. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01273.
365. IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)). (2009). Ecosystem-based Adaptation (EbA) Position Paper. UNFCCC Climate Change Talks, Bangkok, Thailand.
366. IUCN. (2018). Mangroves and coastal ecosystems. IUCN.
367. IUCN. (2020). Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza. Un marco sencillo para la verificación, diseño y ampliación del uso de las Sbn (Primera ed.). Gland, Suiza. doi:<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.es>
368. Iza, A. (2019). Gobernanza para la adaptación basada en ecosistemas. In: Gobernanza para la adaptación basada en ecosistemas (Issue 89). Recuperado de <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2019.eplp.89.es>
369. Jakovac, C. C., Latawiec, A. E., Lacerda, E., Lucas, I. L., Korys, K. A., Iribarrem, A. y Strassburg, B. B. N. (2020). Costs and carbon benefits of mangrove conservation and restoration: a global analysis. *Ecological Economics*, 176, 106758.
370. Janekarnkij, P. (2010). Assessing the Value of Krabi River Estuary Ramsar Site. *Conservation and Development* (No. 2193-2019-718).
371. Jaramillo, V. J. (2004). El ciclo global del carbono. En: Martínez, J., y Fernández-Bremauntz, A. eds. Cambio climático: una visión desde México, 77-85.
372. Jerath, M., Bhat, M., Rivera-Monroy, V. H., Castañeda-Moya, E., Simard, M. y Twilley, R. R. (2016). The role of economic, policy, and ecological factors in estimating the value of carbon stocks in Everglades mangrove forests, South Florida, USA. *Environmental Science & Policy*, 66, 160-169.
373. Juárez, O., Morales, L., Díaz, G., Hernández, L., Cuellar y Domínguez, J. (2019). Caracterización socioeconómica de la pesca deportiva en tres localidades de Baja California Sur, México. *Sociedad y ambiente*, (21), 207-226.
374. Júdez, L., Ibáñez, M., Hugalde, C. P., Andrés, R. D., Urzainqui, E. y Fuentes-Pila, J. (2001). Valoración del uso recreativo de un humedal español. Tests y comparación de diferentes métodos de valoración (No. 1102-2016-90835, pp. 83-104).
375. Junsberg, L., Copus, A., Herslund, L., Nilsson, K., Perjo, L., Randall, L., y Berlinna, A. (2020). Key actors in community-driven social innovation in rural areas in the Nordic countries. *Journal of Rural Studies*, 276-285.
376. Kangas, P. y Lugo, A. (1990). The distribution of mangrove and salt marsh in Florida. *Tropical Ecology*, 31: 32-39.



377. Kaplowitz, M. D. (2000). Identifying ecosystem services using multiple methods: Lessons from the mangrove wetlands of Yucatan, Mexico. *Agriculture and Human Values*, 17(2), 169-179.
378. Kauffman, J. B., Donato, D. C. y Adame, M. F. (2013). Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares (Vol. 117). Bogor, Indonesia: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). 37.
379. Kauffman, J. B., Trejo, H. H., Garcia, M. D. C. J., Heider, C. y Contreras, W. M. (2016). Carbon stocks of mangroves and losses arising from their conversion to cattle pastures in the Pantanos de Centla, Mexico. *Wetlands Ecology and Management*, 24:(2), 203-216.
380. Khalil, S. (2000). The economic valuation methods of environment: Application to mangrove ecosystem (products) along Karachi coastal areas. *Pakistan Economic and Social Review*, 16-46.
381. Kossin, J. P., Knapp, K. R., Olander, T. L., Velden, C. S. (2020). Global increase in major tropical cyclone exceedance probability over the past four decades. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(22), 11975-11980.
382. Krauss, K. W., McKee, K. L., Lovelock, C. E., Cahoon, D. R., Saintilan, N., Reef, R. y Chen, L. (2014). How mangrove forests adjust to rising sea level. *New Phytologist*, 202:(1), 19-34.
383. Kristensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T., & Marchand, C. (2008). Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: a review. *Aquatic botany*, 89(2), 201-219.
384. Kuenzer, C. y Tuan, V. (2013). Assessing the ecosystem services value of Can Gio Mangrove Biosphere Reserve: Combining earth-observation-and household-survey-based analyses. *Applied Geography*, 45, 167-184.
385. Kumagai, J. A., Costa, M. T., Ezcurra, E., Aburto-Oropeza, O. (2020). Prioritizing mangrove conservation across Mexico to facilitate 2020 NDC ambition. *Ambio*, 1-11
386. Kumagai, J. A., Costa, M. T., Ezcurra, E., Aburto-Oropeza, O. (2020). Prioritizing mangrove conservation across Mexico to facilitate 2020 NDC ambition. *Ambio*, 1-11.
387. Lara-Domínguez A. L., López-Portillo, J., Ávila-Ángeles, A., Vázquez-Lule, A.D., Alcántara-Maya, J.A. y Velázquez-Salazar, S. (2019). Caracterización del sitio de manglar GM56 Tuxpan, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Actualización con datos a 2015. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, CDMX.
388. Lara-Domínguez, A. L., López-Portillo, J., Ávila-Ángeles, A., Vázquez-Lule, A. D., Alcántara-Maya, J. A., Velázquez-Salazar, S. (2019). Caracterización del sitio de manglar GM56 Tuxpan, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Actualización con datos a 2015. 2019. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, CDMX.
389. Lara-Domínguez, A., Day Jr, J., Zapata, G., Twilley, R., Guillén, H. y Yáñez-Arancibia, A. (2005). Structure of a unique inland mangrove forest assemblage in fossil lagoons on the Caribbean Coast of Mexico. *Wetlands Ecology and Management*, 13:(2): 111-122.
390. Lara-Domínguez, A.L., López-Portillo J., Ávila-Ángeles A. y Vázquez-Lule A.D. (2009). Caracterización del sitio de manglar Tuxpan. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO. 18 p.

391. Lara-Domínguez, A., Yañez-Aranciba, A., y Seijo, J.C. (1998). Valuación Económica de los ecosistemas. Estudio de caso de los manglares en campeche. En Benítez, H. Vega, E. Peña Jimenez, A., y Ávila Foucat, S. (editores). Aspectos económicos sobre la biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Instituto Nacional de Ecología.
392. Lara-Lara, J.R., Arreola, L. J., Calderón, L. E., Camacho, V. F., De la Lanza, G., Escofet, A., Espeje, M. I., Guzmán, M., Ladah, L., López M., López-Portillo, E. A. y Ezcurra, E. (2002). Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques*, Número Especial 27- 51.
393. Lara-Pulido, J. A., Guevara-Sanginés, A., y Martelo, C. A. (2018). A meta-analysis of economic valuation of ecosystem services in Mexico. *Ecosystem Services*, 31, 126-141.
394. Layke, C., Mapendembe, A., Brown, C., Walpole, M., Winn, J. (2012). Indicators from the global and sub-global Millennium Ecosystem Assessments: an analysis and next steps. *Ecol. Indic.* 17, 77-87.
395. Legorreta-González, A. (2017). Cartolandia y de las paradisíacas playas de Celestún. En *Diario de Yucatán*.
396. León, C. J., de León, J., Araña, J. E., y González, M. M. (2015). Tourists' preferences for congestion, residents' welfare and the ecosystems in a national park. *Ecological Economics*, 118, 21-29.
397. Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los efectos del cambio climático. Recuperado de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/#gsc.tab=0>
398. Ley General de Cambio Climático (LGCC). Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC\\_130718.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf)
399. Ley General de Cambio Climático (LGCC). Última reforma, 6 de noviembre de 2020. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC\\_061120.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_061120.pdf)
400. Ley General de Cambio Climático. (2020). Última reforma 6 de noviembre de 2020. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC\\_130718.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf)
401. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (2018). Última reforma 5 de junio de 2018. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148\\_050618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf)
402. Lhumeau, A., Cordero, D. (2012). *Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático*. UICN, Quito, Ecuador. 17 pp.
403. Liu, S., Costanza, R., Troy, A., D'Aagostino, J. y Mates, W. (2010). Valuing New Jersey's ecosystem services and natural capital: a spatially explicit benefit transfer approach. *Environmental management*, 45(6), 1271-1285.
404. Liu, S., Portela, R., Rao, N., Ghermandi, A. y Wang, X. (2011). 12.04 Environmental Benefit Transfers of Ecosystem Service Valuation. In *Treatise on estuarine and coastal science* (pp. 55-77). Academic Press Waltham.
405. López Portillo, J. A., Lara Domínguez, A. L., Sáinz Hernández, E., Vásquez, V. M., Rodríguez Rivera, M., Martínez García, M. C., Bartolo Mateos, O., Ortiz Vela I. I. y G. Alvarado. (2014). Restauración hidráulica en la laguna de Tampamachoco en el estado de Veracruz para la rehabilitación del manglar y de sus servicios ambientales. Instituto de Ecología A.C. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto No. HH025. México, D.F.
406. López Portillo, V., Arce, N. (2020). Adaptación Basada en Ecosistemas costeros, un aliado en mitigación climática y desarrollo. Recuperado de <https://n9.cl/ko80b>
407. López-Portillo J.A., Lara-Domínguez A.L., Martínez-García M.C., Hernández-Sánchez M., Rodríguez-Rivera M., Ureña-Aranda C., Galán-Breth R.I., Vásquez V.M. y Sáinz-Hernández E. (2017). Programa regional para la caracterización y el



- monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: Veracruz. Instituto de Ecología. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto FN007. Ciudad de México
408. López-Portillo, J. A., L. R. Gómez-Aguilar y V. Vázquez. Criterios para la selección del sitio de manglar Tuxpan, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F. Recuperado de [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/GM56\\_Tuxpan\\_caracterizacion.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/GM56_Tuxpan_caracterizacion.pdf)
409. López-Portillo, J.; A. L. Lara-Domínguez; A. Ávila-Ángeles y A. D. Vázquez-Lule. (2009). Caracterización del sitio de manglar Estero Juan González (Temix), en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
410. López-Ramos, E. (1980). Estratigrafía cretácica y tectónica de una porción del centro y noreste de México. Boletín de la Sociedad Geologica Mexicana, 21-31.
411. López-Rodríguez, A., Sierra-Correa, P., Lozano-Rivera, C. (2013). Criteria for Incorporating the Guidelines of the Integrated Coastal Zone Management (ICZM) in territorial land use planning: study case for the Colombian Pacific coastal area. *Int J Mar Sci*;3(29):225-37.
412. Lovelock, C. E., & Ellison, J. (2007). Vulnerability of mangroves and tidal wetlands of the Great Barrier Reef to climate change.
413. Lugo, A. y Snedaker, S. (1974). The ecology of mangroves. *Annual review of ecology and systematics*, 39-64.
414. Luna, M. y Martínez, L. (2019). Soluciones basadas en la Naturaleza en Mesoamérica y el Acuerdo de París. Cuadernillo 1, Serie Gobernanza. Catálogo de Adaptación basada en Ecosistemas. UICN. San José, Costa Rica.
415. MA, M.E.A. (2005a). *Ecosystems and Human Well-being. A Framework for Assessment*, Washington, DC.
416. MA, M.E.A. (2005b). *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. Island Press, Washington, p. 1.
417. Maljean-Dubois, S., Wemaere, M. (2017). *Climate Change and Biodiversity*. Encyclopedia of Environmental Law series.
418. Marín, H. M. M. y Athié, G. (2020). El cambio climático en las costas veracruzanas. En Gobierno del Estado de Veracruz (Ed.) Veracruz, Una década ante el cambio climático (pp. 49-59). Xalapa, México, Gobierno del Estado de Veracruz.
419. Marois, D. E., Mitsch, W. J. (2015). Coastal protection from tsunamis and cyclones provided by mangrove wetlands—a review. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 11(1), 71-83.
420. Márquez, Lizbeth (2015). Servicios ambientales del ecosistema de manglar asociado a la Laguna de Celestún, Yucatán: una valoración integral parcial, valoración sociocultural y valor de uso. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
421. Márquez-Pérez, L. (2015). Servicios ambientales del ecosistema de manglar asociado a la laguna de Celestún, Yucatán; una valoración integral parcial: valor sociocultural y valor de uso. Tesis doctoral. Universidad nacional autónoma de México. pp 114.
422. Martin, D.M. (2017). Ecological restoration should be redefined for the twenty-first century. *Restoration Ecology* 25: 668-673.

423. Martínez E. (2018). Producción y descomposición de la hojarasca del manglar y abundancia de peneidos en la Ciénega de Tuxpan, Veracruz. Tesis de Posgrado. Universidad Veracruzana. México. 86 p.
424. Mazda Y, Michimasa M, Ikeda Y, Kurokawa T, Tetsumi A. (2006). Water reduction in a mangrove forest dominated by *Sonneratis* sp. *Wetlands Ecology and Management*. 14:365–378.
425. McDonald, T., Gann, G., Jonson, J., y Dixon, K. (2016). International standards for the practice of ecological restoration - including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.
426. McGinty, K. (1995). The Ecosystem approach: Healthy Ecosystems and Sustainable Economies. Volume I - Overview. Report of the Interagency Ecosystem Management Task (13) Forcé. June. NTIS, U. S. Department of Commerce, Virginia.
427. McIvor A, Spencer T, Spalding M, Lacambra C, Möller I. (2015). Chapter 14 - mangroves, tropical cyclones, and coastal hazard risk reduction A2 - Shroder, John F. In: Ellis JT, Sherman DJ, editors. Coastal and marine hazards, risks, and disasters. Boston: Elsevier. pp. 403–429
428. Mcleod, E., Chmura, G. L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C. M. y Silliman, B. R. (2011). A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO<sub>2</sub>. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9:(10), 552-560.
429. McVay, K. y Rice, C. W. (2005). El carbono orgánico del suelo y el ciclo global del carbono. Conociendo el suelo. *Revista técnica de la AAPRESID*, 5-8.
430. MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). Ecosystems and Human Well-Being: wetlands and water synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
431. MEA. (2003). Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment, Summarize. 25 p.
432. MEA. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
433. Mendelsohn, R., Nordhaus, W. D. y Shaw, D. (1994). The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis. *The American economic review*, 753-771.
434. Mendoza-González, G., Martínez, M. L., Lithgow, D., Pérez-Maqueo, O. y Simonin, P. (2012). Land use change and its effects on the value of ecosystem services along the coast of the Gulf of Mexico. *Ecological Economics*, 82, 23-32.
435. Menendez, P., Losada, I. J., Beck, M. W., Torres-Ortega, S., Espejo, A., Narayan, S. y Lange, G. M. (2018). Valuing the protection services of mangroves at national scale: The Philippines. *Ecosystem services*, 34, 24-36.
436. Menéndez, P., Losada, I. J., Torres-Ortega, S., Narayan, S. y Beck, M. W. (2020). The global flood protection benefits of mangroves. *Scientific reports*, 10(1), 1-11. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61136-6>.
437. México desconocido. (s.f.). Parque Natural Petenes-Ría Celestún. Recuperado de <https://www.mexicodesconocido.com.mx/escapadas/conoce-el-parque-natural-petenes-ria-celestun.html>
438. Miller, J.R., Hobbs, R.J. (2007). Habitat restoration - do we know what we're doing? *Restoration Ecology* 15: 382-390.
439. Ministerio del ambiente (2015). Manual De Valoración Económica Del Patrimonio Natural. Perú. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/09/MANUAL-VALORACI%C3%93N-14-10-15-OK.pdf>
440. Mitra, A. (2019). Ecosystem Services of Mangroves: An Overview. *Mangrove Forests in India*, 1–32. doi:10.1007/978-3-030-20595-9\_1

441. Moher D, Liberati A, Tetzaff J. y Altman DG. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine* 151(4):264-269. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
442. Monitoreo de fauna silvestre atropellada en seis caminos y carreteras del norte del estado de Veracruz. Tesis de Especialización. Universidad Veracruzana.
443. Monroy-Ríos, E. (2016). ¿Cómo se formaron cuevas y cenotes? Espeleogénesis. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://sites.northwestern.edu/monroyrios/2016/05/20/espeleogenesis/#.X4Z-cNBKjIV>
444. Morales-Martínez I., Pech-Canché J.M., Gutiérrez-Vivanco J., Serrano A. y Hernández-Hernández V.H. (2018). Aves de Tuxpan, Veracruz, México: diversidad y complementariedad. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*. 19(2). 270-226.
445. Morales-Martínez, I., Pech-Canché, J. M., Gutiérrez-Vivanco, J., Serrano, A. y Hernández-Hernández, V. H. (2018). Aves de Tuxpan, Veracruz, México: diversidad y complementariedad. *Huitzil*, 19(2), 210-226.
446. Morales-Ojeda, S.M., (2018). Evaluación de la condición de la costa con el enfoque de cuenca y cuantificación paisajística del servicio ecosistémico de almacén de carbono en sus humedales. Tesis Doctoral. CINVESTAV-IPN /CICY.
447. Moreno-Calles, Ana Isabel, Toledo, Víctor M., y Casas, Alejandro (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 375-398.
448. Mussetta, P., Barrientos, M. J., Acevedo, M. E. C., Turbay, C. S. M., y Ocampo, L. O. L. (2017). Vulnerabilidad al cambio climático: Dificultades en el uso de indicadores en dos cuencas de Colombia y Argentina. *Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, (36), pp. 119-147.
449. Naciones Unidas. (2015). Acuerdo de París. Recuperado de [https://unfccc.int/sites/default/files/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf)
450. NASSPA (2009). Retaining Wall Study. North American Steel Sheet Piling Association. USA.
451. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2016). Laboratory for Satellite Altimetry / Sea Level Rise. Recuperado de <http://www.star.nesdis.noaa.gov/sod/lsa/SeaLevelRise/>
452. Nature-based Solutions Initiative. (2021). Nature-based Solutions Initiative. En Oxford University. Recuperado de <https://www.naturebasedsolutionsinitiative.org/nbs-case-studies/>
453. Nayak, D., Puri, B. y Upadhyay, V. (2018). Recognising conservationism of the poor towards holistic sustainability: study of an Indian national park. *International Journal of Global Environmental Issues*, 17(2-3), 230-261.
454. Naylor, R., y Drew, M. (1998). Valuing mangrove resources in Kosrae, Micronesia. *Environment and Development Economics*, 471-490.
455. NDC Partnership. (2019). Climate Action Enhancement Package (CAEP). Recuperado de <https://ndcpartnership.org/caep>
456. NDC Partnership. (2019). Trabajando juntos para acelerar la acción climática y el desarrollo. Recuperado de [https://ndcpartnership.org/sites/default/files/NDCP\\_Brochure\\_2019\\_ES\\_Online.pdf](https://ndcpartnership.org/sites/default/files/NDCP_Brochure_2019_ES_Online.pdf)
457. Nellemann, C. et al. (2009). Blue Carbon, the role of healthy oceans in binding carbon. *United Nations Environment Programme*, p.80.
458. Nelson, D., Bledsoe, B., Ferreira, S., Nibbelink, N., Brondizio, E., Dube, O. y Solecki, W. (2020). Challenges to realizing the potential of nature-based solutions. *Current Opinion in Environmental Sustainability*.

459. Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D., Chan, K., Daily, G., Goldstein, J., Kareiva, P., Lonsdorf, E., Naidoo, R., Ricketts, T., Shaw, R. (2009). Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in ecology*. 4-11.
460. Nicholls, R. (2011). Planning for the impacts of sea level rise. *Oceanography*. 24: 144-57.
461. NOAA (2020). International Best Track Archive for Climate Stewardship. National Oceanic and Atmospheric Administration. Recuperado de <https://www.ncdc.noaa.gov/ibtracs/index.php?name=ib-v4-access>
462. NOAA. (2016). <http://www.star.nesdis.noaa.gov/sod/lisa/SeaLevelRise/>
463. Norberg, J. (1999). Linking Nature's services to ecosystems: some general ecological concepts. *Ecol. Econ.* 29, 183-202.
464. Notaro, S. y Paletto, A. (2012). The economic valuation of natural hazards in mountain forests: An approach based on the replacement cost method. *Journal of Forest Economics* 18, pp. 318-328.
465. OECD. (2021). Scaling up Nature-based Solutions to Tackle Water-related Climate Risks: Insights from Mexico and the United Kingdom. Paris: OECD Publishing. Obtenido de <https://doi.org/10.1787/736638c8-e>
466. Olsen, S. y Ochoa, E. (2007). El por qué y el cómo de una línea base para gobernanza en los ecosistemas costeros. Guayaquil, Ecuador.
467. Ong, J.-E. (1993). Mangroves—a carbon source and sink. *Chemosphere*, (27), pp. 1097-1107,
468. ONU. (2020). Sustainable Development Goals Knowledge Platform. Obtenido de <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/disasterriskreduction>
469. Orellana, R., Espadas, C., Conde, C. y Gay, C. (2009). Atlas. Escenarios de Cambio Climático en la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Yucatán 111, 978-607-7823-06-3.
470. Organización de los Estados Americanos. (2021). Estudio de caso. Ejido San Crisanto. México. Recuperado de [http://www.oas.org/es/sedi/ddes/rse/taller\\_colombia/docs/Estudio%20de%20Cas%20-%20Ejido%20de%20San%20Crisanto.pdf](http://www.oas.org/es/sedi/ddes/rse/taller_colombia/docs/Estudio%20de%20Cas%20-%20Ejido%20de%20San%20Crisanto.pdf)
471. Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (OSACTT) del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2020). Marco Mundial de la Diversidad Biológica Posterior a 2020: Información científica y técnica para apoyar el examen de los objetivos y las metas actualizados, y los indicadores y valores de referencia relacionados. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Fondo para el Medio Ambiente Mundial. (2020). Informe de Evaluación Final. México. 35 pp. Recuperado de: <https://erc.undp.org/evaluation/evaluations/detail/7439>
472. Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (OSACTT) del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2020). Recomendación 23/1. Recopilación de información para la base de evidencia científica y técnica del marco mundial de la diversidad biológica posterior a 2020.
473. Orozco-Hernández, M., Valdez, M., Álvarez, G., y Morales Sánchez, D. (2018). Apropiación social de la biomasa combustible. Análisis de estado. *Revista Iberoamericana de Ciencias*.
474. Ortiz Pérez, M. A., & Méndez Linares, A. P. (1999). Escenarios de vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar en la costa mexicana del Golfo de México y el Mar Caribe. *Investigaciones geográficas*, (39), 68-81.
475. Ortiz-Pérez, M.A. y De la Lanza, G. (2006). Diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional. Serie Textos Universitarios. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Geografía, México.

476. Osland, M. J., Feher, L. C., López-Portillo, J., Day, R. H., Suman, D. O., Menéndez, J. M. G. y Rivera-Monroy V.H. (2018). Mangrove forests in a rapidly changing world: Global change impacts and conservation opportunities along the Gulf of Mexico coast. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 214, 120-140. DOI: 10.1016/j.ecss.2018.09.006
477. Osorio-Tai, M. E. (2015). Estudio de la intensificación de los vientos en el Puerto de Veracruz mediante la modelación numérica. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
478. Othman, J., Bennett, J., y Blamey, R. (2004). Environmental values and resource management options: a choice modelling experience in Malaysia. *Environment and Development Economics*, 803-824.
479. Owuor, M. A., Mulwa, R., Otieno, P., Icely, J. y Newton, A. (2019). Valuing mangrove biodiversity and ecosystem services: A deliberative choice experiment in Mida Creek, Kenya. *Ecosystem Services*, 40, 101040.
480. Pabon-Zamora, L., Bezaury, J., Leon, F., Gill, L., Stolton, S., Groves, A., Dudley, N. (2008). Valorando la Naturaleza: Beneficios de las áreas protegidas. Serie Guía Rápida, editor, J. Ervin. Arlington, VA: The Nature Conservancy, 34.
481. Paz-Pellat, F., Hernández-Ayón, J.M., Sosa-Ávalos, R., Velázquez-Rodríguez, A.S. (2019). Estado del Ciclo del Carbono: Agenda Azul y Verde. Programa Mexicano del Carbono. Texcoco, Estado de México, México.
482. PEDRR (Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction) y UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2020). Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (Eco-DRR) 2-pager. UN Environment Programme, 2.
483. Pendleton L, Donato DC, Murray BC, Crooks S, Jenkins WA, Sifleet S, Craft C, Fourqurean JW, Kauffman JB, Marbà N, Megonigal P, Pidgeon E, Herr D, Gordon D. y Baldera A. (2012). Estimating global blue carbon emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. *PLOS ONE* 7:e43542. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043542>
484. Pendleton, L. et al. (2012). Estimating global “Blue carbon” emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. *PlosOne*, 7, p.e43542.
485. Pérez, L (2015). Servicios ambientales del ecosistema de manglar asociado a la Laguna de Celestún, Yucatán; una valoración integral parcial: valor sociocultural y valor de uso (Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México).
486. Perman, R. J., Ma, Y., Common, M., Maddison, D., y McGilvray, J. W. (2011). *Natural resource and environmental economics*.
487. Petrolia, D. R., Guignet, D., Whitehead, J., Kent, C., Caulder, C., & Amon, K. (2020). Nonmarket Valuation in the Environmental Protection Agency's Regulatory Process. *Applied Economic Perspectives and Policy*.
488. Pinkus, R. M. (2017). Manglares y selva. Sustentabilidad en la Reserva de la biosfera Ría Celestún. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
489. Pinkus-Rendón, M. J., Pinkus-Rendón, M. Á. (2015). El ecoturismo: quimera o realidad de desarrollo en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, México. *Limina R*, 13(1), 69-80.
490. PNUD México-INECC. (2017.) Medición multidimensional de capacidad institucional a nivel municipal que fomente la adaptación al cambio climático. Informe Final. Proyecto #86487 “Plataforma de Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y México”. Vania Montalvo, Dulce Cano y Abril Cid. Convenio de colaboración: Transparencia Mexicana, A.C.



491. Prentice, I. C., Farquhar, G. D., Fasham, M. J. R., Goulden, M. L., Heimann, M., Jaramillo, V. J. y Wallace, D. W. (2001). *The carbon cycle and atmospheric carbon dioxide*. Cambridge University Press.
492. Programa de Acción Climática Municipal de Tuxpan, Ver. Gobierno del Estado de Veracruz, el H. Ayuntamiento de Tuxpan, ICLEI Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, la Embajada Británica y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 1a. Edición. Julio de 2016. 167 p. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/0B87bmmJLaLlgcGo5aUVWYXJZNW8/view>
493. Programa de ordenamiento ecológico del territorio costero del Estado de Yucatán (POETCY). (2015). Huracanes. PROCOMAR 2002
494. Programa Nacional Forestal. (2014). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Recuperado de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/4/5382Programa%20Nacional%20Forestal%202014-2018.pdf>
495. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. (2009). Celestún, Yucatán. Clave geoestadística 31011. En Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México.
496. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. (2009). Tuxpan, Veracruz de Ignacio de la Llave. Clave Geoestadística 30189. En Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México.
497. Pupo-García, L. C., y Parada-Corrales, J. (2015). Valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos del golfo de Tribugá-Colombia.
498. Putney, A., González, R., y Cabrera, H. (2019). Conservación de cuencas costeras en el contexto de cambio climático (Proyecto C6). Evaluación Final Independiente. 73.
499. Ramsar. (2004). Ficha informativa de los humedales de Ramsar, Reserva de la Biosfera Ría Celestún. En línea: [http://www.smaas.campeche.gob.mx/humedales/wp-content/uploads/2012/01/ria\\_celestun.pdf](http://www.smaas.campeche.gob.mx/humedales/wp-content/uploads/2012/01/ria_celestun.pdf)
500. Ramsar. (2006). Servicios de información sobre sitios Ramsar: Manglares y humedales de Tuxpan. Recuperado el 20 de mayo de 2021 de: <https://rsis.ramsar.org/es/ris/1602>
501. RAN (Registro Agrario Nacional). (2021). Archivo SHAPE que identifica los polígonos ejidales o comunales certificados por entidad federativa. Registro Agrario Nacional. Recuperado de <https://datos.ran.gob.mx/conjuntoDatosPublico.php>
502. Rao, N. S., Ghermandi, A., Portela, R. y Wang, X. (2015). Global values of coastal ecosystem services: A spatial economic analysis of shoreline protection values. *Ecosystem services*, 11, 95-105.
503. Renner, I., Cantellano-Ocón, X., Marziniak, S., Viteri-Schonberger, G. y Ocampo-Caballero. (2019). Integración de los servicios ecosistémicos en la planificación y gestión urbana: Un enfoque sistemático en pasos para profesionales. SEDATU/SEMARNAT/GIZ. 121 p.
504. Reyes-García, V. (2007). El conocimiento tradicional para la resolución de problemas ecológicos contemporáneos. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 109-116.
505. Reyes-Ortiz J.L., González-Gándara C., Domínguez-Barradas C. y Cruz-Morales G.E. (2017). Estructura de la vegetación litoral del municipio de Tuxpan, Veracruz, México. *Polibotánica*. 43: 1-21.
506. Ricaño M. (2013). Evaluación de los capitales humano y material del sitio Ramsar No. 1602 "Manglares y humedales de Tuxpan" Veracruz, México. Tesis de Posgrado. Universidad Veracruzana. México. 230 p.

507. Rivera-Monroy, V. H., Day, J. W., Twilley, R. R., Vera-Herrera, F., y Coronado-Molina, C. (1995). Flux of nitrogen and sediment in a fringe mangrove forest in Terminos Lagoon, Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 40(2), 139-160.
508. Robles, R. (2005). Apropriación de recursos naturales y relaciones sociales en la Reserva de la Biósfera Ría Celestún, Yucatán. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Mérida, Yucatán. 201 pp.
509. Rodríguez, M. X. V. (2000). Experiencias de valoración directa de uso recreativo en España. In VII Encuentro de Economía Pública: hacienda pública y recursos humanos (p. 29).
510. Rodríguez-Zúñiga, M. T., Troche-Souza, C., Vázquez-Lule, A. D., Márquez-Mendoza, J. D., Vázquez Balderas, B., Valderrama-Landeros, L., Velázquez-Salazar, S., Cruz-López, M. I., Ressler, R., Uribe-Martínez, A., Cerdeira-Estrada, S., Acosta-Velázquez, J., Díaz-Gallegos, J., Jiménez-Rosenberg, R., Fueyo-Mac Donald L., y Galindo-Leal C. (2013). Manglares de México/Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 128 p.
511. Rodríguez-Zúñiga, M.T., Villeda Chávez, E., Vázquez-Lule, A.D., Bejarano, M., Cruz López, M.I. Olguín, M., Villela Gaytán, S.A. y Flores R. (Coordinadores). (2018). Métodos para la caracterización de los manglares mexicanos: un enfoque espacial multiescala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México. 272 pp.
512. Ron, J. y Padilla, J. E. (1999). Preservation or conversion? Valuation and evaluation of a mangrove forest in the Philippines. *Environmental and Resource Economics*, 14(3), 297-331.
513. Rönnbäck, P. (1999). The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecological economics*, 29(2), 235-252.
514. Rönnbäck, P. y Primavera, J. H. (2000). Illuminating the need for ecological knowledge in economic valuation of mangroves under different management regimes—a critique. *Ecological Economics*, 35(2), 135-141.
515. Rosengaus, Michael. (2001). An analysis of the 2000 tropical cyclone season for Mexico. *Ingeniería hidráulica en México*. 16. 5-23.
516. Ross, K., Hite, K., Waite, R., Carter, R., Pegorsh, L., Damassa, T., & Gasper, R. (2019). World Resources Institute.
517. Rossalino-Jiménez, M. B. (2015). Estructura del mangle y la asociación con características fisicoquímicas de agua y suelo en Tumilco, Mpio. de Tuxpan, Ver. (Tesis de grado) Universidad Veracruzana. 77 p.
518. Rowley R. J., Kostelnick J. C., Braaten D., Li X. y Meisel J., (2007). Risk of Rising Sea Level to Population and Land Area. *Eos*, 88(9), 105-107. DOI: 10.1029/2007EO090001
519. Ruíz-Martínez, G., Silva-Casarín, R. y Posada-Vanegas G. Comparación morfodinámica de la costa noroeste del estado de Quintana Roo, México. *Tecnología y Ciencias del Agua [en línea]* (2013), IV (Julio-Agosto): [Fecha de consulta: 4 de diciembre de 2018] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531983003>> ISSN
520. Rumahorbo, B. T., Hamuna, B. y Keiluhu, H. J. (2020). An assessment of the coastal ecosystem services of Jayapura City, Papua Province, Indonesia. *Environmental & Socio-economic Studies*, 8(2), 45-53.
521. Salas, M.A. (2018). Estimación de Cambios Espaciotemporales en el Ecosistema de Manglar de Jácome Perteneiente al Sitio Ramsar 1602. Tesis de Posgrado. Universidad Veracruzana. México. 70 p.
522. Salas, S., Cabrera, M. A., Palomo, L., Bobadilla, F., Ortega, P., y Torres, E. (2008). Plan de manejo y operación del comité de administración pesquera de escama y pulpo. Informe Final. Cinvestav IPN. Mérida, México.



523. Salas, S., Mexicano, G., Cabrera, M. A. (2006). ¿Hacia dónde van las pesquerías en Yucatán? *Tendencias. Retos y Perspectivas*, 97.
524. Salazar, S. y Suárez, C. (1998). El valor de uso recreativo de espacios naturales protegidos: aplicación del método de valoración contingente al Parque Natural de L'Albufera. *Economía Agraria*.(182), 239-272.
525. Salem, M.E., Mercer, E. (2012). "The Economic Value of Mangroves: A Meta-Analysis" *Sustainability* 4, no. 3: 359-383. <https://doi.org/10.3390/su4030359>
526. Samaniego, J., Alatorre, J., Reyes, O., Ferrer, J., Muñoz, L. y Arpaia, L. (2019). Panorama de las contribuciones determinadas a nivel nacional en América Latina y el Caribe, 2019: avances para el cumplimiento del Acuerdo de París (LC/TS.2019/89-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 117.
527. Sánchez, L., y Reyes, O. (2015). Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. Una revisión general. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile.
528. Sanjurjo, E., Cadena, K. y Erbstoesser, I. (2005). Valoración económica de los vínculos entre manglar y pesquerías. En *Memorias del Segundo Congreso Iberoamericano de Desarrollo y Medio Ambiente (CIDMA II)*, Puebla, México. Recuperado de : [http://www.ine.gob.mx/dgipea/estudios/vaLeco\\_vinculos.html](http://www.ine.gob.mx/dgipea/estudios/vaLeco_vinculos.html)
529. Sanjurjo-Rivera, E. y Welsh -Casas, S. (2005). Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. *Gaceta Ecológica*, (74),55-68. ISSN: 1405-2849. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907405>
530. Sarmiento, M. (2004). Valoración económica ambiental de servicios recreativos del lago de Termas de Río Hondo, Santiago del Estero. Método de valoración contingente versus método del costo del viaje. 2da Jorn Asoc Argentino-Uruguay Econ Ecol. Universidad Nacional de Luján Argentina, 83.
531. Sathirathai, S. y Barbier, E. B. (2001). Valuing mangrove conservation in southern Thailand. *Contemporary economic policy*, 19(2), 109-122.
532. SCBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity). (2015). 21st session of Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Governments encouraged to use biodiversity and ecosystem services as. Paris: UNEP.
533. SCBD. (2019). Voluntary guidelines for the design and effective implementation of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and disaster risk reduction and supplementary information. Montreal: ONU.
534. SCDB. (2004). Enfoque por ecosistemas, 50 pp. (Directrices del CDB).
535. SCDB. (2010). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3*. Montreal.
536. SCDB. (2020). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 5*. Montreal.
537. Schep, S., Johnson, A.E., Van Beukering, P. y Wolfs, E., (2012). The Fishery Value of Coral Reefs in Bonaire.
538. Schuhmann, P.W. y Mahon, R. (2015). The valuation of marine ecosystem goods and services in the Caribbean: a literature review and framework for future valuation efforts. *Ecosyst. Serv.* 11, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.07.013>.
539. SCRIPPS Institution of Oceanography. (2018). Loss of Mexico´s Valuable Mangrove Forests. UC San Diego. Recuperado de <https://scripps.ucsd.edu/centers/cmbc/2018/05/15/loss-of-mexicos-valuable-mangrove-forests/>
540. Seary, R., Spencer, T., Bithell, M. y McOwen, C. (2020). Measuring mangrove-fishery benefits in the Peam Krasaop Fishing Community, Cambodia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 106918.

541. Secretaría de Protección Civil. (2014). Programa Municipal de Protección Civil de Tuxpan, Ver. Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz. 123 p. Recuperado de [https://tuxpanveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2018/transparencia/ley\\_general/Art70/F\\_3/PROGRAMA\\_MUNICIPAL\\_DE\\_PROTECCION\\_CIVIL\\_TUXPAN\\_VERACRUZ.pdf](https://tuxpanveracruz.gob.mx/wp-content/uploads/2018/transparencia/ley_general/Art70/F_3/PROGRAMA_MUNICIPAL_DE_PROTECCION_CIVIL_TUXPAN_VERACRUZ.pdf)
542. Seddon, A.W.R., Macias-Fauria, M., Long, P.R., Benz, D., Willis, K.J. (2016). Sensitivity of global terrestrial ecosystems to climate variability. *Nature* 531: 229-232.
543. Seddon, N., Ried, H., Barrow, E., Hicks, C., Xiaoting Hou, J., Kapos, V., Roe, D. (2016). Ecosystem-based approaches to adaptation: strengthening the evidence and informing policy. Research overview and overarching questions. *iied*.
544. Seddon, N., Sengupta, S., García-Espinosa, M., Hauler, I., Herr, D., & Rzv, A. (2019). Nature-based solutions in nationally determined contributions: synthesis and recommendations for enhancing climate ambition and action by 2020. IUCN, Oxford University.
545. SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). (2013). Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP). Recuperado de: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=31&mun=011>
546. SEFIPLAN (Secretaría de Finanzas y Planeación). (2016). Sistema de Información Municipal. Cuadernillos Municipales, 2016. Tuxpan. Subsecretaría de Planeación, SEFIPLAN, Gobierno de Veracruz. México.
547. SEFOTUR (Secretaría de Fomento Turístico). (2017). Informe mensual sobre resultados de la actividad turística en el estado de Yucatán. Recuperado de [http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/resultados\\_actividad\\_turistica/0d7e5b677daf3ed4fbd3a235bea605c4.pdf](http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/resultados_actividad_turistica/0d7e5b677daf3ed4fbd3a235bea605c4.pdf)
548. SEFOTUR (Secretaría de Fomento Turístico). (2019). Informe mensual sobre resultados de la actividad turística en el estado de Yucatán. Recuperado de [http://sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/informe\\_mensual\\_actividad\\_turistica/bbfdc66198857b4341c55b7f15f45648.pdf](http://sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/informe_mensual_actividad_turistica/bbfdc66198857b4341c55b7f15f45648.pdf)
549. SEFOTUR (Secretaría de Fomento Turístico). (2021). Informe mensual sobre resultados de la actividad turística en el estado de Yucatán. Recuperado de [http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/resultados\\_actividad\\_turistica/4b5c00a7a7ebf55ecd35e8a1b6555171.pdf](http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/resultados_actividad_turistica/4b5c00a7a7ebf55ecd35e8a1b6555171.pdf)
550. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), CONABIO. (2019). Estadísticas de biodiversidad, ambientales y sociodemográficas. Edición 2019. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 109 p. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/social/pdf/30189.pdf>
551. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2013). Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40. Ciudad de México: SEMARNAT.
552. SEMARNAT. (2000). Programa de manejo Reserva de la Biosfera Ría Celestún. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D.F. 191 p.
553. SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana 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. Diario Oficial, 30 de diciembre de 2010.
554. SEMARNAT. (2015). Compromisos de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático para el periodo 2020-2030.

555. SEMARNAT. (2021). Recuperado 26 de marzo de 2021, de Atlas Digital Geográfico. website: [http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atm\\_climas.html](http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atm_climas.html)
556. SEMARNAT-CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2000). Programa de manejo Reserva de la Biósfera Ría Celestún. Ciudad de México.
557. SEMARNAT-GIZ (Sociedad Alemana de Cooperación Internacional). (2015). Metodología para la priorización de medidas de adaptación frente al cambio climático. Guía de uso y difusión. Ciudad de México: SEMARNAT.
558. SEMARNAT-INECC. (2015). Elementos mínimos para la elaboración de los programas de cambio climático de las entidades federativas. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 32 pp. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/46558/Elementos\\_m\\_nimos\\_p\\_ara\\_la\\_elaboraci\\_n\\_de\\_Programas\\_de\\_Cambio\\_Clim\\_tico\\_de\\_las\\_Entidades\\_Fed\\_erativas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/46558/Elementos_m_nimos_p_ara_la_elaboraci_n_de_Programas_de_Cambio_Clim_tico_de_las_Entidades_Fed_erativas.pdf)
559. SEMARNAT-INECC. (2015). Elementos Mínimos para la Elaboración de los Programas de Cambio Climático de las Entidades Federativas. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/46558/Elementos\\_m\\_nimos\\_p\\_ara\\_la\\_elaboraci\\_n\\_de\\_Programas\\_de\\_Cambio\\_Clim\\_tico\\_de\\_las\\_Entidades\\_Fed\\_erativas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/46558/Elementos_m_nimos_p_ara_la_elaboraci_n_de_Programas_de_Cambio_Clim_tico_de_las_Entidades_Fed_erativas.pdf)
560. SEMARNAT-INECC. (2018). Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Ciudad de México: SEMARNAT.
561. SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group). (2004). The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona (available from [www.ser.org](http://www.ser.org)) accessed April 2005.
562. SER. (2004). The SER International primer on ecological restoration. Washington D.C. Recuperado de <http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration>
563. Servicio Mareográfico Nacional. (2016). Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. Disponible en línea: [www.mareografico.unam.mx](http://www.mareografico.unam.mx)
564. Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2010.) Normales climatológicas Celestún, estación 31040. Comisión Nacional del Agua. Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=yuc>
565. Shabman, L. y Batie, S. (1978). Economic Value of Natural Coastal Wetlands: A Critique. *Coastal Zone Management Journal*, Issue 4, pp. 231-247.
566. Simard, M., T. Fatoyinbo, C. Smetanka, V.H. Rivera-Monroy, E. Castaneda-mova, N. Thomas, T. y Van der stocken. (2019). Global Mangrove Distribution, Aboveground Biomass, and Canopy Height. ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA.
567. Sippo, J. Z., Sanders, C. J., Santos, I. R., Jeffrey, L. C., Call, M., Harada, Y., Maguire, K., Brown, D., Conrad, S., y Maher, D. T. (2020). Coastal carbon cycle changes following mangrove loss. *Limnology and Oceanography*. doi:10.1002/lno.11476
568. Soare, D., Murillo, D. Romero, R. y Millán, G. (2014). Amenazas y vulnerabilidad: Las dos caras de los desastres en Celestún, Yucatán. *Desacatos*. 44.
569. Sopheak, K. y Hoern, C. (2016). An estimation of the production function of fisheries in Peam Krasaob wildlife sanctuary in Koh Kong province, Cambodia. EEPSEA Research Report, (2016-RR5).
570. Sorg, P.A. (1987). Towards the Measurements of Total Economic Value.

571. South Africa. (2016). Intended Nationally Determined Contribution (INDC). Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/South%20Africa%20First/South%20Africa.pdf>
572. Spalding, M. y Parrett, C. L. (2019). Global patterns in mangrove recreation and tourism. *Marine Policy*, 110, 103540.
573. Spalding, M.D., Ruffo, S., Lacambra, C., Meliane, I., Hale, L.Z., Shepard, C.C. and Beck, M.W. (2014). The role of ecosystems in coastal protection: Adapting to climate change and coastal hazards. *Ocean & Coastal Management*, 90, pp.50-57.
574. Spearman, M. y McGray, H. (2011). Making Adaptation Count. Concepts and Options for Monitoring and Evaluation of Climate Change Adaptation. (B. W. GIZ, Ed.) Eschborn, Alemania.
575. Sullivan, C. (2009). The importance of mangroves Available: [www.vi\\_shandwildlife.com/Education/FactSheet/PDF\\_Docs/28Mangroves.pdf](http://www.vi_shandwildlife.com/Education/FactSheet/PDF_Docs/28Mangroves.pdf).
576. Sundberg, S. (2005). Replacement costs as economic values of environmental change: A review and an application to Swedish sea trout habitats. Stockholm, Sweden: The Royal Swedish Academy of Sciences.
577. Susilo, H., Takahashi, Y. y Yabe, M. (2017). The opportunity cost of labor for valuing mangrove restoration in Mahakam Delta, Indonesia. *Sustainability*, 9(12), 2169.
578. Tanner, M. K., Moity, N., Costa, M. T., Jarrin, J. R. M., Aburto-Oropeza, O. y Salinas-de-León, P. (2019). Mangroves in the Galapagos: ecosystem services and their valuation. *Ecological economics*, 160, 12-24.
579. Tejeda, A. (2005). Escenarios de riesgo para el territorio veracruzano ante un posible cambio climático. En: Inundaciones 2005 en el estado de Veracruz. Escenarios de riesgo para el territorio veracruzano ante un posible cambio climático. En: Inundaciones 2005 en el estado de Veracruz.
580. Tejeda, A., Del Valle B., Welsh C.M., Ochoa C.A. y Méndez I.R. (2020). Veracruz, una década ante el cambio climático. Gobierno del Estado de Veracruz.
581. Téllez García, C. y Valdez Hernández, J. (2012). Caracterización estructural del manglar en el estero Palo Verde, Laguna de Cuyutlán, Colima. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 395-408.
582. Teutli-Hernández C., J.A. Herrera-Silveira, D.J. Cisneros-de la Cruz., R. Roman-Cuesta. (2020). Guía para la restauración ecológica de manglares: Lecciones aprendidas. Proyecto, Mainstreaming Wetlands into the Climate Agenda: A multi-level approach (SWAMP). CIFOR/CINVESTAV-IPN/UNAM-Sisal/PMC, 42pp.
583. Teutli-Hernández, C. (2017). 4. Tesis de doctorado. Universidad de Barcelona.
584. Teutli-Hernández, C. y Herrera-Silveira, J. (2016). Estrategias de restauración de manglares de México: el caso Yucatán. In: Ceccon, E. y C. (Ed.), Martínez-Garza (coords.). 2016. Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas.
585. Teutli-Hernández, C., Herrera-Silveira, J., Comín, F., Menéndez, M. (2017). Nurse species could facilitate the recruitment of mangrove seedlings after hydrological rehabilitation. *Ecological Engineering* 130: 263-270.
586. The United States of America. (2016). The United States of America Nationally Determined Contribution. Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/United%20States%20of%20America%20First/U.S.A.%20First%20NDC%20Submission.pdf>
587. The United States of America. (2021). The United States of America Nationally Determined Contribution. Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/United%20State>

- s%20of%20America%20First/United%20States%20NDC%20April%2021%202021%20Final.pdf
588. Thomas, N., Lucas, R., Bunting, P., Hardy, A., Rosenqvist, A. y Simard M. (2017). Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. *PLoS one*, 12(6), e0179302.
  589. Thorhaug, A., Poulos, H. M., López-Portillo, J., Ku, T. C. y Berlyn G.P. (2017). Seagrass blue carbon dynamics in the Gulf of Mexico: Stocks, losses from anthropogenic disturbance, and gains through seagrass restoration. *Science of The Total Environment*, 605, 626–636. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.189>
  590. Timko, J., Le Billon, P., Zerriffi, H., Honey-Rosés, J., de la Roche, I., Gaston, C., Sunderland, T.C. and Kozak, R.A. (2018). A policy nexus approach to forests and the SDGs: tradeoffs and synergies. *Current opinion in environmental sustainability*, 34, pp.7-12.
  591. Toledo, V. (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. *LEISA Revista Agroecológica*.
  592. Tomlinson, P. (1986). *The botany of mangroves*. Cambridge tropical biology series.
  593. Torres-Mota, R., Salles-Afonso-de-Almeida, P., y López-González, J. (2014). Efectos del aumento del nivel del mar por cambio climático en la morfología de la ría de Celestún, Yucatán. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(5), 5-20.
  594. Toyako Consultores S.A. de C.V. (2015). *Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad para la construcción del puente Palma Sola, que conectará el libramiento del recinto portuario en el distribuidor vial Poza Rica-Tuxpan, en Tuxpan, Veracruz, México*. Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) y Administración Portuaria Integral (API-TUX). 221 p.
  595. Trabucchi, M., Ntshotsho, P., O'Farrell, P., Comín, F. (2012). Ecosystem service trends in basin-scale restoration initiatives: a review. *J Environ Manage.* 30; 111:18-23. doi: 10.1016/j.jenvman.2012.06.040. Epub 2012 Jul 20. PMID: 22813855
  596. Train, K. E. (2009). *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge university press.
  597. Trégarot, E., Caillaud, A., Cornet, C. C., Taureau, F., Catry, T., Cragg, S. M. y Failler, P. (2021). Mangrove ecological services at the forefront of coastal change in the French overseas territories. *Science of The Total Environment*, 763, 143004.
  598. Turner B. (2020). Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Phil. Trans. R. Soc. B* 375: 20190120.
  599. Turner, K. (1991). Economics and wetland management. *Ambio*, 59-63. ISO 690.
  600. Twilley, R. R., Chen, R. H. y Hargis, T. (1992). Carbon sinks in mangroves and their implications to carbon budget of tropical coastal ecosystems. *Water, Air, and Soil Pollution*, 64:(1), 265-288.
  601. Twilley, R. y Rivera-Monroy, V. (2009). Ecogeomorphic models of nutrient biogeochemistry for mangrove wetlands. *Coastal Wetlands: An Integrated Ecosystem Approach*. 641-683.
  602. Ubillus Nevado, K. L. (2019). Importancia de la biodiversidad en la decisión de visita a un área natural protegida del Perú.
  603. Uc, E. (2019). Captan a flamingos caminando entre la basura en Yucatán. En *Diario La Verdad*.
  604. Uc-Espadas, M. (2007). Estrategias de vida en hogares costeros. Estudio de caso en Celestún, Yucatán. 10.13140/RG.2.2.36141.69600.
  605. Uddin, M. S., van Steveninck, E. D. R., Stuip, M. y Shah, M. A. R. (2013). Economic valuation of provisioning and cultural services of a protected mangrove





- t=Las%20Partes%20adoptar%C3%A1n%20medidas%20nacionales,los%20objetivos%20de%20esas%20contribuciones.
620. United States of America. (2016). Nationally Determined Contribution submission to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Recuperado de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/United%20States%20of%20America%20First/U.S.A.%20First%20NDC%20Submission.pdf>
  621. Valderrama L, Troche C, Rodríguez MT, Márquez D, Vázquez B, Velázquez S, Vázquez A, Cruz MI, y Ressler R. (2014). Evaluation of mangrove cover changes in Mexico during the 1970-2005 period. *Wetlands* 34(4):747-758. <https://doi.org/10.1007/s13157-014-0539-9>
  622. Valderrama-Landeros L. H., Rodríguez-Zúñiga M.T., Troche-Souza C., Velázquez-Salazar, S., Villeda-Chávez, E., Alcántara-Maya, J.A., Vázquez-Balderas B., Cruz-López M. I., Ressler R., (2017). Manglares de México: actualización y exploración de los datos del sistema de monitoreo 1970/1980-2015. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, 128 pp
  623. Valdez Hernández, J. (2004). Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. *Madera y Bosques*, Número especial 2, 93-104.
  624. Van Oudenhoven, A.P.E., Petz, K., Alkemade, R., Hein, L. y de Groot, R.S. (2012). Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. *Ecol. Indic.*
  625. Vázquez-González, C., Moreno-Casasola, P., Hernández, M. E., Campos, A., Espejel, I. y Fermán-Almada, J. L. (2017). Mangrove and freshwater wetland conservation through carbon offsets: a cost-benefit analysis for establishing environmental policies. *Environmental management*, 59(2), 274-290.
  626. Vázquez-Lule, A. D.; G. Ríos-Saís y M. F. Adame. (2009). Caracterización del sitio de manglar Celestún, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
  627. Vázquez-Lule, A. D.; G. Ríos-Saís, M. F. Adame, J. A. Alcántara-Maya y M. T. Rodríguez-Zúñiga. (2019). Caracterización del sitio de manglar PY59 Celestún, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Actualización con datos a 2015. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, CDMX.
  628. Velázquez-Pérez, C., Tovilla-Hernández, C., Romero-Berny, E. I. y Jesús-Navarrete, A. D. (2019). Estructura del manglar y su influencia en el almacén de carbono en la Reserva La Encrucijada, Chiapas, México. *Madera y bosques*, 25(3).
  629. Vo Trung, H., Viet Nguyen, T. y Simioni, M. (2020). Willingness to pay for mangrove preservation in Xuan Thuy National Park, Vietnam: do household knowledge and interest play a role?. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 9(4), 402-420.
  630. Vo, Q. T., Künzer, C., Vo, Q. M., Moder, F. y Oppelt, N. (2012). Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. *Ecological indicators*, 23, 431-446.
  631. Vo, T. Q., Künzer, C. Y Oppelt, N. (2015). How remote sensing supports mangrove ecosystem service valuation: a case study in Ca Mau province, Vietnam. *Ecosystem Services*, 14, 67-75.
  632. Von, M., Herr, D., Seneviratne, T., Castillo, G. (2020). Blue NbS in NDCs. A booklet for successful implementation (GIZ 2020).
  633. Wang, M., Cao, W., Jiang, C., Yan, Y. y Guan, Q. (2018). Potential ecosystem service values of mangrove forests in southeastern China using high-resolution satellite data. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 209, 30-40.



634. Waring, B., Neumann, M., Prentice, I.C., Adams, M., Smith, P., Siegert, M. (2020). What role can forests play in tackling climate change? Imperial College London. Grantham Institute Discussion Paper 6.
635. Warren-Rhodes, K., Schwarz, A. M., Boyle, L. N., Albert, J., Suti-Agalo, S., Warren, R., Bana, A., Paul, C., Kodosiku, R., Bosma, W., Yee, D., Ronnback, P., Crona, B. y Duke, N. (2011). Mangrove ecosystem services and the potential for carbon revenue programmes in Solomon Islands. *Environmental Conservation*, 485-496.
636. Wellman, K. F. y Noble, B. (1997). Selected Recreational Values of the Corpus Christi Bay National Estuary Program Study Area. Texas Natural Resource Conservation Commission.
637. White, P.S. y Pickett, S.T. (1985). Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. En: *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, eds. S.T.A. Pickett P.S. White, Academic Press: New York.3-13 p.
638. Wilkie, M. L. y Fortuna, S. (2003). Status and trends in mangrove area extent worldwide. Forest Resources Assessment Programme. Working Paper (FAO).
639. Winograd, M., Figueroa-Arango, C., Van Eupen, M. y Hardoy, J. (2020). Soluciones basadas en la Naturaleza para ciudades de América Latina y el Caribe. Guía metodológica. (O. G. CityAdapt, Ed.)
640. Wiwatthanapornchai, S., Piputsitee, C. y Boonyawat, S. (2014). The economic value of Laem Phak Bia mangrove ecosystem services in Phetchaburi Province, Thailand. *Modern Applied Science*, 8(5), 36.
641. Wortley, L., Hero, J.M. and Howes, M. (2013). Evaluating Ecological Restoration Success: A Review of the Literature. *Restoration Ecology*, 21, 537-543. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1111/rec.12028>
642. WWF (World Wildlife Fund). (2011). Recuperado de <http://www.climateprep.org/2011/03/02/ecosystem-based-adaptation-what-does-it-really-mean/>
643. WWF e ILO . (2020). NATURE HIRES:How Nature-based Solutions. Suiza: WWF e ILO .
644. Yañez-Arancibia, A., J.C. Seijo, A.L. Lara-Dominguez, G.J. Villalobos, E. Rivera, J.L. Rojas, M.A. Cabrera, J. Euán. y E. Perez Espinosa. (1995). Valuación Económica de los ecosistemas: el caso de los manglares. Programa de ecología, pesquerías y oceanografía del Golfo de México (EPOMEX), Campeche, México.
645. Zaldívar-Jiménez, A., Herrera-Silveira, J. A., Coronado-Molina, C., y Alonzo-Parra, D. (2004). Estructura y productividad de los manglares en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Madera y bosques*, número especial 2(10):25-35.
646. Zaldívar-Jiménez, A., Herrera-Silveira, J., Teutli-Hernández, C., Hernández-Saavedra, R., Caamal-Sosa, J. (2010). Manglares. En: R. Durán y M. Méndez (eds.). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. pp. 138-139.
647. Zhang K, Liu H, Li Y, Xu H, Shen J, Rhome J, Smith TJ. (2012). The role of mangroves in attenuating storm surges. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 102-103:11-23
648. Zhang, H. Y., Chen, C. M., Zheng, H. Y., Zhang, L. Q. y JIA, G. J. (2013). Evaluation of Value of Wetland Ecosystem Services of Zhangjiang Estuary Mangrove National Nature Reserve [J]. *Wetland Science*, 1.
649. Zhao, Q., Bai, J., Huang, L., Gu, B., Lu, Q. y Gao, Z. (2016). A review of methodologies and success indicators for coastal wetland restoration. *Ecological Indicators*. 60: 442-452.
650. Zorrilla Ramos, M. (2018). Midiendo el proceso de adaptación al cambio climático: experiencias y retos para México. Webinar 13: Monitoreo y Evaluación ¿Cómo medir el éxito de los procesos de adaptación?



## 17. ANEXOS

### **Anexo 1.1 Actores relevantes para el proyecto identificados en Tuxpan, Veracruz**

El listado de actores clave, mostrado a continuación, fue creado usando como criterio principal la relación de los actores con las actividades que tendrán lugar en el marco del proyecto. Se incluyen un listado de representantes institucionales de los tres órdenes de gobierno, del sector académico y de educación superior, así como organizaciones de la sociedad civil y grupos de trabajo comunitarios identificados como potenciales aliados en el desarrollo e implementación del proyecto.

A continuación, se presentan los principales actores identificados en el municipio de Tuxpan de Rodríguez de Cano, Veracruz.

#### **Área: Autoridades municipales**

C. Juan Antonio Aguilar Mancha	Presidente Municipal
Ing. Rafael Méndez Priego	Dirección de Desarrollo Agropecuario Forestal Y Pesca
Francisco Javier Méndez Saldaña	Regidor IV
Arq. Braulio García Nieva	Dirección de Obras Públicas Y Desarrollo Urbano
Néstor Sánchez Solórzano	Subagente Municipal Ejido Barra de Galindo
Arturo Mercader Martínez	Agente Municipal La Mata de Tampamachoco
Ramón Ramírez Cruz	Agente Municipal Tumilco

#### **Área: Centros de educación superior e investigación**

Universidad Veracruzana	Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Universidad Veracruzana	Facultad de Contaduría
Universidad del Golfo de México Norte (UGM Norte)	Campus Tuxpan
Centro Regional de Estudios Tuxpan	
Universidad de la Huasteca Veracruzana	Campus Tuxpan
Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Veracruz (ICES)	
Centro Regional de Educación Normal (CREN)	Dr. Gonzalo Aguirre Beltrán
Universidad Interamericana para el Desarrollo (UNID)	
Universidad del Desarrollo Profesional (UNIDEP), Sede Tuxpan	Campus Tuxpan
Instituto de Ecología, A.C.	

#### **Área: Organizaciones de la Sociedad Civil**

Instituto Veracruzano de Ecología S. C.  
(IVEECO)  
Área de Conservación San Basilio  
Fondo Golfo de México  
Pronatura Veracruz  
Fondo para la Comunicación y la  
Educación Ambiental, A.C.

#### Área: Cooperativas pesqueras y Campamentos Tortugueros

Sociedad Cooperativa de Producción  
Pesquera del Puerto de Tuxpan De Bienes  
Y Servicios S.C. de C.V.  
Campamento Tortuguero BARRA NORTE  
Sociedad Cooperativa Puente De  
Tampamachoco

#### Área: Dependencias federales

Área de Protección de Flora y Fauna  
Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (CONANP)  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos  
Naturales (SEMARNAT)  
Secretaría de Agricultura y Desarrollo  
Rural (SADER)  
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)  
Secretaría de Marina  
Fuerza Naval del Golfo  
Secretaría de la Defensa Nacional  
39 Batallón de Infantería

#### Área: Empresas relacionadas con los cuerpos de agua de Tuxpan

Administración Portuaria Integral de Tuxpan S. A. de C. V. Operadora CICSA, S.A. de C.V.	Almacenaje de Carga  Fabricación y reparación de plataformas y equipos de perforación para la industria petrolera
Compañía Terminal de Tuxpan, S.A. de C.V.	Recepción, manejo y almacenaje de gránulos agrícolas y minerales, contenedores y carga general
Construcciones y Equipos Latinoamericanos, S. A. de C. V.	Fabricación y reparación de plataformas y equipos de perforación para la industria petrolera
Desguaces Metálicos y Relaminables S.A de C. V. Exxon Móvil México, S. A. de C. V.	Servicio Marítimo, Construcción Metalmeccánica y Reparación Naval Recepción de productos petroquímicos para la industria
Feno Resinas, S. A. de C. V.	Recepción de productos petroquímicos diversos

PEMEX Exploración y Producción	
Frigoríficos Especializados de Tuxpan, S.A. de C.V.	Recepción, manejo y almacenaje de productos perecederos
Granelera Internacional de Tuxpan, S.A. de C.V.	Recepción, manejo y almacenaje de gráneles agrícolas
Terminal Marítima de Tuxpan, S. A. de C. V.	Manejo de carga general y gráneles
Superintendencia de Transportación Marítima PEMEX Refinación	Recepción, manejo y almacenaje de productos petroleros y gasolina
Complejo Termoeléctrico "Presidente Adolfo López Mateos"	
Terminales Marítimas Transunisa, S.A. de C.V.	Recepción, manejo y almacenaje de carga general, cargas pesadas y todo tipo de gráneles
Transferencias Graneleras S.A. de C.V.	Recepción, manejo y almacenaje de gráneles agrícolas
Terminal Marítima Gas TOMZA S.A. de C.V.	Recepción, manejo y almacenaje de Gas Licuado de petróleo

### **Anexo 1.2. Actores relevantes identificados en el municipio de Celestún, Yucatán.**

Los sectores más importantes para la aplicación de acciones de AbE para Celestún son el gobierno federal, estatal y municipal a través de sus instituciones, centros de investigación y universidades, cooperativas comerciales y prestadores de servicios turísticos, los cuales se enlistan a continuación:

<b>Área: Investigación y ciencia</b>	
CEPHCIS, UNAM	Desarrollo de proyectos en el campo de la antropología social, la ciencia política, los derechos humanos, la ecología, la etnología, la filosofía, la historia, el arte, la lingüística, la literatura y la sociología, etc. Contribuye en el desarrollo de la sociedad mediante la investigación científica y tecnológica de vanguardia y la formación de recursos humanos de alta calidad
CINVESTAV-Unidad Mérida	Enfocado en realizar investigación básica y aplicada en el área de biología, materiales y disciplinas afines; orientado hacia la solución de problemas nacionales, regionales y locales
CICY	Facilitar el desarrollo de actividades de investigación, entrenamiento y educación enfocada a la conservación de vida silvestre
DUMAC A.C.	Preparar ciudadanos capaces de desempeñarse adecuadamente en un mundo cambiante, globalizado y de alta exigencia
ENES-Unidad Mérida, UNAM	Comprometido con la implementación de procesos orientados hacia el cumplimiento de los requisitos y la satisfacción de sus clientes, así como el respeto y preservación del medio ambiente, cumpliendo con los requisitos legales aplicables y de mejora continua, conforme a las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015
ITM	Se dedica a vincular la ciencia y la toma de decisiones para facilitar el tránsito hacia la sostenibilidad en el país
LANCIS, IB, UNAM	Realiza estudios y propone soluciones sustentables enfocadas a generar conocimiento y que contribuyan a la conservación y adaptación de los sistemas costeros ante perturbaciones de diferente naturaleza que ocurren en la costa
LANRESC, CONACYT	Conservar la flora, la fauna y los ecosistemas prioritarios, promoviendo el desarrollo de la sociedad en armonía con la Naturaleza
PRONATURA-Yucatán A.C.	

UADY	Promueve oportunidades de aprendizaje para todas y todos, a través de una educación humanista, pertinente y de calidad. Contribuye al desarrollo de la ciencia, las humanidades, la tecnología y la innovación; a la atención de problemáticas locales, regionales, nacionales y mundiales y a mejorar el nivel de bienestar de la sociedad yucateca
UMDI-SISAL-UNAM	Imparte educación en licenciatura y posgrado para formar profesionistas, profesores e investigadores que intervengan en la solución de problemas nacionales relacionados con el uso y conservación de los recursos costeros
SUNY-College	Fomenta y facilita la investigación básica y aplicada con el propósito de crear y difundir conocimientos vitales para el continuo avance humano, científico, tecnológico y económico

#### Área: Cooperativas y OSC

Manglares de Dzinitun	Recorrido en el parador turístico adentrándose en el manglar y avistamiento de flora y fauna. Ofrecen caminatas, paseos en bicicleta, recorrido en canoa y/o lancha
Jaltún parque ecoturístico	Realizan recorridos terrestres y acuáticos con educación ambiental de flora y fauna de la región
Flamingo tour Celestún	Recorrido por la laguna y la isla Pájaros para observar flamencos y otras aves

#### Área: Comercio y servicios

Restaurante Dolphin Gutiérrez	Venta de alimentos y bebidas
La palapa Restaurante & Snack	Venta de alimentos y bebidas
Los Pampanos	Venta de alimentos y bebidas
Restaurante la playita	Venta de alimentos y bebidas
Chivirico	Venta de alimentos y bebidas



**Anexo 2. 1 Fichas descriptivas sobre proyectos de restauración llevadas a cabo en el periodo de 2005 a 2020 en los estados del Golfo de México**

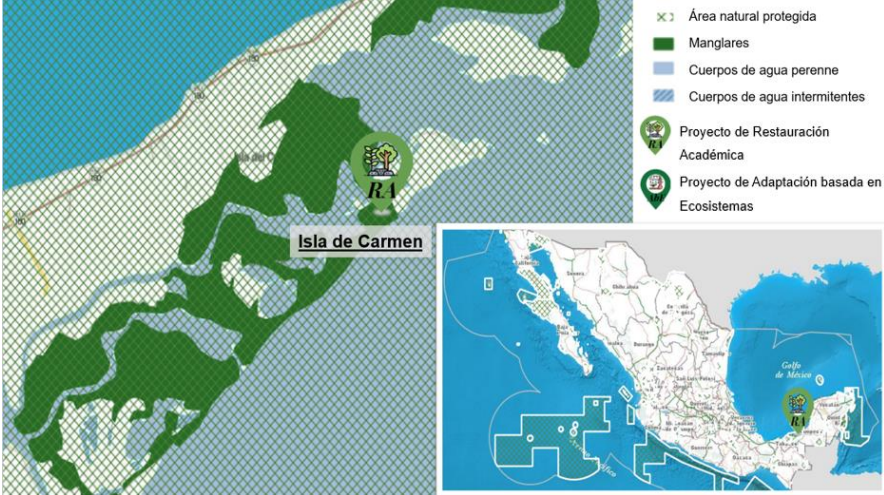
A partir de la compilación de información, se llevó a cabo una revisión sobre los reportes e informes de proyectos, estudios y/o acciones llevadas a cabo en los cinco estados que integran el Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán) relacionadas con restauración, manejo y conservación de ecosistemas costeros, así como proyectos de desarrollo sostenible que se enmarcan en la AbE.

Una vez revisada la información se elaboraron fichas para cada proyecto, fueron depurados aquellos sitios o proyectos que no contaban con los criterios necesarios (objetivo, meta, diagnóstico, acciones de restauración y resultados) para la elaboración de estas fichas. Posteriormente, fueron organizados por estado y clasificadas en dos modalidades:


- 1) Fichas de restauración académica, dentro de esta categoría se engloban los proyectos cuyo fin no está explícitamente dirigido a reducir los impactos del cambio climático, pero contienen elementos para ser consideradas una medida de adaptación.
- 2) Fichas de AbE, donde los proyectos expresamente buscan hacer frente a desafíos climáticos.

## Campeche

### Restauración académica

No. Ficha	1
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Estrategias de restauración en Isla del Carmen, Campeche. <i>Laboratorio de Humedales Costeros-EPOMEX</i>
Ubicación	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 1. Isla del Carmen, Campeche</i></p>
Fecha (inicio-término)	2004-2011.
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX)</li> <li>• Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR)</li> <li>• Comisión Federal de Electricidad (CFE)</li> </ul>
Meta	Establecer medidas de restauración ecológica en los bosques de mangle degradados, y recuperar la cobertura vegetal y los servicios ecosistémicos en una isla de 104.5 ha inmersa en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la residencia del agua y el oxígeno intersticial.</li> <li>• Disminuir la salinidad y temperatura.</li> <li>• Remover productos de descomposición orgánica.</li> <li>• Favorecer el incremento de plántulas.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comisión Federal de Electricidad</li> </ul>
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El diagnóstico se llevó a cabo mediante el monitoreo de un mangle conservado y el mangle a restaurar con la finalidad de comparar ambos sitios antes y después de la rehabilitación hidrológica.</li> <li>• Se analizaron en ambos sitios, parámetros fisicoquímicos y biológicos.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encontró que las causas de mortalidad del área a restaurar estaban estrechamente ligadas a eventos hidrometeorológicos extraordinarios (tormenta tropical o ciclón) que acarrearón grandes cantidades de sedimentos en poco tiempo a través de los fuertes vientos y el oleaje.</li> <li>• En el área a restaurar se encontró una gran cantidad de árboles muertos, cambios químicos en el agua intersticial, además de condiciones anaeróbicas en el sedimento. Por ello, fue necesaria la preparación del área previa a la fase de siembra de mangle.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A partir de imágenes satelitales, se detectó el área de un bosque muerto susceptible a restaurar y, con base en el análisis del agua intersticial y la microtopografía del lugar, se elaboraron estrategias de restauración hidrológica.</li> <li>• Se hizo el diagnóstico del bosque de mangle conservado y perturbado mediante el registro por cuadrantes de salinidad, potencial redox, temperatura y nutrientes del agua intersticial; en seis puntos, mensualmente, durante siete años</li> <li>• Se hizo la rehabilitación hidrológica</li> <li>• Se construyó un vivero con capacidad para 18000 plántulas de <i>Avicennia germinans</i> (L.). A partir del cuarto mes, las plántulas fueron llevadas a campo y se plantaron en las parcelas rehabilitadas hidrológicamente. El vivero se construyó con materiales locales, con la finalidad de reducir el costo y cercano a la población de Isla Aguada para poder contar con agua y electricidad.</li> <li>• Se reforestó.</li> <li>• Se construyó un canal principal de 2 m de ancho x 1.5 m de profundidad x 1 000 m de longitud (canal principal), conectándose con 15 canales secundarios cada 60 m, con dimensiones de 1 m de ancho y 1 m de profundidad. Los canales secundarios se conectaron con el canal principal y lagunetas internas presentes en la isla.</li> <li>• Se evaluó el programa de restauración a través de los parámetros fisicoquímicos del agua intersticial y se validó el funcionamiento y la autonomía de los canales artificiales.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las concentraciones de amonio disminuyeron después de la rehabilitación hidrológica, lo que indicó una oxigenación en las parcelas y entrada de agua dulce rica en nutrientes.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El crecimiento de las plántulas reforestadas fue de 15.8 cm/322 días, superior a las plántulas silvestres localizadas en el bosque de referencia (5.7 cm/322días).</li> <li>• Las tasas de crecimiento fueron mayores en las áreas rehabilitadas hidrológicamente, debido a que las condiciones de los parámetros ambientales se encontraban en intervalos óptimos para su desarrollo.</li> <li>• Para el año 2010, la dinámica hidrológica del área de estudio estaba recuperada.</li> <li>• Tras tres años de haberse realizado la reforestación, la supervivencia de las plántulas fue del 90% o superior, con un crecimiento promedio en altura de 51.3 ±11.1 cm.</li> <li>• El programa contribuyó a la recuperación del hábitat de especies endémicas y migratorias.</li> </ul>
<p>Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende condiciones climáticas: contempla la necesidad de restaurar áreas de manglar degradado como consecuencia de eventos climatológicos.</li> <li>2. Puede medirse: se realizó un diagnóstico de las condiciones fisicoquímicas iniciales para ser comparadas a través del tiempo y con otros sitios de referencia (áreas conservadas).</li> </ol>
<p>Imágenes</p>	
<p>Fuentes:                  Agraz Hernández, C., Osti Sáenz, J., García Zaragoza, C., Chan-Keb, C., Chan-Canul, E., Arana-Lezama, R. y Torcuato-Hidalgo, M. (2010). Estrategias de Restauración de Ecosistemas de Manglar en México. <i>Jaina</i>. 21(2): 5-28                  EPOMEX. (2018). REFORESTACIÓN EN EL ECOSISTEMA DE MANGLAR AL NORTE DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS. CAMPECHE. En Laboratorio de Humedales Costeros. Recuperado de: <a href="http://humedalescosterosepomex.com/ES/proyecto/laguna%20de%20terminos.html">http://humedalescosterosepomex.com/ES/proyecto/laguna%20de%20terminos.html</a></p>	

No. Ficha	2
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Restauración de los humedales del tramo carretero el Remate-Isla Arena, Campeche. <i>Iniciativa para la Restauración y Manejo de manglares en la zona costera de la Península de Yucatán, DUMAC</i>
Ubicación	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 3. Isla Arena, Campeche</i></p>
Fecha (inicio-término)	2009-2011
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ducks Unlimited de México (DUMAC )</li> <li>• Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)</li> <li>• Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) Unidad Mérida</li> </ul>
Meta	Mejoramiento hidrológico de la subzona de recuperación II de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún (Isla Arena).
Objetivos	Apertura canales para mejorar el hidroperiodo de la zona.
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo total del proyecto \$801,400 MXN</li> <li>• CONABIO</li> </ul>
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La construcción de la carretera El Remate-Isla Arena provocó la interrupción del flujo hidrológico ocasionando el aumento de la salinidad intersticial, a esta infraestructura se le atribuye la pérdida de 464 ha de manglar.</li> <li>• Otros factores que coadyuvaron a la pérdida de cobertura de manglar fueron, la construcción de puertos de altura o abrigo, desarrollos turísticos, la industria maderera y de carbón</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamiento topográfico y análisis de imágenes satelitales.</li> </ul>




	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apertura y desazolve de canales para reducir la salinidad intersticial a partir de los resultados del levantamiento topográfico, el análisis de imágenes satelitales y de prospecciones en el área.</li> <li>• Apertura de un canal de 1,125 m lineales dividido en 6 sitios, con un ancho de 3 m y 0.8 m de profundidad.</li> <li>• Monitoreo de indicadores del éxito de la restauración.</li> <li>• Medición de las variables: hidroperiodo, salinidad y el establecimiento de nuevos reclutas de la comunidad del manglar.</li> <li>• Los sitios de muestreo se establecieron a diferentes distancias del canal, también se tomaron en cuenta sitios de referencia.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de 1,125 m lineales de canales de circulación. Se impactaron directamente a 59 personas de la comunidad de Isla Arena, las cuales realizaron la reapertura de canales mediante manuales otorgados por los organizadores del proyecto.</li> <li>• Como resultado de la construcción de canales, se registró una mayor transferencia de agua de un sector a otro, el cual se mantuvo durante la temporada de secas.</li> <li>• La menor salinidad intersticial se registró en el sitio de referencia con <math>60.34 \text{ g kg}^{-1}</math>, mientras que la mayor salinidad fue en el sitio de rehabilitación 2 en el tiempo 1 con <math>64.33 \text{ g kg}^{-1}</math>. Esto impactó en el ecosistema directamente, a mayor salinidad, menor muerte de manglar.</li> <li>• Durante el periodo de estudio se identificó a las especies de <i>Rhizophora mangle</i> y <i>Avicennia germinas</i> como colonizadoras de las áreas de rehabilitación, debido a que la sobrevivencia de plántulas y juveniles fue del 100% (mayor densidad de plántulas y juveniles es un reflejo de regeneración natural).</li> <li>• El proyecto realizado por DUMAC desde 2001, ha tenido impacto en 470 ha degradadas, 200 ha han sido intervenidas durante este lapso de tiempo.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es viable: considera acciones de recuperación del manglar mediante cambios en el suelo y agua con la participación de la comunidad.</li> <li>2. Puede medirse: se realizó un diagnóstico de las condiciones fisicoquímicas y características estructurales iniciales del sitio para compararlas a través del tiempo con otros sitios de referencia (área en buenas condiciones).</li> </ol>

<p>climático (INECC, 2019)</p>	<p>3. Fortalece capacidades: propició que la comunidad de Isla Arena tomara interés en el desarrollo de actividades turísticas como la pesca de liberación de Robalo, la visita a los sitios de manglar y la cría de cocodrilos. Estas actividades están estrechamente vinculadas con la salud de los manglares de Isla Arena, Campeche.</p>
<p>Imágenes</p>	
<p>Fuentes:</p> <p>Alonzo-Parra, D. (2011). Mejoramiento de humedales de zonas cársticas y semiáridas de la Península de Yucatán - subzona de recuperación II de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún (Isla Arena). Ducks Unlimited de México A.C. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto HH002. 2011.</p> <p>Alonzo-Parra, D. (2011). Proyecto HH002 Mejoramiento de humedales de zonas cársticas y semiáridas de la Península de Yucatán - subzona de recuperación II de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún (Isla Arena). En CONABIO. Recuperado de <a href="http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=HH&amp;Numero=2">http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=HH&amp;Numero=2</a></p> <p>DUMAC. Iniciativa para la Restauración y Manejo de manglares en la zona costera de la Península de Yucatán. En DUMAC Ducks Unlimited de México. Recuperado de: <a href="https://dumac.org/en/2000/08/24/iniciativa-peninsula-de-yucatan/">https://dumac.org/en/2000/08/24/iniciativa-peninsula-de-yucatan/</a></p>	



No. Ficha	3
Tipo de proyecto	Restauración Académica.
Título del proyecto	Restauración ecológica de manglar en Isla Jaina, Campeche. <i>Laboratorio de Humedales Costeros-EPOMEX</i>
Ubicación	 <p>Figura 5. Isla Jaina, Hecelchakán, Campeche.</p>
Fecha (inicio-término)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etapa I 2012-2016</li> <li>• Etapa II 2017-2022</li> </ul>
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad Autónoma de Campeche (UAC)</li> <li>• EPOMEX</li> <li>• Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)</li> <li>• Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)</li> <li>• Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Campeche (SEMARNATCAM)</li> <li>• Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)</li> </ul>
Meta	Establecer medidas de restauración ecológica del ecosistema de manglar degradado por la interacción del ser humano en la construcción de un camino rústico y eventos naturales. Además de recuperar la capacidad y potencial de los suelos de la zona.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurar 2000 ha de manglar.</li> <li>• Promover la difusión y asimilación de los resultados del proyecto a nivel local, municipal y estatal.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$32,800,000 MXN para la Etapa I del CUSF-CONAFOR</li> <li>• \$29,567,700 MXN para la Etapa II CONAFOR</li> </ul>
Diagnóstico	En el área del proyecto, se encontró un total de 9 000 ha de manglar afectadas por el cambio hidrológico en humedales, construcción de caminos rústicos y asentamientos humanos
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se construyeron canales a través de la aplicación de modelos hidrodinámicos y del análisis químico del agua intersticial.</li> </ul>


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se abrieron 8 canales principales (&gt;2.3 km cada uno) y 69 secundarios con una profundidad de aproximadamente 1 a 1.5 m y 2 m de ancho.</li> <li>• Se realizó la excavación de canales y lagunas, con la finalidad de reforestarlos.</li> <li>• Se realizó la plantación de &gt;220,000 hipocótilos de manglar rojo (<i>Rhizophora mangle</i>) a lo largo de los canales principales.</li> <li>• Caracterización del manglar muerto</li> <li>• Se hizo el diseño de las medidas a ejecutar en la rehabilitación hidrológica</li> <li>• Se monitorearon las condiciones químicas del agua intersticial en el área de manglar muerto antes y después de la aplicación de las medidas de rehabilitación hidrológica, y se evaluó su respuesta</li> </ul>
Resultados	<p>Etapa I:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se restauraron ecológicamente 600 ha de mangle</li> <li>• Se construyeron 8 canales principales, 69 secundarios y 17 lagunas artificiales, 80 jornaleros de las comunidades Sodzil, Chunkanán, Pomuch y Hecelchakán participaron activamente en el desarrollo de esta fase.</li> <li>• Se construyeron y rellenaron 81 plataformas artificiales a partir de más de 900, 000 m<sup>3</sup> de sedimento extraído durante la excavación de los canales y lagunas.</li> <li>• Se reforestaron 28 000 hipocótilos de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.) a lo largo de los bordes de los canales artificiales principales.</li> <li>• Se logró la regeneración natural del 75% en las 600 ha de trabajo, (98% de propágulos de mangle negro, 1% con mangle rojo y 1% de mangle blanco) con una sobrevivencia del 90%.</li> </ul> <p>Etapa II:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se construyó 1 canal principal de 5 m de ancho por 1.2 m de profundidad, por 4400 m de largo (excavación aproximada de 26400 m<sup>3</sup>), 13 canales secundarios y 16 canales terciarios artificiales.</li> <li>• Se desazolvó parcialmente un canal natural de aproximadamente 4280 m de largo.</li> <li>• Se reforestaron 395 ha, con propágulos de <i>Avicennia germinans</i> (L.) L., por el método de voleo en el área de restauración y la forestación a lo largo de los bordes de los canales artificiales, con hipocótilos de <i>Rhizophora mangle</i>.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recuperaron evidencias arqueológicas e históricas que se encuentren durante la rehabilitación hidrológica.</li> <li>• Se fomentó la divulgación y asimilación de los resultados del proyecto a nivel local, municipal y estatal.</li> <li>• Como resultado de la primera etapa del proyecto, se comenzó una propuesta para fortalecer la economía local, así como los vínculos sociales de la comunidad Maya Sodzil que trabajó en la restauración del manglar.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puede medirse: se monitorearon las condiciones químicas del agua intersticial en el área de manglar degradado antes y después de la aplicación de las medidas de rehabilitación hidrológica.</li> <li>2. Cuenta con un enfoque sistémico: consideró la ecología del manglar además, propició el trabajo vinculado entre comunidades de la zona e instituciones educativas y de gobierno.</li> <li>3. Fortalece capacidades: mediante la generación de trabajos a habitantes de Sodzil, Hecelchakán, Pomuch y Chuncanán, generación de productos científicos e incremento de la cobertura vegetal. Además de derivar en propuestas que buscan fortalecer la economía local alrededor del manglar.</li> <li>4. Propicia co-beneficios: se convirtió en un sitio de enseñanza en donde estudiantes de licenciatura y posgrado reciben cursos teóricos y prácticos sobre ecología, diagnóstico, impacto ambiental y restauración en ecosistemas de manglar.</li> </ol>
Imágenes	
<p>Fuentes:</p> <p>CONAFOR. (2016). Regeneran 217 mil plantas de manglar en Isla Jaina Campeche. Recuperado de: <a href="https://www.gob.mx/conafor/prensa/regenera-conafor-217-mil-plantas-de-manglar-en-ista-jaina-campeche">https://www.gob.mx/conafor/prensa/regenera-conafor-217-mil-plantas-de-manglar-en-ista-jaina-campeche</a></p> <p>EPOMEX. (2018). Restauración ecológica en el ecosistema de manglar en la zona aledaña al Centro de Comunicación y Cultura de la Conservación (CCCC) Isla Jaina, mediante el</p>	


empleo de modelos de circulación hidrodinámica en el municipio de Hecelchakán, Campeche en 600 ha. etapa i. Recuperado de: <https://humedalescosterosepomex.com/ES/proyecto/jaina1.html>

EPOMEX. (2020). Restauración ecológica en el ecosistema de manglar en la zona aledaña al Centro de Comunicación y Cultura de la Conservación (CCCC) Isla Jaina, mediante el empleo de modelos de circulación hidrodinámica en el municipio de Hecelchakán, Campeche en 517 ha etapa Recuperado de : <http://humedalescosterosepomex.com/ES/proyecto/jaina2.html>

Ranulfo Paiva Sobrinho et al. (2017) 'A new type of money for a Mayan community to build resilience in a context of economic crisis' International Journal of Community Currency Research 2017 Volume 21 (Summer) 85-97. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.15133/j.ijccr.2017.010>

No. Ficha	4
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Programa de restauración en el estero del Pargo en Campeche. <i>Laboratorio de Humedales Costeros-EPOMEX</i>
Ubicación	 <p>Figura 7. Estero del Pargo, Isla del Carmen. Campeche</p>
Fecha (inicio-término)	Mayo 2018 a marzo 2019
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras Públicas e Infraestructura (SEDUOPI)</li> <li>• Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Campeche (SEMARNATCAM)</li> </ul>
Meta	Restaurar 2 ha de manglar.
Objetivos	Establecer un programa de restauración ecológica.
Costo/ Fuente de financiamiento	-
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los bosques de manglar han sido impactados por la urbanización, industrialización, agricultura, navegación y alteración del régimen hidrológico.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con base en el modelo del patrón del hidroperiodo, generado durante el diagnóstico ambiental, se construyó un canal principal (949 m de largo, 1.5 m de ancho por 1 m de profundidad) y 8 secundarios (895 m de largo, 1 m de ancho por 1 m de profundidad).</li> <li>• Con el sedimento extraído se crearon plataformas en los bordes de los canales para la siembra y establecimiento de manglar.</li> <li>• Se colectaron y seleccionaron 5,000 hipocótilos de <i>Rhizophora mangle</i> y 35,000 propágulos maduros de <i>Avicennia germinans</i>, posteriormente se reforestaron los bordes y a lo largo de los canales artificiales.</li> </ul>

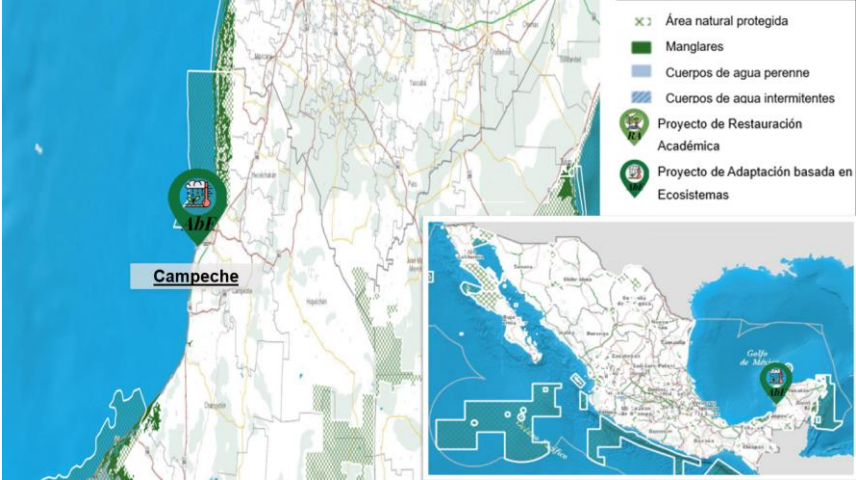



<p>Resultados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La apertura de los canales generó una disminución de la salinidad de hasta 38 ups.</li> <li>• Se presentó el 98% de sobrevivencia en los propágulos reforestados, con alturas <math>10.7 \pm 4.8</math> y <math>21.8 \pm 6.1</math> cm y 13.5% en porcentaje de herbívora.</li> <li>• Se registraron cambios visibles en las variables biológicas, como es el crecimiento del follaje de los arbustos en el área de restauración, con un promedio de <math>31 \pm 6.1</math> cm en longitud, mayor verdor en las hojas, menor presencia de sales en el envés de la hoja en <i>A. germinans</i>, crecimiento y distribución del sistema radicular. Se observó la regeneración natural por plántulas de <i>A. germinans</i> y <i>R. mangle</i> en el área restaurada con gran densidad y sobrevivencia.</li> <li>• Se generaron 16 empleos temporales y se capacitó a la población local para posteriores proyectos de restauración. Se siguió el monitoreo del área para tener evidencias del éxito de restauración.</li> </ul>
<p>Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es viable: se llevó a cabo la evaluación inicial de parámetros fisicoquímicos e hidrológicos del sitio y adicionalmente de una zona de referencia para comparación del progreso. Considera acciones de recuperación del manglar mediante cambios en el suelo y agua con beneficios económicos a la comunidad.</li> <li>2. Fortalece capacidades: mediante la capacitación técnica para las acciones de rehabilitación hidrológicas y pago de jornales a habitantes de la comunidad.</li> </ol>
<p>Imágenes</p>	 <p>Figura 8. Restauración. a) Apertura de canal principal; b) apertura de canales secundarios; c) dispersión de sedimento para plataformas; d) colecta de germoplasma; f) siembra con técnica de voleo.</p>
<p>Fuentes:</p>	

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Campeche. Oficio Resolutivo  
S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./6929. Pp 36-121.




**AbE**

No. Ficha	5
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Diagnóstico de la vulnerabilidad ante el cambio climático del destino turístico de Campeche, Campeche.
Ubicación	 <p>Figura 147. Zona Costera del Estado de Campeche</p>
Fecha (inicio-término)	2015
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C. La Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C. (ANIDE), CONACYT.</li> </ul>
Meta	Elaborar diagnósticos de la vulnerabilidad ante diversos impactos adversos a la variabilidad y el cambio climático, del destino turístico de Campeche, así como elaborar las respectivas propuestas de programas de adaptación que incluyen acciones concretas en materia de adaptación y gestión integral de riesgos.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la vulnerabilidad de los destinos turísticos en función de su propio grado de exposición a las amenazas por cambio climático</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	-
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las costas de Campeche se caracterizan por estar expuestas a fenómenos climáticos como tormentas y ciclones tropicales, a nortes y a los efectos de los fenómenos Niño/Niña.</li> <li>La zona está expuesta a fenómenos hidrometeorológicos como altas temperaturas, inundación fluvial y a precipitaciones extremas que producen inestabilidad de laderas.</li> <li>Todos estos fenómenos están siendo influenciados de diferentes formas por el cambio climático</li> </ul>

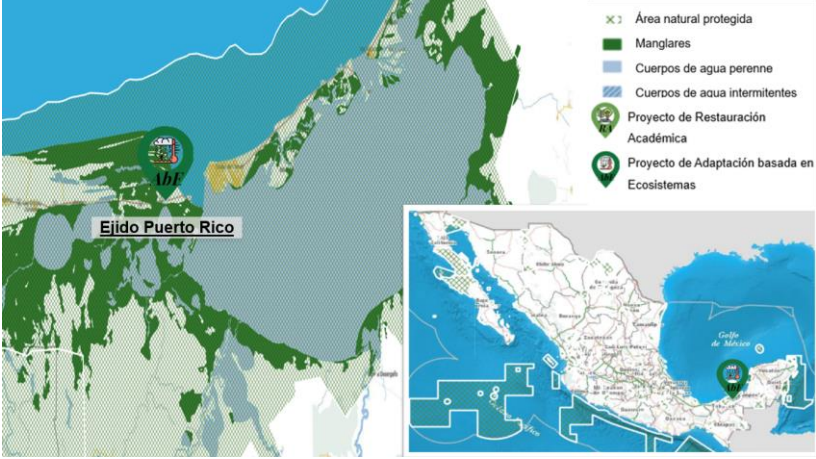
Actividades realizadas	<p>Se realizaron tres análisis.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de amenazas.</li> <li>• Cálculo de indicadores e índices de vulnerabilidad física.</li> <li>• Análisis de riesgo ante el cambio climático.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los principales resultados en el destino turístico de Campeche mostraron una muy alta vulnerabilidad a las altas temperaturas, con la estimación de un aumento de 6 °C en la temperatura máxima en un escenario RCP 8.5 para un futuro lejano, proyectando temperaturas máximas de 40 °C que rebasa el límite de tolerancia para la salud humana.</li> <li>• La vulnerabilidad física al cambio climático en Campeche resultó muy baja, excepto en la parte centro donde la categoría fue muy alta y asociada a la inundación de marea por tormentas.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: el diagnóstico se basó en identificar la vulnerabilidad al cambio climático. Analiza la vulnerabilidad de un destino turístico y la gestión integral de riesgos. Involucra a la población en la actividad económica de turismo local. Considera la línea base de vulnerabilidad al cambio climático, amenazas e indicadores de vulnerabilidad y análisis de riesgo.</li> </ol>
Imágenes	 <p><i>Figura 148. Obtención de datos.</i></p>
<p>Fuentes:</p> <p>Bolongaro-Crevenna, A., Márquez-García, A.Z., Torres-Rodríguez, V., Anglés-Hernández, M., Origel-Gutiérrez G. y Márquez.García, M.I. (2016). Diagnóstico de la vulnerabilidad ante el cambio climático del destino turístico de Campeche, Campeche. En: Bolongaro Crevenna Recaséns A. (coord.), Estudio de vulnerabilidad al cambio climático en diez destinos turísticos seleccionados. Informe Técnico Proyecto 238980. Fondo Sectorial para la Investigación en Desarrollo y la Innovación Tecnológica en Turismo CONACYT-SECTUR. México: Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C. 388 p</p>	

No. Ficha	6
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Turismo alternativo en humedales de Isla Aguada. <i>GEF-PPD OP6 México Grijalva-Usumacinta</i>
Ubicación	 <p>Figura 149. Isla Aguada, Campeche</p>
Fecha (inicio-término)	Noviembre 2018- Agosto 2020
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF)</li> <li>• Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)</li> <li>• Cooperativa de Bienes y Servicios Turísticos Isla de Pájaros S.C. de R.L. de C.V.</li> </ul>
Meta	Contribuir a la conservación adicional de 2,000 hectáreas de humedales costeros y zona de pastos marinos del Área Natural Protegida Laguna de Término mediante la oferta de servicios de turismo alternativo operado de forma equitativa entre ambos géneros.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar el número de visitantes a la comunidad de Isla Aguada</li> <li>• Generar mayores ingresos</li> <li>• Promover que los servicios de turismo alternativo en el ANP Laguna de Términos sean parte de la forma de vida de los hombres y mujeres de la comunidad.</li> <li>• Dar mayor cobertura de conservación a los humedales costeros del ANP.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$ 47,368.16USD</li> <li>• Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)</li> </ul>
Diagnóstico	-
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimiento de estrategias de turismo en la comunidad, mediante la construcción de un lobby en el área de las cabañas para acceso y recepción de turistas.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercadeo de servicios ofertados a través de material impreso, diseño de página web y otras estrategias audiovisuales.</li> <li>• Implementación de un sistema generador fotovoltaico de electricidad para funcionamiento en restaurante y cabañas.</li> <li>• Capacitación a los socios de la cooperativa para obtener la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-133-SCFI-2013, correspondiente a “Requisitos y especificaciones de sustentabilidad del ecoturismo”.</li> <li>• Realización de talleres, asambleas de educación ambiental con líderes de la comunidad pesquera ribereña, autoridades locales y prestadoras de servicios turísticos de la comunidad.</li> <li>• Creación de un fondo para mantenimiento y reposición de equipos e infraestructura con la finalidad de asegurar la sustentabilidad del proyecto.</li> <li>• Conformación de rutas turísticas con otras localidades.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se desarrolló el circuito ecoturístico.</li> <li>• Desarrollo de página web de la cooperativa.</li> <li>• Se desarrolló una guía para conocer las especies que habitan la laguna.</li> <li>• Se generó una alianza de cooperativas para escalar el cuidado de la biodiversidad en toda el área.</li> <li>• Se analizaron las vulnerabilidades.</li> <li>• Se comenzó con el diseño de un plan de blindaje del proyecto ante efectos potenciales del cambio climático.</li> <li>• 2000 hectáreas conservadas y 7 880 con aprovechamiento sustentable.</li> <li>• 2 mujeres y 2 hombres participando en el programa.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: se comenzó el diseño de plan de blindaje y se reconocieron las vulnerabilidades ante el cambio climático a las que se enfrenta el área. El proyecto busca a través de la organización comunitaria, hacer frente a las presiones externas.</li> <li>2. Es viable: la creación del fondo, recuperó el 20% de los ingresos generados con la finalidad de contar con recursos financieros que permitan la sostenibilidad en el tiempo del proyecto. Por otro lado, la generación de alianzas y capacitación de más personas de la comunidad permite la permanencia del proyecto.</li> <li>3. Fortalece capacidades: los principales actores del proyecto fueron los socios de la cooperativa, quienes gracias a la organización, fomentaron el auto</li> </ol>



	<p>reconocimiento y autovaloración como usuarios de los recursos naturales, promoviendo la igualdad de oportunidades para los géneros.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Considera contexto social: al ser un proyecto dirigido por la cooperativa de la comunidad, el contexto social era el centro del proyecto.</li> <li>5. Fortalece la gobernanza: la cooperativa coordinó el proyecto desde un enfoque de género y generó alianzas a nivel local y estatal que permiten tener un poder de negociación mayor.</li> <li>6. Se sostiene en el tiempo: actualmente, la cooperativa sigue en funcionamiento, generando beneficios sociales y ecológicos.</li> <li>7. Propicia co-beneficios: el impulso de este proyecto, busca lograr progresivamente el crecimiento de los ingresos del 40% más pobre de la población. Promueve igualdad de oportunidades independiente a la edad, sexo, situación económica o cualquier condición.</li> </ol>
Imágenes	 <p>Figure 150 consists of two side-by-side photographs. Photograph (a) shows a boat ramp area with several small, colorful boats (blue and white) docked at a concrete ramp. The background features lush green trees and a clear sky. Photograph (b) shows a person wearing a blue long-sleeved shirt, a yellow cap, and a life vest, sitting in a blue kayak on the water. The person is holding a paddle and looking towards the camera.</p>
<p>Fuentes:</p> <p>Cooperativa de Bienes y Servicios Turísticos Isla de Pájaros S.C. de R.L. de C.V. (2020). Turismo alternativo en humedales de isla aguada. En Programa Pequeñas Donaciones del FMAM México. Recuperado de: <a href="https://www.ppdmexico.org/turismo-alternativo-isla-aguada">https://www.ppdmexico.org/turismo-alternativo-isla-aguada</a></p> <p>PNUD. (2020). About the Implementing organization Cooperativa de Bienes y Servicios Turísticos Isla de Pájaros SC de RL de CV. En Equator Initiative. Recuperado de: <a href="https://www.equatorinitiative.org/2020/04/24/solution11284/">https://www.equatorinitiative.org/2020/04/24/solution11284/</a>.</p> <p>PNUD. (2018). Turismo Alternativo en Humedales de Isla Aguada. En The GEF Small Grants Programme. Recuperado de: <a href="https://sgp.undp.org/spacial-itemid-projects-landing-page/spacial-itemid-project-search-results/spacial-itemid-project-detailpage.html?view=projectdetail&amp;id=28368">https://sgp.undp.org/spacial-itemid-projects-landing-page/spacial-itemid-project-search-results/spacial-itemid-project-detailpage.html?view=projectdetail&amp;id=28368</a></p>	




No. Ficha	7
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Cultivo de mojarra castarrica y pejelagarto, Ejido del Puerto Rico; Carmen, Campeche. <i>GEF-PPD OP6 México Grijalva-Usumacinta</i>
Ubicación	 <p>Figura 151. Ejido Puerto Rico, Carmen, Campeche</p>
Fecha (inicio-término)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noviembre 2018- Septiembre 2020</li> </ul>
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GEF</li> <li>• PNUD</li> <li>• Sociedad Cooperativa OBDAODED S.C. de R.L. de C.V.</li> </ul>
Meta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir la pérdida de la Biodiversidad de peces nativos en la Laguna de Puerto Rico y su área de influencia, derivado de la introducción de especies exóticas.</li> </ul>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover medios de vida sustentable que promueva el consumo de peces nativos, buscando</li> <li>• Generar enlaces comerciales con expendedores de pescado dentro de la comunidad.</li> <li>• Impulsar la importancia de la conservación de las especies autóctonas, concientizar a otras sociedades a formar cultivos acuícolas con estas especies.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo total en especie y en efectivo \$37, 386USD</li> <li>• Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)</li> </ul>
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor cantidad de peces nativos en la zona y sobreexplotación de especies acuáticas.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivo de especies nativas (autóctonas) en estanques rústicos de manto freático, dentro de estos se colocaron jaulas flotantes para la engorda de las mojarras castarricas y una tina de geo membrana de 12 metros de diámetro y 1.20 metros de altura, esta tina se utilizó para darles talla a los pejelagartos,</li> </ul>

	<p>alcanzando 30 centímetros fueron liberados en un estanque rústico de manto freático y el 20% fueron liberados en la laguna de Puerto Rico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación en técnicas de acuicultura sustentable.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de 10 empleos directos a socios de la cooperativa, y 2 empleos eventuales.</li> <li>• Se inició la etapa productiva tecnificada y el camino a la sustentabilidad.</li> <li>• Obtención de equipamiento e infraestructura mínima para generar cuotas de producción que puedan tener un margen de utilidad de hasta un 50% y sostener el empleo.</li> <li>• 1,604 hectáreas conservadas.</li> <li>• 6 mujeres y 4 hombres de la Sociedad Cooperativa OBDAODED S.C. de R.L. de C.V participando en el programa.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: busca contribuir a la resiliencia del Paisaje Deltaico- Estuarino de Tabasco y Campeche</li> <li>2. Es viable: los atributos del proyecto permiten que económica y social mente, se lleve a cabo. Tiene una planeación y ganancias estimadas además de estar centrada en un contexto específico.</li> <li>3. Fortalece capacidades: genera empleo directo a los socios de la cooperativa, y empleos eventuales a personas de la comunidad, dando preferencia a mujeres.</li> <li>4. Considera el contexto social: la cooperativa fue la principal impulsora del proyecto por lo que el contexto social fue el centro del proyecto. Además de, responder a las necesidades locales de diversificar las actividades productivas basándose en sus recursos naturales.</li> <li>5. Fortalece la gobernanza: la cooperativa coordinó el proyecto desde un enfoque de género.</li> <li>6. Busca la justa distribución de los beneficios: el proyecto busca que las retribuciones económicas, capacitaciones y demás beneficios, se distribuyan de manera equitativa, desde la inclusión de mujeres dentro en el proyecto.</li> <li>7. Propicia co-beneficios: uno de los objetivos secundarios del proyecto es buscar un mercado justo tanto local como regional.</li> </ol>



<p>Imágenes</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 152. a) Estanques rústicos; b) vista aérea del sitio donde se realiza el</i></p>
<p>Fuentes</p>	<p>PNUD. (2020). Cultivo de Mojarra Castarrica y Pejelagarto, en el ejido Puerto Rico, Carmen, Campeche. En The GEF Small Grants Programme. detailpage.html?view=projectdetail&amp;id=28412</p> <p>Sociedad Cooperativa OBDAODED S.C. de R.L. de C.V. (2020). Cultivo de mojarra castarrica y pejelagarto. En Programa Pequeñas Donaciones del FMAM México. Recuperado de: <a href="https://www.ppdmexico.org/cultivo-mojarra-y-pejelagarto">https://www.ppdmexico.org/cultivo-mojarra-y-pejelagarto</a></p>
<p>No. Ficha</p>	<p>8</p>
<p>Tipo de proyecto</p>	<p>AbE</p>
<p>Título del proyecto</p>	<p>Acuacultura sustentable en Calax, Sabancuy, Campeche. <i>GEF-PPD OP6 México Grijalva-Usumacinta</i></p>
<p>Ubicación</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 153. Sabancuy, Campeche</i></p>
<p>Fecha (inicio-término)</p>	<p>Mayo 2013- Mayo 2014</p>
<p>Instituciones participantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GEF</li> <li>• PNUD</li> <li>• La Flor del Manglar de Bienes y Servicios SC de RL de CV</li> </ul>
<p>Meta</p>	<p>Conservar mediante acuacultura, las especies autóctonas Pejelagarto y Tenhuayaca, disminuyendo la presión por pesca de las poblaciones silvestres en la región.</p>
<p>Objetivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservar el paisaje deltaico-estuarino en 200 hectáreas de humedales costeros de la región de Calax, Sabancuy, mediante la acuacultura sustentable con especies autóctonas</li> </ul>


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar una producción anual de 4 toneladas de pejelagarto y 5 toneladas de tenhuayaca en estanquería rústica de manto freático</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo total en especie y en efectivo \$ 67, 933 USD</li> <li>• PPD del FMAM</li> </ul>
Diagnóstico	Oportunidad de diversificación productiva con recursos nativos de la zona.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se adquirieron equipos e infraestructura para el aumento de la producción acuícola: jaulas flotantes, equipo de aireación, tinas de pre engorda de concreto, sistema generador fotovoltaico.</li> <li>• Construcción de área de manejo de producción</li> <li>• Capacitación a integrantes de La Flor del Manglar de Bienes y Servicios SC de RL de CV tanto hombres como mujeres para el desarrollo de la actividad acuícola sustentable.</li> <li>• Generación de alianzas con las autoridades locales de Calax, como de la junta municipal de Sabancuy.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se prevé continuar comercializando por canales tradicionales de los compradores al medio mayoreo; además de hacer alianzas con otros productores acuícolas de la zona para poder manejar grandes volúmenes de producción, con ello asegurar mejores y más amplias líneas de comercialización.</li> <li>• Participación de la cooperativa La Flor del Manglar de Bienes. 4 mujeres y 3 hombres participando en el programa.</li> <li>• Se capacitaron 7 integrantes de la sociedad para desarrollar acuicultura con especies autóctonas.</li> <li>• Se obtuvieron 4, 000 kg de pejelagarto.</li> <li>• No se reportaron afectaciones de ningún tipo por efectos del cambio climático.</li> <li>• 400 ha conservadas</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: busca contribuir a la resiliencia del Paisaje Deltaico – Estuarino de Tabasco y Campeche</li> <li>2. Es viable: los atributos del proyecto permiten que económica y social mente, se lleve a cabo. Tiene una planeación, ganancias estimadas y busca alianzas con otros productores acuícolas de la zona con la finalidad de acceder a mercados al mayoreo.</li> <li>3. Fortalece capacidades: Genera empleo directo a integrantes de la sociedad, dando preferencia a mujeres.</li> <li>4. Considera el contexto social: la sociedad fue la principal impulsora del proyecto por lo que está basado a escala</li> </ol>

	<p>de paisaje y considera los recursos pesqueros autóctonos. Responde a las necesidades locales.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Fortalece la gobernanza: la cooperativa coordinó el proyecto buscando en todas las fases la integración igualitaria de hombres y mujeres.</li> <li>6. Busca la justa distribución de los beneficios: busca que los beneficios en cuanto a empleos y de la generación de recursos económicos, incluya a mujeres otros sectores vulnerables.</li> <li>7. Propicia co-beneficios: diversifica los medios de vida, conserva el ecosistema, mitigando los efectos del cambio climático.</li> </ol>
Imágenes	 <p>Figura 154. a) Participación del grupo comunitario; b) estanques para</p>
<p>Fuentes:</p> <p>PNUD. (2020). Acuicultura con Especies Autóctonas en Ejido Calax. En The GEF Small Grants Programme. Recuperado de: <a href="https://sgp.undp.org/spacial-itemid-projects-landing-page/spacial-itemid-project-search-results/spacial-itemid-project-detailpage.html?view=projectdetail&amp;id=19897">https://sgp.undp.org/spacial-itemid-projects-landing-page/spacial-itemid-project-search-results/spacial-itemid-project-detailpage.html?view=projectdetail&amp;id=19897</a></p> <p>La Flor del Manglar de Bienes y Servicios SC de RL de CV (2020). Acuicultura sustentable en Calax, Sabancuy. En Programa Pequeñas Donaciones del FMAM México. Recuperado de: <a href="https://www.ppdmexico.org/acuicultura-sustentable-en-calax">https://www.ppdmexico.org/acuicultura-sustentable-en-calax</a>.</p>	

No. Ficha	9
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Ecoturismo entre cocodrilos y manglares en Isla Arena, Campeche. <i>GEF-PPD OP6 México Grijalva-Usumacinta</i>
Ubicación	 <p>Figura 155. Isla Arena, Campeche.</p>
Fecha (inicio-término)	Noviembre 2018- Diciembre 2019
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GEF</li> <li>• PNUD</li> <li>• Wotoch Aayin S. C. de R. L.</li> </ul>
Meta	Contribuir a la conservación de la biodiversidad de 2 hectáreas de bosque de manglares en Isla Arena mediante actividades de ecoturismo.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservar y proteger el paisaje representativo, garantizando el mantenimiento de los procesos ecológicos, y diversidad biológica.</li> <li>• Concientizar a los visitantes, así como a los pobladores locales de la importancia del manglar.</li> <li>• Fomentar la creación de empleos alternativos como la pesca en los que participen equitativamente mujeres y hombres de la localidad, apego al plan de manejo de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo total \$ 62 , 005 USD</li> <li>• Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)</li> </ul>
Diagnóstico	Oportunidad de diversificación de las actividades económicas en la zona.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstrucción y mejora de la infraestructura para la interpretación ambiental (sendero y palapa mirador) con materiales naturales perecederos y técnicas</li> </ul>

	<p>constructivas tradicionales para mitigar los impactos en el entorno.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de material de difusión para la educación ambiental, capacitación en el tema.</li> <li>• Blindaje de la infraestructura ante contingencias; y el acceso a fuentes de energía, aguas sostenibles que brinden servicios e infraestructura más sustentable y resiliente.</li> <li>• Implementación de monitoreo y limpieza de manglares.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor infraestructura y servicios más sustentables que generaron una oferta más atractiva a visitantes y permitieron la permanencia del proyecto. La infraestructura no modificará los elementos de la composición del paisaje natural, sino que integra los elementos del paisaje natural para su interpretación sin que se ocasionen daños a los ecosistemas de manglar ni a las especies incluidas en alguna categoría de riesgo, ni alteraciones en el flujo hídrico.</li> <li>• Creación de un fondo de ahorro para costear las reparaciones y daños no catastróficos que puedan afectar el proyecto.</li> <li>• Creación de un álbum de libre acceso para difusión del conocimiento generado.</li> <li>• 2 hectáreas conservadas.</li> <li>• 7 mujeres y 5 hombres participando en el programa.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: el proyecto busca a través del ecoturismo, promover un socioecosistema resiliente a los efectos del cambio climático.</li> <li>2. Cuenta con un enfoque sistémico: incluye la implementación de ecotecnias, el fortalecimiento de la economía local, la educación ambiental, todo ello alrededor de la gestión integral de los servicios ecosistémicos culturales que brinda del manglar.</li> <li>3. Es viable: se generaron recursos humanos capacitados para el desarrollo del turismo ecológico en la zona. Al contar con mejor infraestructura y servicios más sustentables, se generó una oferta más atractiva a visitantes. Además, prevé el fondo de ahorro en caso de algún siniestro o reparación necesaria.</li> <li>4. Fortalece capacidades: refuerza la infraestructura y capacitación de la comunidad pesquera enfocados en fomentar el ecoturismo asociado a la crianza de cocodrilos, así como el manejo y conservación de los manglares.</li> </ol>





	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Considera el contexto social: atiende a la problemática de los pobladores de Isla Arena para multiplicar esfuerzos que permitan la conservación de la Reserva.</li> <li>6. Fortalece la gobernanza: con una perspectiva incluyente de ambos géneros, busca fortalecer el proyecto ecoturístico mediante la cohesión y organización social.</li> <li>7. Alineación de políticas públicas: las actividades planteadas en el proyecto se alinean a las Normas Oficiales Mexicanas 022 y 059 SEMARNAT.</li> <li>8. Busca la justa distribución de los beneficios: a través de la inclusión en la planeación e implementación de mujeres al proyecto, permite que los beneficios del proyecto sean repartidos de manera equitativa.</li> <li>9. Propicia co-beneficios: la salud ecosistémica y la generación de empleos, permiten que los habitantes tengan una mejor calidad de vida.</li> </ol>
Imágenes	 <p><i>Figura 156. a) Reconstrucción de senderos; b) Construcción de palapa mirador.</i></p>
<p>Fuentes:</p> <p>PNUD. (2020) Ecoturismo entre cocodrilos y manglares Isla Arena. En The GEF Small Grants Programme. Recuperado de: <a href="https://www.sgp.undp.org/spacial-itemid-projects-landing-page/spacial-itemid-project-search-results/spacial-itemid-project-detailpage?view=projectdetail&amp;id=28425">https://www.sgp.undp.org/spacial-itemid-projects-landing-page/spacial-itemid-project-search-results/spacial-itemid-project-detailpage?view=projectdetail&amp;id=28425</a></p> <p>Wotoch Aayin S.C. de R.L. (2020). Ecoturismo entre cocodrilos y manglares Isla Arena. En Programa Pequeñas Donaciones del FMAM México. Recuperado de: <a href="https://www.ppdmexico.org/ecoturismo-cocodrilos-maglares">https://www.ppdmexico.org/ecoturismo-cocodrilos-maglares</a>.</p>	

No. Ficha	10
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Restauración y monitoreo de manglar en el estero de Bahamitas en Campeche. <i>GoMLME. Evaluación y Manejo Integrados del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México</i>
Ubicación	 <p><i>Figura 157. Bahamitas, Isla del Carmen, Campeche</i></p>
Fecha (inicio-término)	2009-2013
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GEF.</li> <li>• United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)</li> <li>• SEMARNAT</li> <li>• National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)</li> </ul>
Meta	Impulsar esfuerzos regionales para abordar los problemas ambientales y de los ecosistemas críticos mediante la elaboración y aplicación de un programa de gestión sostenible de los ecosistemas.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el estado del ecosistema, de las comunidades e identificar problemas prioritarios.</li> <li>• Formular un plan de restauración.</li> <li>• Capacitar a los interesados locales para aplicar el plan de restauración, las medidas de conservación, gestión, monitoreo y educación ambiental.</li> <li>• Promover la participación de las comunidades mediante talleres y programas de capacitación.</li> <li>• Monitorear y dar seguimiento al plan de restauración.</li> <li>• Realizar la transferencia de información, socializar de los resultados y lecciones aprendidas.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ~767,604 USD por 1,300 ha</li> <li>• Costo total del proyecto: 100,550,280.00 USD</li> <li>• GEF</li> </ul>
Diagnóstico	El diagnóstico se realizó de manera trasfronteriza, se determinó que los principales problemas a atender en ese momento eran: <ul style="list-style-type: none"> <li>• control de la contaminación de las aguas costeras.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recuperación de las poblaciones de peces.</li> <li>• restauración del hábitat.</li> <li>• efectos del cambio climático y gobernanza.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó la restauración hidrológica del estero.</li> <li>• Se desazolvaron canales de marea (750 m del canal principal y 750 m de canales secundarios).</li> <li>• Se llevó a cabo una eliminación y estabilización de bordos de arena.</li> <li>• Talleres de capacitación y educación ambiental</li> <li>• Lanzamiento de una plataforma de observación de aves</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con la restauración hidrológica se rehabilitaron 2300 ha de manglar.</li> <li>• Se recuperó el hidroperiodo.</li> <li>• Se observó una disminución de la salinidad del suelo promoviendo el reclutamiento natural de plántulas de manglar.</li> <li>• Se logró la participación comunitaria, con alrededor de diez personas por hectárea de mangle.</li> <li>• Creación de una asociación legalmente constituida de restauradores locales “Comunidad de restauradores de isla Aguada, Campeche”.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: el planteamiento del proyecto busca la adaptación al cambio climático de las comunidades y considera su vulnerabilidad.</li> <li>2. Cuenta con un enfoque sistémico: considera el ecosistema, su diversidad, la gestión sostenible de los servicios que provee y el contexto social.</li> <li>3. Es viable: desde el diagnóstico hasta la implementación, busca que el proyecto tenga acciones de adaptación viables para el estero Bahamitas.</li> <li>4. Puede medirse: se realizó un diagnóstico que permitió el establecimiento de metas específicas al contexto con la evaluación de parámetros fisicoquímicos y de regeneración natural como resultado de las acciones de restauración, junto con el avistamiento de aves como indicadores.</li> <li>5. Fortalece capacidades: se priorizó la capacitación a miembros de la comunidad como técnicos en la restauración para que puedan mantener y replicar la estrategia en otros sitios. Además, involucró al gobierno, instituciones educativas y miembros de la comunidad (500 hombres y mujeres en la restauración de 1300 ha de manglar).</li> <li>6. Fortalece la gobernanza, con la creación formal de la asociación de restauradores</li> </ol>

Imágenes	 <p>Fig. 1. Trabajadores en la restauración de manglares en Tuxpan, Veracruz.</p>
<p>Fuentes</p> <p>Zaldívar-Jiménez, A.; Ladrón-de-Guevara, P.; Pérez-Ceballos, R.; Díaz-Mondragón, S.; Rosado-Solorzáno, R. (2017) US-Mexico joint gulf of Mexico large marine ecosystem based assessment and management: Experience in community involvement and mangrove wetland restoration in Términos lagoon, Mexico. <i>Environmental Development</i> 22 (206-213).</p> <p>UNIDO (2014). Independent Final Evaluation Integrated Assessment and Management of the Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem. Recuperado de <a href="https://www.unido.org/sites/default/files/2014-08/PRO_MEX-GFMEX09001-GMLGE_2012-13_0.pdf">https://www.unido.org/sites/default/files/2014-08/PRO_MEX-GFMEX09001-GMLGE_2012-13_0.pdf</a></p> <p>GEF. (2018). Integrated Assessment and Management of the Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem. Recuperado de <a href="https://www.thegef.org/project/integrated-assessment-and-management-gulf-mexico-large-marine-ecosystem">https://www.thegef.org/project/integrated-assessment-and-management-gulf-mexico-large-marine-ecosystem</a></p>	

No. Ficha	11
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Restauración de manglar en el Caracol y Bahamitas, Isla Aguada en Campeche. <i>Resiliencia- Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas naturales protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático.</i>
Ubicación	 <p>Figura 159. Bahamitas e Isla Aguada, Campeche</p>
Fecha (inicio-término)	2016-En proceso
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidad de Restauradores del Manglar en Isla Aguada S.C. de R.L. C.V</li> <li>• Proyecto RESILIENCIA (dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Término ATEC)</li> <li>• CONANP,</li> <li>• PNUD</li> <li>• GEF</li> </ul>
Meta	Implementar estrategias de adaptación para aminorar los impactos del cambio climático en la ecorregión del Golfo de México y contribuir al bienestar social de las localidades de Bahamitas e Isla Aguada.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurar 40 ha de manglar degradados.</li> <li>• Identificar e implementar medidas de adaptación en sitios y localidades vulnerables a los efectos del cambio climático a nivel local y regional.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo total de proyecto Resiliencia \$ 10,112,118 USD</li> <li>• CONANP, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN) (a través de diferentes instancias), PNUD</li> </ul>

Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cambio climático es una de las principales amenazas para los humedales costeros.</li> <li>• Se identificaron las zonas más vulnerables a los efectos del cambio climático en el ANP Laguna de Términos.</li> <li>• Basado en el diagnóstico se seleccionaron los sitios Isla Aguada y Bahamitas.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se hizo la rehabilitación hidrológica mediante el desazolve de canales.</li> <li>• El sedimento que se extrajo del desazolve se acomodó en unidades circulares, para obtener terrazas elevadas.</li> <li>• Se reforestaron las terrazas con herbáceas del género <i>Batis</i>, además de semillas de manglar rojo con la finalidad de crear un microambiente para mejorar su crecimiento.</li> <li>• Se recolectaron propágulos de <i>Avicennia germinans</i> y <i>Rhizophora mangle</i> para su posterior siembra directa.</li> <li>• Se brindó capacitación al grupo de restauradores respecto al monitoreo además de una campaña sensibilización y capacitación para miembros de las comunidades de la Reserva.</li> <li>• Se hizo el monitoreo de variables ambientales y biológicas indicadores hidrológicos, del suelo y de la vegetación de manglar.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico de cada uno de los sitios (Isla Aguada y Bahamitas).</li> <li>• Restauración y rehabilitación ecosistémica de 54 hectáreas de manglar</li> <li>• Se formó un grupo comunitario que se consolidó con el apoyo del Proyecto Resiliencia para involucrarse en las tareas de restauración del manglar.</li> <li>• Como resultado de la campaña de sensibilización, los habitantes de las comunidades aprendieron sobre cambio climático, reconocieron las relaciones entre este fenómeno y los problemas ambientales que viven como inundaciones, cambios en la precipitación y pérdida de la productividad pesquera. Estas campañas también generaron mayor cohesión social.</li> <li>• La implementación de estas acciones contribuirá al cumplimiento del objetivo del Proyecto Resiliencia.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: objetivo principal del proyecto es la adaptación al cambio climático de las comunidades más vulnerables.</li> </ol>

<p>medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Cuenta con un enfoque sistémico: considera desde la planeación la importancia de la restauración hídrica, los manglares como una barrera ante fenómenos hidrometeorológicos y la inclusión de la sociedad en cada paso del proyecto.</li> <li>3. Puede medirse: partió de un diagnóstico socio ambiental e identificación de áreas con potencial de restauración y rehabilitación y estableció variables para monitorearse durante y posterior al proyecto.</li> <li>4. Fortalece capacidades: de al menos 50 personas, creándose brigadas comunitarias para prevención de incendios forestales, se llevaron a cabo intercambios de experiencias y tuvo un componente de comunicación hacia las comunidades.</li> <li>5. Considera el contexto social: responde a las dinámicas productivas y prácticas culturales asociadas al manglar de las comunidades del Complejo y aledañas. En su planeación considera la inclusión de género y la sinergia entre comunidades e instituciones responsables del manejo del ANP.</li> <li>6. Busca la justa distribución de beneficios: as comunidades se benefician de la oferta de empleo por actividades de restauración, monitoreo, vigilancia y del mantenimiento de los servicios ecosistémicos que brindan los manglares.</li> </ol> <p>El proyecto puede ser replicado partiendo de las lecciones aprendidas y acotando a las necesidades socioeconómicas que imperan derivado del aumento de eventos climáticos extremos.</p>
--	--

## Imágenes



*Figura 160. Acciones de restauración. a) Apertura de canales; b) acomodo circular de sedimento; c) terrazas elevadas con especies de duna costera; d) vista aérea.*

## Fuentes:

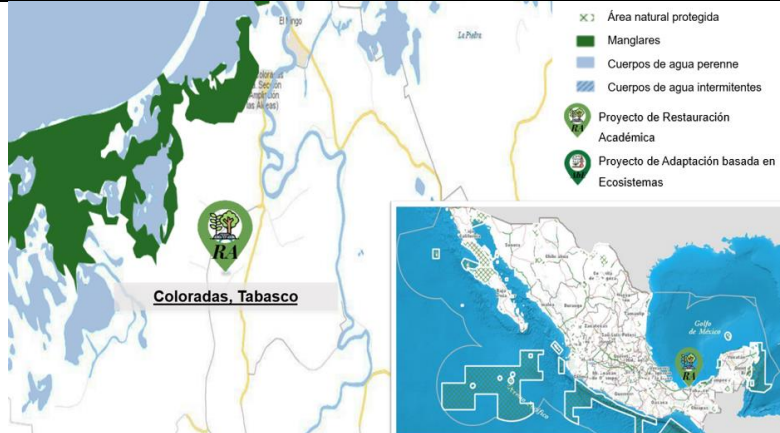
PNUD México. (2020). RESTAURACIÓN DE MANGLARES Una medida de adaptación al cambio climático. Recuperado de <https://pnudmx.exposure.co/restauracion-de-manglares#!>

PNUD y CONANP. (2019). Proyecto Resiliencia. Áreas Naturales Protegidas. Soluciones naturales a retos globales. Recuperado de [https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2020/06/ResilienciaANP\\_SolucionesNaturalesARetosGlobales.pdf](https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2020/06/ResilienciaANP_SolucionesNaturalesARetosGlobales.pdf)


CONANP. (2020). Restauración de manglares, una medida de adaptación al cambio climático. Recuperado de <https://www.gob.mx/conanp/articulos/restauracion-de-manglares-una-medida-de-adaptacion-al-cambio-climatico>



**Tabasco****Restauración académica**

No. Ficha	12
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Evaluación de daños y restauración del ecosistema de manglar en Tabasco.
Ubicación	 <p>Figura 161. Ejido las Coloradas, Cárdenas, Tabasco</p>
Fecha (inicio-término)	2012-2014
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco</li> <li>• CONAFOR</li> </ul>
Meta	Restaurar 600 hectáreas del ecosistema manglar de año 2012-2015, zona que fue afectada por la oruga ( <i>Anacamptodes sp</i> ) en el ejido las Coloradas, Cárdenas, Tabasco
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar los daños provocados por la oruga (<i>Anacamptodes sp</i>) en el Ejido las Coloradas.</li> <li>• Preparar y trazar el terreno a restaurar</li> <li>• Restaurar 600 hectáreas</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$ 3 945.60 USD ha-1</li> <li>• CONAFOR/ ProÁrbol</li> </ul>
Diagnóstico	La zona del ecosistema de manglar fue afectada por la oruga <i>Anacamptodes sp</i> .
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se trazaron 20 sitios permanentes para evaluar la severidad del daño al ecosistema.</li> <li>• Se desazolvaron aproximadamente 320 m del dren principal para facilitar el desagüe del manglar.</li> <li>• Se construyeron tres pasos de desagüe para evitar encharcamiento en el área de trabajo.</li> <li>• Se colectaron 69,000 plántulas de mangle negro las cuales se trasladaron al vivero</li> </ul>




	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se reforestaron 40,800 plántulas en una superficie de 50 ha.</li> <li>• Se delimitaron tres ambientes zona inundada (Zi), zona marea baja (Zmb) y zona de libre fluidez del agua (Zlfa) para cuantificar la sobrevivencia y crecimiento del mangle negro.</li> <li>• Se impartieron dos cursos de capacitación referentes a las acciones de restauración.</li> <li>• Se continuó con el monitoreo para el éxito de supervivencia de las plántulas reforestadas.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En total se sembraron 40,800, plantas en 50 hectáreas de mangle negro.</li> <li>• Se desazolvaron 320 m del dren principal para facilitar el desagüe del manglar en la época de lluvia-siembra.</li> <li>• Se construyeron tres pases de desagüe para evitar encharcamiento en el área de trabajo</li> <li>• Se impartieron dos cursos de capacitación a las personas que participaron. De las 178 personas invitadas al proyecto solo 40 continuaron hasta el final de este.</li> <li>• La mayor sobrevivencia se registró en el ambiente de marea baja (40 plantas por 500 m<sup>2</sup>).</li> <li>• En las zonas inundadas se registró una mortalidad de 73.3%, en Zmb 28.8% y el 52.1% en Zlfa.</li> <li>• En zonas inundadas se registró 26.1% de individuos muertos en pie, 1.6% en Zmb y 41.6% en Zlfa.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuenta con un enfoque sistémico: se consideró el impacto de la muerte del manglar en la disminución de volúmenes de captura de escama, cangrejo, jaiba y ostiones.</li> <li>2. Puede medirse: partió de un diagnóstico claro, reconociendo las afectaciones al manglar.</li> <li>3. Fortalece capacidades: Se impartieron cursos de capacitación a la comunidad involucrada</li> </ol>
Imágenes	 <p><i>Figura 162. Vista aérea del ejido las Coloradas, Tabasco en: Izquierda) 2011; Derecha) 2020.</i></p>
Fuentes	<p>Sol-Sánchez, A; Hernández-Melchor, G.; Sánchez-Gutiérrez, F. (2012). Evaluación de Daños y Restauración del ecosistema de mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>L.) en el ejido Las Coloradas, Cárdenas, Tabasco, México. En MEMORIAS DEL SEGUNDO CONGRESO MEXICANO DE ECOSISTEMAS DE MANGLAR "Hacia el aprendizaje continuo y el manejo integral" p.p 153-154</p> <p>Hernández Melchor, Gloria Isela, Sol Sánchez, Ángel, Ruíz Rosado, Octavio, Valdez Hernández, Juan Ignacio, López Collado, Jorge C., &amp; Reta Mendiola, Juan L.. (2016). Diagnóstico del</p>


proceso de reforestación en manglares de la costa de Tabasco. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 7(spe14), 2883-2894. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342016001002883&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016001002883&lng=es&tlng=es).

No. Ficha	13
Tipo de proyecto	Restauración Académica.
Título del proyecto	Recuperación de manglar en un área impactada por hidrocarburos en Tabasco.
Ubicación	<p>Figura 17. Sánchez Magallanes, Cárdenas, Tabasco</p>
Fecha (inicio-término)	1997-2000
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundación MacArthur</li> <li>• CONABIO</li> <li>• UJAT</li> </ul>
Meta	Evaluar la factibilidad de recuperar áreas altamente impactadas con hidrocarburos de petróleo por fitorremediación con mangle blanco ( <i>Laguncularia racemosa</i> ).
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperar con mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>) las áreas altamente impactadas por petróleo.</li> <li>• Establecer agrosilvo-ecosistemas para el aprovechamiento razonable y sustentable de maderables.</li> <li>• Fomentar la recolonización florística y faunística de dichas áreas para incrementar y sostener un nivel alto de biodiversidad.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$197,225 MXN</li> <li>• CONABIO</li> <li>• Fundación MacArthur</li> </ul>
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pérdida de manglar se atribuye a los cambios en la hidrología y por el derrame de hidrocarburos.</li> <li>• Y a la sobre-explotación de los ecosistemas de mangle por tala ilegal.</li> </ul>

Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de sitios para siembra de mangle blanco.</li> <li>• Evaluación de la geomorfología, edafología y caracterización de contaminación; se realizó la determinación de las características edafológicas en las áreas de colecta y siembra de plántulas con la finalidad de conocer las condiciones en las que se podrían establecerse y obtener datos de referencia.</li> <li>• Colecta de plántulas; se realizó cerca del campo Sánchez Magallanes, en un lugar ubicado en el “Campo Petrolero Cinco Presidentes”.</li> <li>• Preparación de sitios y siembra; se sembraron en lotes de 5 m x 60 m. La reforestación fue difícil.</li> <li>• Evaluación de plantaciones.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los sitios a restaurar fueron elegidos por su cercanía a fuentes de hidrocarburos (Huimanguillo, La Venta y Sánchez Magallanes, Cárdenas).</li> <li>• El porcentaje de sobrevivencia de las plántulas fue de 36.5%, hubo mayor mortandad en individuos con alturas &gt;70 cm y con diámetro &lt;7mm.</li> <li>• Los sedimentos fueron principalmente orgánicos y contaminados con petróleo.</li> <li>• Se determinaron varios parámetros de áreas de colecta y siembra correspondientes a los perfiles de suelo antes descritos, incluyendo textura, pH, conductividad, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, y varios nutrientes. Son datos importantes porque establecen las condiciones en donde se obtuvieron y sembraron plantas, y pueden servir como criterios para el establecimiento de plantaciones futuras.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puede medirse: contempla parámetros a monitorear durante la realización del proyecto y posteriormente.</li> <li>2. Considera el contexto: se realizó la determinación de las características edafológicas en las áreas de colecta y siembra de plántulas con la finalidad de conocer las condiciones en las que se podrían establecerse y obtener datos de referencia.</li> <li>3. Se sostiene en el tiempo: es un proyecto clave para los subsecuentes, generaron conocimientos sobre las condiciones del suelo y estrategias para mejorar la sobrevivencia de plántulas de manglar.</li> <li>4. Propicia co-beneficios sociales: el objetivo principal del proyecto es la descontaminación de las zonas de manglar, lo cual trae consigo una mejora en la calidad de vida de las comunidades aledañas a los derrames.</li> </ol>

Imágenes	
<p>Fuentes:</p> <p>Adams Schroeder, R.H. (1999). Recuperación con mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>) de áreas impactadas por hidrocarburos y su manejo como agrosilvo-ecosistema en la zona costera de Huimanguillo y Cárdenas, Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M076. México D. F.</p> <p>Adams Schroeder, R.H., (1999). Proyecto M076 Recuperación con mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>) de áreas impactadas por hidrocarburos y su manejo como agrosilvo-ecosistema en la zona costera de Huimanguillo y Cárdenas, Tabasco En CONABIO Proyectos Financiados. Recuperado de <a href="http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=M&amp;Numero=76">http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=M&amp;Numero=76</a></p>	


**AbE**

No. Ficha	14
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Miel de Mangle en el Golfo de México (Veracruz-Tabasco)
Ubicación	 <p>Figura 163. Laguna Alvarado, Veracruz y Paraíso, Tabasco</p>
Fecha (inicio-término)	Enero 2012 – Noviembre 2014
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ECOSUR</li> <li>• Ejidos.</li> </ul>
Meta	Apoyar asociaciones comunitarias de apicultores para que aumentaran su competitividad en mercados nacionales e internacionales.
Objetivos	Mejorar el desarrollo y la accesibilidad para las asociaciones comunitarias de apicultores a un estándar certificable de manejo apícola sostenible
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$3, 770, 696.52 MXN</li> <li>• Fondo mixto de cooperación técnica y científica México-España</li> </ul>
Diagnóstico	Oportunidad de diversificación productiva en manglares de la región.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apicultura en manglares del Golfo de México</li> <li>• 10 talleres en Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Tabasco</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento de los manglares para la producción de miel.</li> <li>• Generación de valor agregado a la miel mediante producción sostenible.</li> <li>• Generación de empleos en las comunidades y la conservación de los manglares.</li> </ul>
Relación con los criterios	1. Fortalece capacidades: Los participantes han fortalecido sus capacidades que les permitieron

<p>para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)</p>	<p>aumentar su producción de miel, además de incorporarse al mercado de apicultura sostenible, basándose en la colaboración participativa de los apicultores.</p>
<p>Imágenes</p>	 <p><i>Figura 164. Izquierda) Colecta de miel de mangle; Derecha) transporte hacia las</i></p>
<p>Fuentes          Unidad de transparencia (2020), Oficio no. UT-2021-037. Obtenido mediante: <a href="https://plataformadetransparencia.org.mx">.plataformadetransparencia.org.mx</a>          ECOSUR (2012). Miel de Mangle en el Golfo de México. Recuperado de <a href="https://www.youtube.com/watch?v=kiJvkoysKW4">https://www.youtube.com/watch?v=kiJvkoysKW4</a>.</p>	





No. Ficha	15
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Aprovechamiento maderable de mangle en el ejido Francisco Trujillo Gurría en Paraíso, Tabasco.
Ubicación	 <p>Figura 165. ejido Francisco Trujillo Gurría en Paraíso, Tabasco</p>
Fecha (inicio-término)	2005
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SEMARNAT</li> <li>• CONAFOR.</li> </ul>
Meta	Lograr un aprovechamiento de la biodiversidad en el ecosistema de manglar a partir de procesos productivos sustentables que contribuyan al mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales en las zonas petroleras
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar actividades de mantenimiento de manglar en las zonas con mayor perturbación.</li> <li>• Reforestar áreas de manglar perturbadas.</li> <li>• Conceder permisos de aprovechamiento sustentable de manglar.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$200, 000 MXN Ejido Francisco Trujillo Gurría para la elaboración de brechas en 280 ha.</li> <li>• \$2,700 MXN por ha de conservación y restauración de mangle y \$10 MXN por metro de restauración de canales o pasos de agua).</li> <li>• CONAFOR- ProÁrbol y SEMARNAT-PRODEFOR.</li> </ul>
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los derrames de petróleo han provocado el deterioro ecológico del ecosistema, de esta manera se ha perdido aproximadamente el 50% de los humedales.</li> <li>• En 1968 se consolidó un grupo de 45 ejidatarios (de los cuales 33 participaron en el programa de aprovechamiento forestal), con el objetivo de</li> </ul>

	<p>salvaguardar su propiedad y acceso al manglar. A partir de 1971, se les concedió el nombramiento para manejo de 1,178 ha de manglar.</p>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En octubre de 2005 se autorizó el aprovechamiento forestal por cuatro años.</li> <li>• Capacitación para el manejo del manglar.</li> <li>• Reforestación de mangle (por cada árbol talado, se siembran de 8-10).</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtuvieron una investigación para realizar una UMA (Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre). El ejido reconoce los beneficios tanto económicos como de protección contra inundaciones del manglar.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: la organización social del ejido estuvo basada en la necesidad de protección de manglares por los eventos hidrometeorológicos que percibían la comunidad.</li> <li>2. Cuenta con un enfoque sistémico: considera la gestión y aprovechamiento de los recursos maderables desde una perspectiva sustentable para maximizar los servicios ambientales provistos por el manglar.</li> <li>3. Considera el contexto social: la comunidad fue la encargada de la organización del proyecto con ayuda externa, por lo cual las condiciones específicas tanto ambientales como sociales estaban al centro del proyecto.</li> <li>4. Fortalece la gobernanza: el proyecto fue apropiado por la comunidad generando redes de organización entre la población.</li> </ol>
Imágenes	 <p><i>Figura 166. Hornos de carbón de mangle blanco en ejido Francisco Trujillo Gurría de Paraíso</i></p>

Fuentes:


Domínguez-Domínguez M., J. Zavala-Cruz, P. Martínez-Zurimendi. 2011. Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco, México. 137 p.

No. Ficha	16
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Aprovechamiento maderable de mangle en los Ejidos La Solución Somos Todos en Paraíso, Cárdenas.
Ubicación	 <p>Figura 167. ejido "La Solución Somos Todos" en Paraíso, Tabasco</p>
Fecha (inicio-término)	2005
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SEMARNAT</li> <li>• CONAFOR.</li> </ul>
Meta	Lograr un aprovechamiento de la biodiversidad en el ecosistema de manglar a partir de procesos productivos sustentables que contribuyan al mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales en las zonas petroleras.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo sustentable en la extracción de madera forestal, mediante la conservación y mantenimiento forestal.</li> <li>• Desarrollar actividades de mantenimiento de manglar en las zonas con mayor perturbación.</li> <li>• Reforestar áreas de manglar perturbadas.</li> <li>• Conceder permisos de aprovechamiento sustentable de manglar.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$ 420,000 MXN- Ejido "La solución somos todos" para Ejecución de programa de manejo forestal.</li> <li>• \$2,700 MXN por ha de conservación y restauración de mangle y \$10MXN por metro de restauración de canales o pasos de agua)</li> <li>• CONAFOR- ProÁrbol y SEMARNAT-PRODEFOR</li> </ul>
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los derrames de petróleo han provocado el deterioro ecológico del ecosistema, de esta manera se ha perdido aproximadamente el 50% de los humedales.</li> </ul>


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se presentaban problemas de robo de madera por lo que se buscó formalizar la situación del ejido, quedando registrado en 1990 y obteniendo su primera autorización para aprovechamiento en 2000.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento sustentable de manglar mediante la corta selectiva.</li> <li>• Se realizaron los trámites y estudios para la autorización de unidades de manejo ambiental sustentable (UMAS).</li> <li>• Capacitación a los ejidatarios.</li> <li>• Reforestación de manglar.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se logró la autorización de una UMA de 1700 ha de superficie de las cuales, 2000 ha pertenecen a manglar.</li> <li>• Esta se integró por 100 ejidatarios y benefició 500 familias.</li> <li>• Se asignó la tasa de aprovechamiento de cada año para la comercialización de la madera.</li> <li>• Se comercializaron postes, madera para palapas y lo que no era útil se utilizó para producir carbón, tratando de aprovechar al máximo el árbol.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: la organización social del ejido estuvo basada en la necesidad de protección de manglares por los eventos hidrometeorológicos que percibía la comunidad.</li> <li>2. Cuenta con un enfoque sistémico: considera la gestión y aprovechamiento de los recursos maderables desde una perspectiva sustentable para maximizar los servicios ambientales provistos por el manglar.</li> <li>3. Considera el contexto social: la comunidad fue la encargada de la organización del proyecto con ayuda externa, por lo cual las condiciones específicas tanto ambientales como sociales estaban al centro del proyecto.</li> <li>4. Fortalece la gobernanza: el proyecto fue apropiado por la comunidad generando redes de organización entre la población.</li> </ol>
Imágenes	 <p><i>Figura 168. Aprovechamiento maderable sustentable en Ejido "La solución somos todos", Tabasco</i></p>


Fuentes

Domínguez-Domínguez M., J. Zavala-Cruz, P. Martínez-Zurimendi. 2011. Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco, México. 137 p.


No. Ficha	17
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Aprovechamiento maderable de mangle en ejido “El Golpe”, Cárdenas.
Ubicación	 <p>Figura 169. ejido “El Golpe”, Cárdenas, Tabasco</p>
Fecha (inicio-término)	2005
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SEMARNAT</li> <li>• CONAFOR.</li> </ul>
Meta	Lograr un aprovechamiento de la biodiversidad en el ecosistema de manglar a partir de procesos productivos sustentables que contribuyan al mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales en las zonas petroleras.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar actividades de mantenimiento de manglar en las zonas con mayor perturbación.</li> <li>• Reforestar áreas de manglar perturbadas.</li> <li>• Conceder permisos de aprovechamiento sustentable de manglar.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$45,000 MXN- Ejido “El Golpe” para Capacitación.</li> <li>• \$2,700 MXN por ha de conservación y restauración de mangle y \$10 MXN por metro de restauración de canales o pasos de agua.</li> <li>• CONAFOR- ProÁrbol y SEMARNAT-PRODEFOR.</li> </ul>
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los derrames de petróleo provocaron el deterioro ecológico del ecosistema, de esta manera se perdió aproximadamente el 50% de los humedales.</li> <li>• El grupo ejidal para aprovechamiento maderable, se conformó por influencia de un prestador de servicios ajeno a la comunidad.</li> </ul>



Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtuvieron un permiso de aprovechamiento de madera por 10 años.</li> <li>• Restauración de manglares.</li> <li>• Corta selectiva de mangle.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los resultados no fueron favorables, por inconsistencias en la distribución del recurso dentro de los mismos líderes del ejido.</li> <li>• Además, tuvieron problemas al intentar vender la madera por falta de capacitación.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<p>A pesar del poco éxito del proyecto en éste ejido,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Atiende a condiciones climáticas: la organización social del ejido estuvo basada en la necesidad de protección de manglares por los eventos hidrometeorológicos que percibían la comunidad.</li> <li>6. Cuenta con un enfoque sistémico: considera la gestión y aprovechamiento de los recursos maderables desde una perspectiva sustentable para maximizar los servicios ambientales provistos por el manglar.</li> <li>7. Considera el contexto social: la comunidad fue la encargada de la organización del proyecto con ayuda externa, por lo cual las condiciones específicas tanto ambientales como sociales estaban al centro del proyecto.</li> </ol>
Imágenes	 <p><i>Figura 170. Aprovechamiento maderable sustentable en Ejido "El Golpe", Cárdenas, Tabasco</i></p>
<p>Fuentes:  Domínguez-Domínguez M., J. Zavala-Cruz, P. Martínez-Zurimendi. 2011. Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco, México. 137 p.</p>	

No. Ficha	18
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Restauración de humedales en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC), Tabasco, México.  <i>Resiliencia- Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas naturales protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático</i>
Ubicación	 <p>Figura 171. Reserva de Pantanos de Centla, Tabasco</p>
Fecha (inicio-término)	2016-En proceso
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SEMARNAT</li> <li>• CONANP</li> <li>• GEF</li> <li>• PNUD</li> <li>• Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR)</li> </ul>
Meta	Reducir los impactos adversos directos e indirectos del cambio climático sobre la biodiversidad de importancia global y las comunidades humanas a partir del fortalecimiento de la efectividad de manejo y configuración espacial de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en México.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurar 50 hectáreas de manglar</li> <li>• Mantener e incrementar la conectividad del complejo Pantanos de Centla-Laguna de Términos y su Zona de Influencia y su área de influencia</li> <li>• Rehabilitación hídrica.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo total de proyecto Resiliencia \$ 10,112,118 USD</li> <li>• CONANP, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN) (a través de diferentes instancias), PNUD</li> </ul>

Diagnóstico	El complejo Reserva de Pantanos de Centla, Tabasco es particularmente sensible a los efectos del cambio climático, por lo que al mantener en buen estado de conservación las condiciones naturales del ecosistema de manglar, se aumenta la resiliencia de la infraestructura local y de las poblaciones que habitan en este Complejo ante los impactos de los fenómenos naturales como los ciclones y huracanes, como parte del proceso de adaptación al cambio climático.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se determinó la viabilidad ecológica y social de los sitios dentro de 5 comunidades, para implementar acciones de restauración ecológica de manglares.</li> <li>• Se fortalecieron las capacidades locales para la conservación y manejo del manglar, con inclusión de género y como estrategia de adaptación al cambio climático y prevención de riesgos ante fenómenos climáticos extremos.</li> <li>• Se implementaron acciones de rehabilitación hidrológica y reforestación de manglar.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurar hectáreas de manglar para incrementar la conectividad del complejo, con participación de las comunidades locales, privilegiando el involucramiento de las mujeres jóvenes.</li> <li>• Participación de los integrantes de las comunidades locales con capacidades fortalecidas para la conservación, manejo y reforestación de manglares.</li> <li>• Brigadas comunitarias con capacidades fortalecidas para la prevención de incendios forestales. Intercambio de experiencias y buenas prácticas realizadas sobre el manejo de los humedales y alternativas económica compatibles con la conservación.</li> <li>• Materiales de comunicación sobre los beneficios y servicios ambientales de los manglares para la resiliencia ante el cambio climático, dirigidos a las comunidades locales.</li> <li>• Plan de monitoreo y seguimiento las obras que garantice la protección de las zonas restauradas.</li> <li>• Participación de los ejidos: El Palmar, Luis Echeverría, El Faisán, Carlos A. Madrazo y Tembladeras.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: el proyecto forma parte de una de las medidas de adaptación del programa del Complejo de ANP.</li> <li>2. Cuenta con un enfoque sistémico: considera desde la planeación la importancia de la restauración</li> </ol>

<p>adaptación al cambio climático (INECC, 2019)</p>	<p>hídrica, los manglares como una barrera ante fenómenos hidrometeorológicos y la inclusión de la sociedad en cada paso del proyecto.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Puede medirse: partió de un diagnóstico socio ambiental e identificación de áreas con potencial de restauración y rehabilitación y se basó en las medidas del Programa de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas (PACC) y en un contexto de salvaguardas ambientales y sociales.</li> <li>4. Fortalece capacidades: de al menos 50 personas, creándose brigadas comunitarias para prevención de incendios forestales, se llevaron a cabo intercambios de experiencias y tuvo un componente de comunicación hacia las comunidades.</li> <li>5. Considera el contexto social: responde a las dinámicas productivas y prácticas culturales asociadas al manglar de las comunidades del Complejo y aledañas. En su planeación considera la inclusión de género y la sinergia entre comunidades e instituciones responsables del manejo del ANP.</li> <li>6. Busca la justa distribución de beneficios: as comunidades se benefician de la oferta de empleo por actividades de restauración, monitoreo, vigilancia y del mantenimiento de los servicios ecosistémicos que brindan los manglares.</li> </ol> <p>El proyecto puede ser replicado partiendo de las lecciones aprendidas y acotando a las necesidades socioeconómicas que imperan derivado del aumento de eventos climáticos extremos.</p>
<p>Imágenes</p>	 <p><i>Figura 172. a) Registro de datos topográficos) b) Análisis de las variables fisicoquímicas</i></p>

Fuentes:

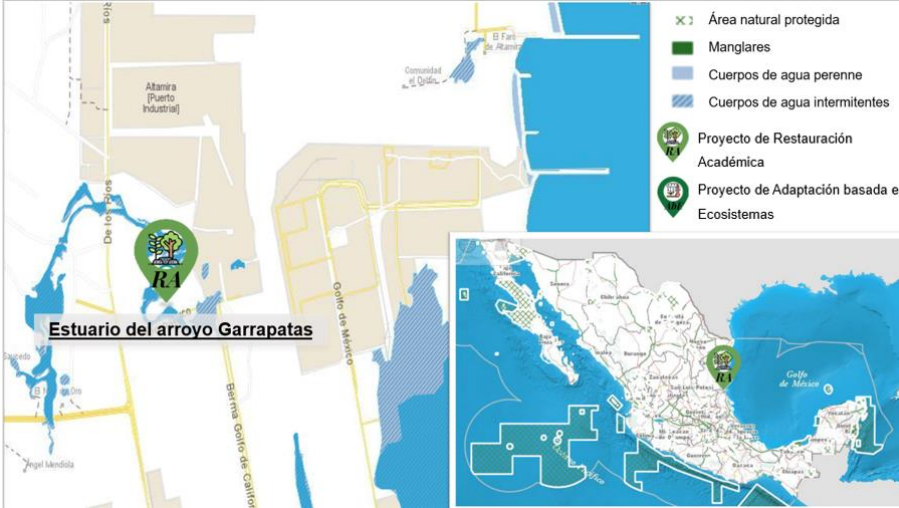
Restauración de humedales en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla Tabasco México.  
Foro para el Desarrollo Sustentable. 2019.

PNUD y CONANP. (2019). Proyecto Resiliencia. Áreas Naturales Protegidas. Soluciones naturales a retos globales. Recuperado de [https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2020/06/ResilienciaANP\\_SolucionesNaturalesARetosGlobales.pdf](https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2020/06/ResilienciaANP_SolucionesNaturalesARetosGlobales.pdf)

PNUD. (2020). Informe Final Proyecto 00087099Resiliencia.

## Tamaulipas

### Restauración Académica

No. Ficha	19
Tipo de proyecto	Restauración académica
Título del proyecto	Rescate ecológico del estuario del arroyo Garrapatas en Tamaulipas
Ubicación	 <p>Figura 173. Ubicación geográfica del Estuario Arroyo de Garrapatas.</p>
Fecha (inicio-término)	2003 a 2006
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración Portuaria Integral de Altamira S.A de C.V. (API-ALT),</li> <li>• Iberdrola Energía Altamira S.A. de C.V.,</li> <li>• Universidad Autónoma de Tamaulipas ; Instituto de Investigación en Ingeniería (Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller,) y Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria y Marítima (CIDIPORT) ,</li> <li>• Asesores en Ecología y Medio Ambiente (ASECMA)</li> <li>• Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)</li> <li>• Coordinación de Puertos y Marina Mercante de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte</li> </ul>
Meta	Recuperación del funcionamiento del ecosistema estuarino del Arroyo Garrapatas.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Re salinización del sistema.</li> <li>• Propiciar un incremento en la diversidad y complejidad ecosistémica.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	-



Diagnóstico Inicial	<p>El área del proyecto, presentaba altos índices de riqueza biológica, sin embargo a lo largo de los años tuvo una presión antropogénica significativa. Las actividades que más han perturbado el sistema son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explotación de hidrocarburos en los 70's, y actualmente a las actividades urbanas, silvopastoriles, industriales y portuarias.</li> <li>• La obstrucción y pérdida de comunicación directa con el mar, producto de la construcción del Gasoducto Cactus-Reynosa, que atraviesa el estuario y que desde 1978 suprimió la influencia marina, modificando el régimen salino e hidrológico.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconducción del agua marina utilizada por la empresa Iberdrola Energía Altamira S.A. de C.V. (IEA) a través de una tubería con varios distribuidores de salida que aportó agua al manglar de manera más homogénea permitiendo la resalinización del estuario.</li> <li>• Implementación de un programa de reforestación de mangle rojo y negro.</li> <li>• Construcción de una estructura (fishpass) que sirvió como puente entre el manglar y el mar para facilitar el desplazamiento de la fauna acuática.</li> <li>• Se evaluaron parámetros de salinidad, oxígeno disuelto, pH, temperatura y turbidez con una zona del estuario Barberena (sitio de referencia). Los indicadores ecológicos que se consideraron en este proyecto se clasifican en estructurales y funcionales, los cuales se comparan con dos sitios de referencia.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estuario ha recuperado su característica salobre, por lo que actualmente ya no es necesario que la descarga de agua de mar se realice totalmente en el ecosistema.</li> <li>• Su salinización generó la muerte de la vegetación dulceacuícola y permitió la aparición de diversas especies de mangle (rojo, negro y botoncillo); así como la presencia de especies de aves y reptiles.</li> <li>• No se menciona la superficie de ecosistema de manglar recuperada por la intervención.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: Con la restauración del manglar se reduce la sensibilidad y aumenta la capacidad adaptativa del ecosistema frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos.</li> <li>2. Cuenta con un enfoque sistémico: Considera la importancia de la complejidad ecosistémica y buscó propiciar la rehabilitación de la misma mediante</li> </ol>



climático (INECC, 2019)	<p>cadenas tróficas y parámetros fisicoquímicos del estuario.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Es medible: Se realizó un diagnóstico de las condiciones fisicoquímicas en la que se encontraba el estuario, las cuales se compararon a través del tiempo y con sitios de referencia saludables.</li> <li>4. Es Flexible y reversible: La re salinización anticipaba que eventualmente la descarga de la empresa Iberdola dejara de llegar al estero, lo cual actualmente ya no sucede.</li> </ol>
Imágenes	 <p><i>Figura 174. Punto de descarga en la parte baja del estuario de arroyo Garrapata.</i></p>
<p>Fuentes:</p> <p>Jiménez-Hernández, S., &amp; Fierro-Cabo, A. (2006). Rescate ecológico del estuario del arroyo garrapatas. Municipio de Altamira, Tam. (SEMARNAT), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de impacto y riesgo ambiental. Obtenido de <a href="https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/RESCATE.pdf">https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/RESCATE.pdf</a></p> <p>Fierro-Cabo, A., &amp; Cintra-Buenrostro, C. E. (2017). Fish Assemblage Structure Indicates Limited Restoration Progress over a Lustrum of a Severely Degraded Estuary in Southern Tamaulipas, Mexico. <i>Environment and Ecology Research</i>, 5(4), 312–324. <a href="https://doi.org/10.13189/eer.2017.050408">https://doi.org/10.13189/eer.2017.050408</a></p> <p>Fundación Iberdola. (2019). Estero Garrapatas: un ecosistema que contribuye a la reducción de emisiones. Obtenido de <a href="https://www.iberdrolamexico.com/estero-garrapatas-un-ecosistema-que-contribuye-a-la-reduccion-de-emisiones/">https://www.iberdrolamexico.com/estero-garrapatas-un-ecosistema-que-contribuye-a-la-reduccion-de-emisiones/</a></p>	

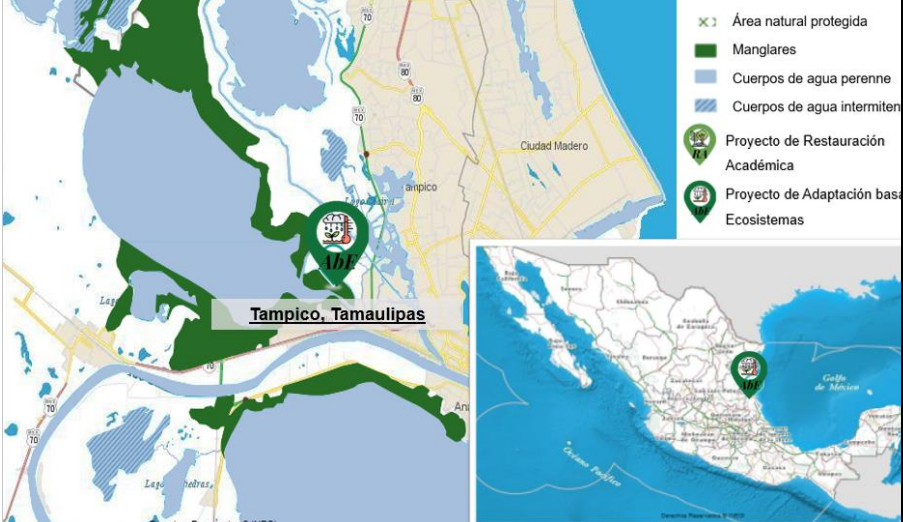
No. Ficha	20
Tipo de proyecto	Restauración académica
Título del proyecto	Restauración de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Madre. <i>DUMAC - Iniciativa para la Restauración, Manejo y Conservación de Humedales de Agua Dulce en la Laguna Madre, Tamaulipas</i>
Ubicación	 <p><i>Figura 175. Cuenca norte de la Laguna Madre, Tamaulipas</i></p>
Fecha (inicio-término)	Octubre 2006 a Julio 2008.
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituto de Ecología y Alimentos</li> <li>• Universidad Autónoma de Tamaulipas</li> <li>• CONABIO</li> <li>• DUMAC</li> </ul>
Meta	Restaurar ecológicamente la cuenca hidrográfica de Laguna Madre con la participación de las comunidades, a fin de aminorar y compensar los daños directos e indirectos ocasionados por PEMEX, o de otro origen y que también repercuten en las funciones y hábitat críticos de la zona terrestre-estuario y costera de la región.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperar los suelos en una superficie de 740.15 ha.</li> <li>• Reforestar y propiciar la regeneración natural del matorral espinoso tamaulipeco de 2,284.17 ha.</li> <li>• Estabilizar dunas costeras para frenar moderadamente la acción del viento y arrastre de arenas sueltas en 768.7 ha.</li> <li>• Trasplantar y recrear áreas de manglar en 315.1 ha, utilizando mangle negro para mitigar la erosión hídrica presente.</li> <li>• Establecer un vivero piloto para producción de plantas a utilizar.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de 24.18 ha de flora y fauna silvestre y del hábitat idóneo para la reproducción de galápagos.</li> <li>• Conservación de 363.25 ha de flora y fauna silvestre y del hábitat idóneo para la reproducción de ciertas aves.</li> <li>• Promover una conciencia ambiental en la población a través de talleres.</li> <li>• Fortalecer el desarrollo local a través de formas alternativas de producción sustentable.</li> <li>• Realizar un diagnóstico del potencial ecoturístico para la población de Higuierillas-Mezquital.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$1, 790,423.40 MXN</li> <li>• Fondo para la biodiversidad.</li> </ul>
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema lacustre y costero, al momento de la realización del diagnóstico, mantenía la mayor pesquería del norte del Golfo de México y,</li> <li>• Se encontraba bajo presión por diversos factores entre los cuales destacan los impactos naturales por huracanes, sequías y heladas; además de actividades antrópicas como afectaciones por trabajos de PEMEX, pesca excesiva, cacería furtiva y cambios del uso de suelo.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforestación de matorral espinoso tamaulipeco: la técnica de reforestación empleada se inició con la producción de plántulas de mangle blanco (<i>Laguncunaria racemosa</i>), mangle negro (<i>Avicenia germinans</i>) y mangle rojo (<i>Rhizophora manglae</i>) en vivero, que posteriormente fueron trasplantadas en una superficie de 315 ha mediante siembra directa; sin embargo, debido a los resultados desfavorables de esta técnica se procedió a la instalación de 20 módulos de crecimiento, en su interior presentan los mangles rojos y negros sembrados, esto con el objetivo de crear manchones de vegetación que en un futuro sirvan como centros de dispersión.</li> <li>• Se instalaron barreras vegetales en la periferia de los predios. En total se plantaron 1408 individuos de mangle negro, 608 de mangle blanco y 242 mangles rojo; de los cuales 490, 398 y 63, respectivamente, se sembraron como actividad paralela para la recuperación y conservación del suelo.</li> <li>• Talleres comunitarios: En todas las actividades realizadas se incluyó a los pobladores locales y su involucramiento se basó en el manejo local de los recursos, respetando y fortaleciendo las</li> </ul>

	organizaciones comunitarias presentes y las decisiones de las autoridades locales.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforestación de al menos 1,430 hectáreas de matorral espinoso tamaulipeco. Con alturas de 80 cm y sobrevivencia del 60%</li> <li>• Recuperación y conservación de 1,354.54 hectáreas de suelos que colindan con la Laguna Madre</li> <li>• Trasplante y recreación de un área de manglar de 315.1 hectáreas.</li> <li>• Estabilización de 770 hectáreas de dunas costeras</li> <li>• Realización de seis talleres comunitarios</li> <li>• Elaboración de un diagnóstico del potencial ecoturístico</li> <li>• Planes comunitarios para el ejido Gral. Francisco J. Mújica y el Poblado Media Luna</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende condiciones climáticas: a pesar de no ser la meta del proyecto, dentro de los objetivos y actividades del, se encontraba la estabilización de dunas y buscaba mitigar las afectaciones de los vientos que podrían verse modificados por el cambio climático.</li> <li>2. Es viable: se llevó un proceso participativo e inclusivo de toma de decisiones respecto a las intervenciones del proyecto y se basó en las condiciones socioeconómicas y características ambientales de la zona.</li> <li>3. Fortalece Capacidades: se fortalecieron los recursos humanos a nivel comunitario a lo largo del proyecto se propició el trabajo vinculado entre comunidades de la zona y se desarrollaron ideas de proyectos ecoturísticos basados en los recursos naturales del poblado Higuerillas Mezquital.</li> </ol>

Imagen	 <p data-bbox="662 684 1271 793"><i>Figura 176. Módulos de crecimiento. Estructura conformada por postes puestos a manera de estacas, que soportan un lienzo de malla sombra al 50%, el cual al interior presenta los mangles sembrados</i></p>
<p data-bbox="240 825 345 846">Fuentes:</p> <p data-bbox="240 852 1377 1050">Zamora-Tovar, C. (2007). Restauración de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Madre. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CJ069. México, DF.: Universidad Autónoma de Tamaulipas Instituto de Ecología Aplicada. Obtenido de <a href="http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfCJ069.pdf">http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfCJ069.pdf</a> Convenio Núm. FB1071/CJ069105 CONVENIO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO "RESTAURACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LA LAGUNA MADRE". Obtenido a través de <a href="https://www.plataformadetransparencia.org.mx/">https://www.plataformadetransparencia.org.mx/</a></p>	

**AbE**

No. Ficha	21
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Dulce y salada, miel de mangle, Tampico, Tamaulipas.
Ubicación	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 177. Tampico, Tamaulipas</i></p>
Fecha (inicio-término)	2020
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unión Ganadera de Apicultores de González</li> <li>• Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)</li> <li>• Universidad Tecnológica del Mar (Utmar)</li> <li>• Gobierno del estado de Tamaulipas</li> <li>• Secretaría de Desarrollo Rural</li> </ul>
Meta	Producir y exportar miel de mangle, aprovechando los recursos disponibles en más de tres mil hectáreas de ecosistema disponibles en lagunas y ríos en la parte de la costa del Golfo de México.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer a los pescadores una alternativa de ingresos durante los periodos de veda de especies como el camarón o la escama</li> <li>• Promover herramientas para que los pescadores tengan medios de vida sustentable y reducir su vulnerabilidad frente al cambio climático.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	-
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las cosechas de miel tradicional en el sur de Tamaulipas se vieron afectadas por las plagas y cambio climático.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En Tamaulipas, la producción de miel ascendía a 800 toneladas anualmente y aproximadamente 22,000 colmenas instaladas en apiarios del estado, sobre todo en municipios como Llera, Victoria, Güémez, Hidalgo, Padilla, Aldama, González y Tampico.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El plan en etapa de prueba comenzó con 20 colmenas en laboratorios del centro acuícola UTMAR en la comunidad Vista Hermosa de Soto La Marina y en las primeras semanas de julio de 2020 se obtuvo la primera cosecha con 180 litros de miel dulce.</li> <li>• Validación del plan de aprovechamiento del mangle, ecosistema protegido que se encuentra en repoblamiento en todo el estado, con la participación de organismos estatales y federales.</li> <li>• Reforestación de la flora, trabajos que comenzaron hace tres años en el litoral costero.</li> <li>• Análisis de factibilidad del proyecto, para enmarcar los beneficios económicos del aprovechamiento de los manglares.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En etapa de prueba, se comenzó con 20 colmenas en laboratorios del centro acuícola Utmár en la comunidad Vista Hermosa de Soto La Marina y se obtuvo la primera cosecha con 180 litros del dulce.</li> <li>• A mediados de agosto de 2020, se obtuvo una segunda cosecha, que validó el plan de aprovechamiento del mangle.</li> <li>• Se comenzaron desde 2017 proyectos de restauración en el litoral costero.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: surge en respuesta a la vulnerabilidad climática que han tenido las cosechas de miel en Tamaulipas derivado de plagas y cambio climático.</li> <li>2. Cuenta con un enfoque sistémico: considera las relaciones entre los pescadores, sus medios de vida y los servicios ecosistémicos que provee el manglar.</li> <li>3. Fortalece capacidades: la participación de los productores apícolas y su interacción con la UTMAR ha permitido el fortalecimiento de las capacidades técnicas y de manejo del manglar, siendo acorde a los medios de vida y recursos disponibles de manera local.</li> <li>4. Considera el contexto social: el proyecto surge en respuesta a la problemática específica de los pescadores en Tamaulipas. La producción sustentable de miel permite el mantenimiento de los servicios ambientales del manglar y el ingreso por su comercialización.</li> </ol>



Imagen	 <p data-bbox="542 352 1382 405"><i>Figura 178. a) Semillas de Laguncularia racemosa; b) interacción abeja-flores para la extracción de néctar</i></p>
Fuentes	<p data-bbox="334 558 1357 642">Del Ángel, A. (2020). Dulce y salada, miel de mangle. Universidad Tecnológica del Mar en El sol de Tampico. Obtenido de <a href="https://www.elsoldetampico.com.mx/local/dulce-y-salada-miel-de-mangle-5583222.html">https://www.elsoldetampico.com.mx/local/dulce-y-salada-miel-de-mangle-5583222.html</a>.</p>


No. Ficha	22
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Recuperación de Ecosistemas de Manglar en el Litoral Costero Tamaulipeco de la Laguna Madre y Delta del Río Bravo.
Ubicación	 <p>Figura 179. Laguna Madre y Delta del Río Bravo.</p>
Fecha (inicio-término)	2020
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad Tecnológica del Mar de Tamaulipas Bicentenario</li> <li>• Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Tamaulipas</li> </ul>
Meta	Recuperar los ecosistemas de Manglar en el Litoral Costero Tamaulipeco de la Laguna Madre y Delta del Río Bravo.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensificar la reforestación de mangle negro.</li> <li>• Restaurar e incentivar acciones de manejo sustentable en las comunidades pesqueras.</li> <li>• Promover la adaptación de las comunidades costeras al cambio climático incentivando medios de vida sustentable.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	-
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas degradadas de manglar, y desprovistas de vegetación. La comunidad “La pesca “ se encuentra en una situación de vulnerabilidad frente al cambio climático</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforestación de 2 kilómetros de áreas degradadas con manglar</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto sigue en curso, los resultados parciales son que con la reforestación, se disminuyó la erosión costera y se benefició la actividad pesquera en las localidades.</li> </ul>

<p>Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: la recuperación del ecosistema de manglar fue utilizada como estrategia para las comunidades costeras y que estas se adapten al cambio climático.</li> <li>2. Fortalece capacidades: se identificó la problemática de las localidades asociada a la erosión costera y se basó en recuperar la producción pesquera.</li> </ol>
<p>Imagen</p>	 <p><i>Figura 180. Actividades de restauración en la Laguna Madre y Delta del Río Bravo.</i></p>
<p>Fuentes: Redacción Gaceta Mx (2020). Reforestación de mangle negro beneficia a habitantes de La Pesca, Tamaulipas. Recuperado de <a href="https://www.gaceta.mx/2020/06/reforestacion-de-mangle-negro-beneficia-a-habitantes-de-la-pesca-tamaulipas/">https://www.gaceta.mx/2020/06/reforestacion-de-mangle-negro-beneficia-a-habitantes-de-la-pesca-tamaulipas/</a></p>	

## Veracruz

### Restauración Académica

No. Ficha	23
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Ejido Moral y Mosquitero, Veracruz.
Ubicación	 <p>Figura 181. Ejido Moral y Mosquitero dentro del municipio de Alvarado, Veracruz</p>
Fecha (inicio-término)	2007 a 2009
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRONATURA, A.C.</li> <li>• CONAFOR</li> </ul>
Meta	Restaurar y preservar el manglar del Ejido Moral y Mosquitero.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforestar 70 ha de manglar en el ejido.</li> <li>• Generar empleo temporal en beneficio del grupo de mujeres.</li> <li>• Fomentar una cultura ecológica.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	-
Diagnóstico	Dentro del municipio de Alvarado la actividad ganadera es la principal fuente de presión hacia los manglares. El ejido Moral y Mosquitero está integrado en su mayoría por mujeres.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforestación de 70 ha de manglar y la producción de 140,000 plantas de las especies de mangle rojo, blanco, negro y botoncillo mediante la creación de un vivero comunitario. Asimismo, se realizó el cercado de la zona reforestada.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno de los principales logros fue la organización de las mujeres de la comunidad, su involucramiento en</li> </ul>


	<p>proyectos de restauración y conservación de manglares y la generación de empleos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforestación de 70 ha de manglar</li> <li>• Se estableció un vivero comunitario semitecnificado para la producción de cuatro especies de mangle</li> <li>• A pesar de cercarse la zona reforestada, se encontró, posterior al proyecto, entrada de ganado a dichas áreas, lo cual impactó negativamente en la reforestación.</li> <li>• Debido a la alteración del hidropereodo y a la presencia de esparto, la restauración no fue exitosa.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fortalece la gobernanza, con enfoque de género: se fortificaron los conocimientos y habilidades de las mujeres del ejido involucradas en proyectos de restauración; teniendo participación de la comunidad, en su mayoría mujeres.</li> <li>2. Fortalece capacidades: se crearon empleos temporales y se estableció un vivero semitecnificado y operado por las mujeres de la localidad.</li> </ol>
Imagen	
<p>Fuentes:</p> <p>Coordinación General de Conservación y Restauración (2010). Programas y acciones de Reforestación, Conservación y Restauración de Suelos, Incendios Forestales y Sanidad Forestal. p.p 30. Recuperado de <a href="http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/1359Programas%20y%20Acciones%20en%20Reforestaci%C3%B3n,%20Conservaci%C3%B3n%20y%20Restauraci%C3%B3n%20de%20Suelos,%20Incendios%20Forestales%20y.pdf">http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/1359Programas%20y%20Acciones%20en%20Reforestaci%C3%B3n,%20Conservaci%C3%B3n%20y%20Restauraci%C3%B3n%20de%20Suelos,%20Incendios%20Forestales%20y.pdf</a></p> <p>Cruz-Cruz, E (2009). Las mujeres al rescate del Manglar. En Foro Humedales. Recuperado de <a href="http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/foros/humedales/LAS_MUJERES_AL_RESCATE_D_EL_MANGLAR.PDF">http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/foros/humedales/LAS_MUJERES_AL_RESCATE_D_EL_MANGLAR.PDF</a></p> <p>Ramírez-Soto, A, Trujillo-Santos, O, Zentmyer-Robinson, E, Martínez-Rivera, B, Sheseña-Hernández, I, Rivas,AJ.(2010). Identificación y tipificación de áreas potenciales para la restauración de manglares: el caso de los humedales de la cuenca del río Papaloapan, Veracruz, México. PRONATURA A.A. Recuperado de <a href="https://docplayer.es/75396174-Anibal-f-ramirez-soto-omar-trujillo-santos-eric-h-zentmyer-robison-benito-martinez-rivera-ixchel-m-shesena-hernandez-alfonso-juan-rivas.html">https://docplayer.es/75396174-Anibal-f-ramirez-soto-omar-trujillo-santos-eric-h-zentmyer-robison-benito-martinez-rivera-ixchel-m-shesena-hernandez-alfonso-juan-rivas.html</a></p>	

No. Ficha	24
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Restauración comunitaria del ecosistema de manglar en la cuenca baja del río Tancochín y porción norte del corredor costero de Tamiahua, Veracruz, México. <i>Fundación Pedro y Elena Hernández</i>
Ubicación	 <p>Figura 183. Laguna Tamiahua, Veracruz</p>
Fecha (inicio-término)	29 de Abril 2016- 29 de Abril de 2022
Instituciones participantes	Fundación Pedro y Elena Hernández, A.C., CONAFOR.
Meta	Impulsar el desarrollo territorial sustentable del corredor costero Tamiahua, utilizando como plataforma los fundamentos del programa concurrente de Pago por Servicios Ambientales por conservación de la biodiversidad.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservar y restaurar 1,319 ha de manglar, a través de un enfoque de manejo integral de cuenca, rehabilitando la conectividad hidrológica, fomentando el incremento de la masa forestal y la producción de servicios ambientales, generando así, economías comunitarias mediante acciones de conservación y restauración.</li> <li>• Monitoreo comunitario de biodiversidad</li> <li>• Manejo sostenible de humedales</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$29,905,337.91 MXN</li> <li>• Fondo Forestal Mexicano (FFM)</li> </ul>
Diagnóstico	Manglares degradados y áreas con necesidades de restauración.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las acciones consistieron en obras de preparación del terreno para la reforestación (apertura de canales primarios y secundarios, estabilización de taludes y sedimentos, levantamiento de micro</li> </ul>




	<p>relieve en sitios para identificación de microcuencas).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección del área donde se ejecutaron las acciones (brecha cortafuego, cercado, colocación de señalamientos, recorridos de vigilancia). Reforestación con plántulas y/o propágulos.</li> <li>• Actividades de mantenimiento (mantenimiento de reforestación/reposición de planta o propágulos).</li> <li>• Capacitación comunitaria en restauración de manglares (talleres comunitarios).</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora en la calidad del agua, se percibió una mayor distribución de especies pesqueras, mejoró la calidad del aire, mayor cantidad de aves y de otras especies faunísticas.</li> <li>• Aumentó el tiempo de pesca y mejora del producto debido a una mayor distribución de especies pesqueras, e incremento de la masa forestal y menor salinización de pastos y presas.</li> <li>• Se generaron empleos temporales. Se propició la convivencia con miembros de la comunidad, acercamiento hacia las comunidades aledañas, aprendizaje e intercambio de opiniones, participación de mujeres en las actividades.</li> <li>• En abril de 2019 la culminación de los trabajos obligatorios y la obtención del 80% de supervivencia en las 178 ha reforestadas, permitieron recibir por parte de CONAFOR incentivos a la restauración, beneficiando a 130 ejidatarios con \$ 923,300.00 MXN/año, durante 2019-2021.</li> <li>• Con los 24 km de cercado y los 11 km de brechas cortafuego, junto con las actividades de restauración y mantenimiento se garantizó la conservación de más de 1,500 ha de manglar contra incendios y pastoreo de ganado bovino, ya que se añadieron alrededor de 200 ha mas, al polígono original.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuenta con un enfoque sistémico: se basó en la cuenca como unidad territorial, enfocándose en el contexto socio-económico prevaleciente.</li> <li>2. Fortalece capacidades: promovió la capacitación en restauración y manejo de material vegetativo entre los pobladores y contó con la participación de actores a través de la planeación territorial comunitaria. Se generaron empleos temporales a través del programa de pago por cambio de uso de suelo en terrenos forestales de la plataforma social y</li> </ol>

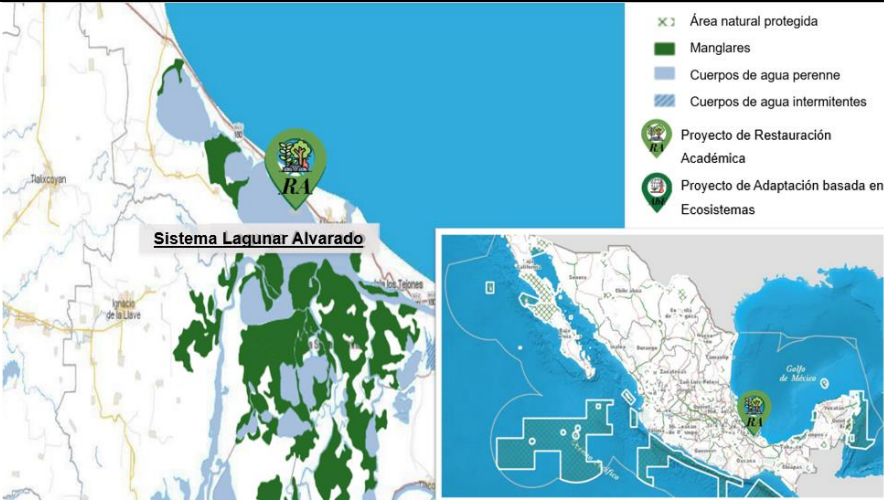


	<p>ecológica generada con el Pago por servicios ambientales (PSA) de CONAFOR.</p> <p>3. Puede medirse: se evaluaron diversas variables durante el proyecto como el porcentaje de regeneración natural de mangle, la disminución de la erosión laminar, sobrevivencia de las especies plantadas, vigor, densidad de las especies de flora y fauna, entre otras.</p>
Imágenes	 <p><i>Figura 184. a) Apertura de canales terciarios; b) unidad de monitoreo en</i></p>
<p>Fuentes:</p> <p>Fundación Pedro y Elena Hernández, A.C.( 2019). Restauración comunitaria del ecosistema de manglar en la cuenca baja del río Tancochín y porción norte del corredor costero de Tamiahua, en el Estado de Veracruz, México.</p> <p>Unidad de transparencia (2021) Solicitud 16161000007621. Obtenido a través de: <a href="https://www.plataformadetransparencia.org.mx/">https://www.plataformadetransparencia.org.mx/</a></p>	

No. Ficha	25
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Área privada de conservación “Reserva Biólogo Omar Trujillo Santos”, Veracruz.
Ubicación Área privada de conservación “Reserva Biólogo Omar Trujillo Santos”, Alvarado, Veracruz.	
Fecha (inicio-término)	2009-2015
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The Gulf of Mexico Foundation</li> <li>• Pronatura México A. C.</li> </ul>
Meta	Conservar la biodiversidad y servicios ambientales de los humedales de la Cuenca Baja del Río Papaloapan.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurar 10 ha de manglar degradado en el APC “Reserva Biólogo Omar Trujillo Santos” Municipio de Alvarado, Veracruz.</li> <li>• Crear una “Escuela Viva” de restauración ecológica donde se muestren diferentes “aulas” con técnicas de restauración exitosas.</li> <li>• Instalar señalética con mensajes informativos, descriptivos y restrictivos.</li> <li>• Proteger física y legalmente el polígono del APC</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	\$565,000.00 (Presupuesto Estimado) <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Gulf Mexico Foundation</li> </ul>
Diagnóstico	La zona a lo largo de los años estuvo poblada por manglares, sin embargo se encontró que hubo una fuerte presión por la actividad ganadera, por la cual se dio el cambio de uso de suelo a pastos para ganado. Esta actividad modificó la topografía, en sitios específicos se presentaba un alto nivel de inundación que impedía el establecimiento de propágulos de mangle. Las modificaciones microtopográficas dieron pie al establecimiento de especies


	oportunistas como: anea ( <i>Typha domingensis</i> ) y el tulillo ( <i>Eleocharis sp</i> ), las cuales impiden la regeneración natural.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó restauración ecológica por medio de diferentes técnicas como siembra directa, Riley modificada usando bambú (esta técnica se utilizó como respuesta a la inundación de plántulas en época de lluvias para evitar que murieran) y chinampas con malla metálica</li> <li>• Las plantas que se sembraron fueron de vivero y propágulos que se colectaron en los predios colindantes</li> <li>• Se realizaron obras de retención del sedimento con la ayuda de madera muerta.</li> <li>• Se construyeron terrazas donde se sembró mangle rojo para ofrecer refugio a las especies acuáticas</li> <li>• Se construyeron andadores de madera tipo muelle para apreciar las aulas vivas</li> <li>• Se asentó el predio como Área de conservación a perpetuidad.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se reforestó exitosamente un área de 1.79 con 1,880 plantas de manglares rojos, blancos y negros cultivadas en 418 chinampas.</li> <li>• Se beneficiaron 22 personas de las comunidades Nueva Reforma y San Antonio (comunidades aledañas al predio) en la producción de plantas, construcción de chinampas y en el monitoreo.</li> <li>• Como resultado del trabajo en este predio, se realiza anualmente el Diplomado en restauración de manglares dónde se comparte el conocimiento adquirido con la técnica de chinampas.</li> <li>• El predio está protegido a largo plazo mediante el instrumento legar asentado durante este proyecto.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: una de las razones que justifican el proyecto dirigido por “The Gulf Mexico Foundation”, es la importancia de los manglares en la protección de comunidades ante eventos hidrometeorológicos.</li> <li>2. Puede medirse: se contemplaron en el diseño actividades de monitoreo de aves y de la fauna con ayuda de cámaras trampa.</li> <li>3. Fortalece capacidades: no únicamente de la comunidad local mediante las capacitaciones, además con la difusión de la información adquirida en el proyecto en el Diplomado en restauración de manglares.</li> </ol>

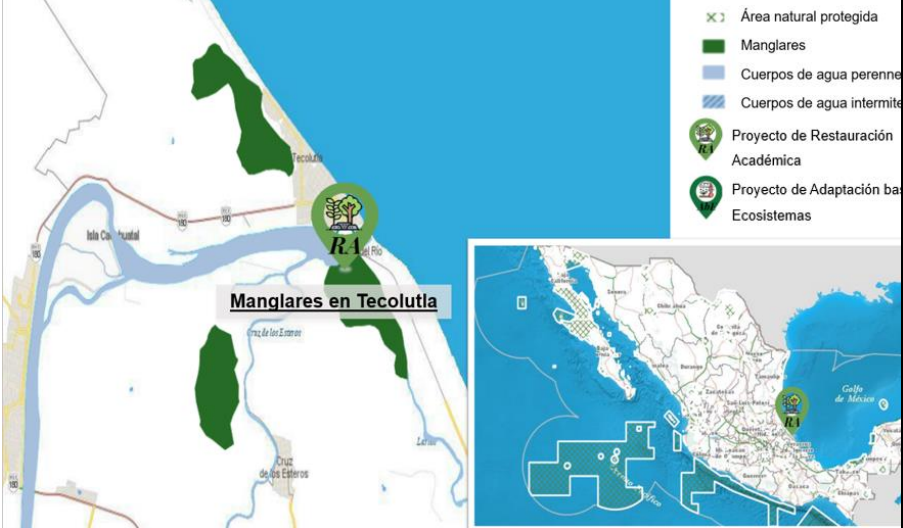
	<p>4. Alineación de políticas públicas: en el proyecto se hizo uso de instrumentos legales estatales que permiten la conservación largo plazo.</p> <p>5. Se sostiene en el tiempo: el instrumento de protección permite que las acciones de restauración y conservación perduren en el tiempo</p>
Imagen	 <p><i>Figura 185. a) Técnica Riley modificada usando bambú en lugar de PVC; b) Elaboración de chinampas con malla metálica</i></p>
<p>Fuentes:</p> <p>Pronatura Veracruz, A.C.(2015) Plan de manejo área privada de conservación “Reserva biólogo Omar Trujillo Santos” municipio de Alvarado, Veracruz. Recuperado de <a href="https://pronaturaveracruz.org/PDFs/apc/PLAN%20DE%20MANEJO%20APC%20CANATE%20-%20Pronatura.pdf">https://pronaturaveracruz.org/PDFs/apc/PLAN%20DE%20MANEJO%20APC%20CANATE%20-%20Pronatura.pdf</a></p> <p>Gutafson, E. y Leon, C. (2017). Mangrove Restoration in Key Mexican Coastal Lagoons in the Gulf of Mexico en Environment coastal &amp; offshore. Recuperado de <a href="https://www.ecomagazine.com/in-depth/featured-stories/mangrove-restoration-in-key-mexican-coastal-lagoons-in-the-gulf-of-mexico">https://www.ecomagazine.com/in-depth/featured-stories/mangrove-restoration-in-key-mexican-coastal-lagoons-in-the-gulf-of-mexico</a>.</p> <p>Gutafson, E. y Leon, C. (2017). Mangrove Restoration in Key Mexican Coastal Lagoons in the Gulf of Mexico en Environment coastal &amp; offshore. Recuperado de <a href="http://digital.ecomagazine.com/publication/index.php?m=9890&amp;i=378199&amp;p=20">http://digital.ecomagazine.com/publication/index.php?m=9890&amp;i=378199&amp;p=20</a></p>	

No. Ficha	26
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Restauración del Paisaje de Bosques de Manglar: una Oportunidad para el Desarrollo Social en el Sitio RAMSAR “Sistema Lagunar de Alvarado” en Veracruz. <i>Proyecto IKI</i>
Ubicación	 <p>Figura 186. Sistema Lagunar de Alvarado</p>
Fecha (inicio-término)	2014- Diciembre 2020
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRONATURA</li> <li>• Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)</li> <li>• Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)</li> </ul>
Meta	Crear una estrategia de desarrollo regional basada en la productividad y manejo sustentable de la madera de manglar.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear Áreas Privadas de Conservación y unidades de manejo forestal en tierras concertadas (Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre- UMA)</li> <li>• Elaborar planes de manejo forestal sustentable bajo un proceso participativo.</li> <li>• Implementar actividades de restauración basada en “chinampas”.</li> <li>• Implementar la capacitación teórico-práctica en aspectos técnicos, ambientales y económicos con las comunidades, propietarios privados y gobierno local</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$914,363 USD</li> <li>• Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU)</li> <li>• German Federal Ministry for the Environment(GEF)</li> <li>• International Climate Initiative (IKI Alliance )</li> </ul>


Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los resultados de acciones previas de restauración de manglar, en muchos casos no fueron satisfactorias, principalmente debido a errores en la selección de sitios y técnicas inadecuadas para promover la regeneración de dicho ecosistema.</li> <li>• En el período 2010-2013, se registró la deforestación de más de 2,000 hectáreas, lo que equivale a una pérdida del 15% de la cubierta de manglar.</li> <li>• Los gobiernos federal, estatal y municipal han identificado un alto nivel de vulnerabilidad de la población al cambio climático.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de Áreas Privadas de Conservación y unidades de manejo forestal en tierras concertadas (Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre- UMA).</li> <li>• Creación de planes de manejo forestal sustentable bajo un proceso participativo.</li> <li>• Restauración basada en “chinampas”.</li> <li>• En 2017 se realizó un curso especializado con el objetivo de generar y fortalecer redes en México y América Latina.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauración y manejo forestal. Actualmente alcanzando 1,500 hectáreas bajo gestión sostenible, 50 hectáreas restauradas y 1,300 m de canales rehabilitados que benefician alrededor de 1,000 hectáreas.</li> <li>• Capacitación e intercambio de experiencias. Más de 80 actores.</li> <li>• Visibilidad y competitividad de la madera de mangle.</li> <li>• Restauración y manejo forestal.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: dentro del planteamiento y justificación del proyecto, uno de los pilares que lo sustentan es la necesidad de atender a la adaptación de las comunidades más vulnerables al cambio climático</li> <li>2. Cuenta con un enfoque sistémico: dentro del plan de manejo, se toma en cuenta la diversidad biológica, la importancia del mangle, rehabilitación hidrológica, así como la capacitación a las comunidades.</li> <li>3. Puede medirse: se realizó un diagnóstico específico al predio a restaurar, los objetivos planteados también aluden al contexto específico y una de las actividades mencionadas es el monitoreo permanente del proyecto.</li> <li>4. Alineación de políticas públicas: el proyecto se apoyó de la política del estado de áreas privadas de conservación.</li> </ol>




Imagen	 <p data-bbox="699 384 1187 411"><i>Figura 187. Actividades de reforestación.</i></p>
<p data-bbox="237 415 342 443">Fuentes:</p> <p data-bbox="237 443 1386 558">IKI ALLIANCE MÉXICO (2018). Restoration of Mangrove Forest Landscape: an Opportunity for Social Development in the RAMSAR Site “Alvarado Lagoon System” in Veracruz. Recuperado de <a href="https://iki-alliance.mx/portafolio/mangrove-landscape-restoration-an-opportunity-for-social-development-in-ramsar-lagoon-system-in-alvarado-veracruz/">https://iki-alliance.mx/portafolio/mangrove-landscape-restoration-an-opportunity-for-social-development-in-ramsar-lagoon-system-in-alvarado-veracruz/</a></p> <p data-bbox="237 558 1386 615">International Tropical Timber Organization (ITTO). Project Proposal. Recuperado de <a href="http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3114/Project/PD752-14%20Rev.pdf">http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3114/Project/PD752-14%20Rev.pdf</a></p>	

No. Ficha	27
Tipo de proyecto	Restauración Académica.
Título del proyecto	Restauración de manglares en Tecolutla, Veracruz. <i>GoM LME</i>
Ubicación	 <p>Figura 188. Manglares de Tecolutla, Veracruz.</p>
Fecha (inicio-término)	Desde 2011, en 2012 se constituyen como sociedad civil y hasta la fecha continúan sus labores.
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociación "Salvamos los humedales de Tecolutla"</li> <li>• Instituto de Ecología (INECOL)</li> <li>• Universidad Veracruzana (UV)</li> </ul>
Meta	Capacitación y concientización de la población, así como de los visitantes, para el cuidado del medio ambiente.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforestar áreas degradadas</li> <li>• Implementar de un sistema de educación ambiental a nivel básico</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	Proyecto autogestivo por habitantes de la comunidad de Tecolutla, aunque cuentan con apoyo de instituciones, no se cuenta con datos precisos de la obtención del recurso para la operación.
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son escasos los programas de restauración que garanticen su éxito debido a:</li> <li>• Pocos programas tienen una base científica que consideren tanto la dinámica de los ecosistemas, como los aspectos sociales específicos a esta área.</li> <li>• Los costos de restauración son elevados.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se hicieron diagnósticos apoyados por dependencias como el Instituto de Ecología (INECOL) y la Universidad Veracruzana (UV), para conocer qué acciones tendrían que emprenderse para proteger a los humedales.</li> </ul>


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó la apertura de canales de marea y eliminación de helecho, así como la recolección de basura principalmente botellas de plástico y otros desechos provenientes de la zona urbana.</li> <li>• Se reforestaron 5 hectáreas de manglares aplicando la técnica Riley.</li> <li>• Se generó un proyecto de educación ambiental con los niños de la comunidad y las escuelas en los que se incluyeron paseos en lancha.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siembra de 900 propágulos colectados y reforestados con un 85% de sobrevivencia.</li> <li>• Desde el 2011 se iniciaron las labores de rescate, en el 2012 lograron constituirse como organización civil “Salvemos los humedales de Tecolutla” para poder reforzar los trabajos ambientales. Sin embargo, uno de los impedimentos para avanzar con su proyecto es el desinterés local y la falta de apoyo por parte de las instituciones.</li> <li>• Se realizó la capacitación de las comunidades referente a acciones de restauración en el sitio, concientización de los habitantes, y difusión de las actividades de conservación y restauración.</li> <li>• Adicionalmente, tienen el proyecto de educación ambiental y buscan ampliarlo, con lo que como primer paso se estableció un vínculo con la UNAM, que llevó a realizar una tesis de biología con percepción remota con el objetivo identificar las áreas para restauración y conjuntamente proponer acciones adecuadas para la restauración de dichas áreas.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fortalece capacidades: Las acciones están basadas en la preservación del manglar, además de promover el turismo con educación ambiental.</li> <li>2. Considera el contexto social: al ser un proyecto autogestivo, el contexto social es el centro de las acciones.</li> <li>3. Fortalece la gobernanza: Se estableció una organización civil con la finalidad de restaurar el manglar, a través de la cual se brindó capacitación a las comunidades para las obras de restauración en el sitio.</li> <li>4. Propicia co-beneficios sociales: El aumento de las atracciones turísticas y de la biodiversidad de peces que se ve reflejado en la economía local.</li> </ol>


Imágenes	
<p><i>Figura 189. Acciones de restauración llevadas a cabo en Tecolutla: a) apertura de canales; b) restauración de manglar con la técnica de Pilas.</i></p>	
<p>Fuentes:</p> <p>Zaldivar-Jiménez, A; Pérez-Ceballos, R; Landron de Guevara-Porras,P;Amador del Ángel,LE. (2013). II Taller para el Encuentro de Experiencias entre Comunidades Restauradoras del Ecosistema de Manglar e Intercambio de Experiencias entre Cooperativas de Artesanos de dos Áreas Naturales Protegidas/ II Mangrove Workshop on Experiences Meeting between Restoration Communities and Mangrove Ecosystem Experience Exchange among Artisans Cooperatives of two Protected Areas. En E-News Bulletin Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem.</p> <p>García-Calva, L (2014). Generación de propuestas para la recuperación de sitios degradados de manglar en Tecolutla, Veracruz, a partir de técnicas de percepción remota y diagnóstico estructural de la vegetación. Tesis de Maestría.</p>	

No. Ficha	28
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Laguna de Sontecomapan en Veracruz
Ubicación	 <p>Figura 190. Laguna de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz.</p>
Fecha (inicio-término)	1994 a la fecha
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONAFOR</li> <li>• Asesoría y Consultoría Integral para el Desarrollo Rural (ACIDER S. A. de C. V.) a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)</li> </ul>
Meta	Restaurar el ecosistema de manglar en las áreas ribereñas de las albuferas de Sontecomapan.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurar el ecosistema de manglar en las áreas ribereñas de las albuferas de Sontecomapan.</li> <li>• Utilizar especies de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>), mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>) y mangle botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>) en los procesos de producción de plantas y en el establecimiento de las plantaciones de restauración.</li> <li>• Establecer viveros de sitio en las comunidades de Sontecomapan.</li> <li>• Crear conciencia y brindar educación ambiental a los participantes en el desarrollo de los proyectos.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	CONAFOR a través del Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como parte de la reserva de la biosfera Los Tuxtlas, se han realizado actividades encaminadas a la reforestación d manglar desde 1997.</li> </ul>


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puso en marcha un proyecto de propagación de mangle botoncillo a través de siembra de semilla y de varetas en el vivero de la facultad de ingeniería en sistemas de producción agropecuaria en Acayucan, y en la comunidad de Jicacal (laguna del Ostión), además de un vivero en Sontecomapan. Actualmente se cuenta con 22,000 semillas sembradas, de las cuales están en desarrollo 4,665 plantas<sup>38</sup>.</li> <li>• En la zona hay impactos por la extracción de madera, deforestación de manglar y cambio de uso de suelo.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se han realizado seis campañas de restauración durante los años 1994, 1995, 1997, 2002 y 2005.</li> <li>• En 2005 se inició la colecta de propágulos de mangle rojo, fueron sembrados directamente en el sitio, obteniendo una densidad de 20,000 propágulos ha<sup>-1</sup>. Los avances hasta el 2013 fueron el levantamiento de la microtopografía de los sitios de restauración, limpieza, desazolve y apertura de canales, establecimiento de estaciones de monitoreo ambiental, deshierbo y control de plantas competidoras.</li> <li>• La CONANP impartió, a través de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, el taller “Aprendiendo a Conservar y Restaurar los Humedales y Manglares de la Laguna de Sontecomapan”. El objetivo principal fue capacitar a los participantes con conocimientos teóricos y prácticos, así como proporcionar estrategias para restaurar y conservar las áreas perjudicadas, como resultado hubo 27 personas preparadas para llevar a cabo dichas acciones de restauración.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La rehabilitación hidrológica propició el proceso de regeneración natural.</li> <li>• Se observó un incremento de aves, mamíferos, reptiles y peces, siendo la pesca la actividad motora de la comunidad, lo que ha mejorado la economía y las fuentes de trabajo.</li> <li>• El proyecto generó empleos temporales, consolidado la unidad y la cultura ecológica de la comunidad.</li> <li>• Además de disminuir los índices de migración en jóvenes gracias a la generación de empleos.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuenta con un enfoque sistémico: contempla acciones de restauración enfocadas en el suelo y agua con la ayuda de la comunidad.</li> <li>2. Puede medirse: se realizó una caracterización inicial del sitio e instalación de estaciones de muestreo</li> <li>3. Fortalece la gobernanza: generó coordinación entre cooperativas, instituciones educativas y de gobierno.</li> </ol>



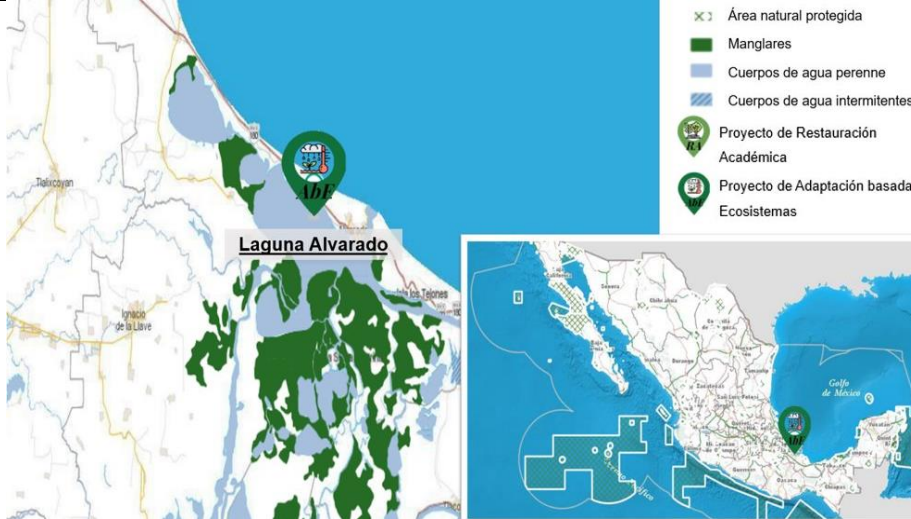
cambio climático (INECC, 2019)	<p>Además, han implementado acciones de restauración a través de los Programas de Subsidio como Procodes y el Programa de Empleo Temporal por parte de la Dirección de la Reserva de la Biósfera en la Laguna de Sontecomapan.</p> <p>4. Fortalece capacidades: las comunidades fueron capacitadas para las obras de restauración tanto teórica como práctica. La generación de mano de obra ha mitigado el proceso de emigración de los jóvenes en busca de otras opciones de empleo.</p>
Imágenes	 <p><i>Figura 191. a) Limpieza, desazolve y apertura de canales en el sitio de restauración. b) Traslado de mudas de manglar al sitio de restauración.</i></p>
<p>Fuentes:</p> <p>Montero- León, R. (2009). La sociedad pesquera en la restauración de manglares Laguna de Sontecomapan, Catemaco Veracruz . En Foro Humedales. Obtenido de <a href="http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/foros/humedales/LA_SOCIEDAD_PESQUERA_EN_LA_RESTAURACION_DE_MANGLARES.PDF">http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/foros/humedales/LA_SOCIEDAD_PESQUERA_EN_LA_RESTAURACION_DE_MANGLARES.PDF</a>.</p> <p>Lara-Domínguez, A. L.; J. López-Portillo; A. Martínez-González y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de manglar Sontecomapan, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F</p>	

No. Ficha	29
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Restauración hidráulica en la laguna de Tampamachoco en el estado de Veracruz para la rehabilitación del manglar y de sus servicios ambientales.
Ubicación	 <p>Figura 192. Laguna de Tampamachoco, Veracruz</p>
Fecha (inicio-término)	<i>Proyecto CONABIO a través del Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad Fase 1:2010-2014 Fase 2:2016-2019</i>
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INECOL</li> <li>• CONABIO</li> <li>• The Gulf of Mexico Foundation</li> <li>• CONAFOR</li> </ul>
Meta	Facilitar la regeneración natural del manglar a través de la restauración hidráulica.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las bases para el entendimiento puntual de la dinámica de un sistema deteriorado de manglar e iniciar la rehabilitación hidráulica alrededor de 20 ha del manglar, localizado en la laguna de Tampamachoco, Veracruz al este de la barra arenosa en donde se localiza la Termoeléctrica Adolfo López Mateos.</li> <li>• Monitorear el lavado del suelo después de la apertura de canales, y detectar las condiciones apropiadas para el establecimiento exitoso de plántulas.</li> <li>• Realizar el monitoreo de la fauna y de otros indicadores biológicos durante el proceso de sucesión, así como el registro fenológico y fisonómico de la recuperación de los manglares con la ayuda de fotografías hemisféricas.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$ 1,217,087.00 MXN(Fase I) y \$ 1,282,912 MXN(Fase II)</li> <li>• CONABIO</li> </ul>

Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El relleno de 3 terraplenes orientados este-oeste (donde se ubican las torres de transmisión de la Planta Termoeléctrica Adolfo López Mateos), interrumpieron el flujo de agua sur-norte-sur en el área de los manglares.</li> <li>• Esto generó en el substrato una sombra hipersalina de hasta 120 ups, que provocó la muerte de cerca de 30 ha de manglar.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FASE I. Excavación de canales o zanjas transversales a los terraplenes con el propósito de permitir el flujo de agua de la zona sur del manglar conservado, donde el nivel del agua es frecuentemente mayor.</li> <li>• FASE II. Ampliación del ancho de los canales a 3 m para facilitar el libre tránsito de los propágulos de manglar durante la época de dispersión; y la excavación de vados para evitar que las camionetas de CFE puedan pasar sin necesidad de rellenarlos.</li> <li>• Se llevó a cabo un monitoreo mensual de la salinidad, potencial redox, pH y temperatura del agua intersticial, en 70 puntos fijos asociados a 12 transectos perpendiculares a la barra arenosa que cubren un área total de 300 ha.</li> <li>• Se establecieron 10 parcelas (10m x 10m), para el seguimiento de estructura y productividad de los manglares en áreas de transición y zonas conservadas.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La salinidad del agua intersticial disminuyó en las áreas más afectadas posterior a la apertura de los canales. Sin embargo, las condiciones generaron la inundación de los sitios.</li> <li>• Hasta el 2014 el nivel de agua era mayor que la longitud de los hipocótilos, por lo que las plántulas no podían establecerse.</li> <li>• Para el año 2019 se continuó con las acciones de reapertura de canal, esta vez con el apoyo del Programa de Compensación Ambiental por cambio de uso de suelo perteneciente a la CONAFOR. Posterior a la reapertura de dos canales, se realizó la dispersión de semillas. Los últimos reportes mencionan alta supervivencia de los propágulos</li> </ul>

<p>Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puede medirse: el diagnóstico realizado permite conocer el estatus del sitio mediante la salinidad y la inundación.</li> <li>2. Fortalece capacidades: a lo largo de los proyectos realizados en esta área, se ha involucrado a la comunidad mediante el pago de jornales y la creación de empleos temporales.</li> <li>3. Se sostiene en el tiempo: a pesar de los cambios en los programas y los medios de financiamiento, es claro que el objetivo se mantiene vigente y se han buscado maneras de complementar y darle continuidad al proyecto.</li> </ol>
<p>Imágenes</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 193. Construcción de canales</i></p>
<p>Fuentes:</p> <p>López Portillo, J. A., Lara Domínguez, A. L., Sáinz Hernández, E., Vásquez, V. M., Rodríguez Rivera, M., Martínez García, M. C., Bartolo Mateos, O., Ortiz Vela I. I. y G. Alvarado. 2014. Restauración hidráulica en la laguna de Tampamachoco en el estado de Veracruz para la rehabilitación del manglar y de sus servicios ambientales. Instituto de Ecología A.C. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto No.HH025. México, D.F.</p> <p>Gutafson, E. y Leon, C. (2017). Mangrove Restoration in Key Mexican Coastal Lagoons in the Gulf of Mexico en Environment coastal &amp; offshore. Recuperado de <a href="https://www.ecomagazine.com/in-depth/featured-stories/mangrove-restoration-in-key-mexican-coastal-lagoons-in-the-gulf-of-mexico">https://www.ecomagazine.com/in-depth/featured-stories/mangrove-restoration-in-key-mexican-coastal-lagoons-in-the-gulf-of-mexico</a>.</p> <p>Zaragoza-Méndez, A.F.; Lara-Domínguez, A.L.; López Portillo, J. A; Ibarra-Villanueva, A.; Rivera-Rodríguez, M. ;Hernández-Sánchez, M. (2020) Restauración de manglares: ¿a combinar ecología con ingeniería ambiental!. Recuperado de <a href="http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/component/content/article/17-ciencia-hoy/1191-restauracion-de-manglares-a-combinar-ecologia-con-ingenieria-ambiental">http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/component/content/article/17-ciencia-hoy/1191-restauracion-de-manglares-a-combinar-ecologia-con-ingenieria-ambiental</a></p>	

**AbE**

No. Ficha	30
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Evaluación ambiental y valoración económica de los servicios ecosistémicos proporcionados por los bosques costeros (manglares, selvas inundables, selvas y matorrales sobre dunas) y sus agro-sistemas de reemplazo, en la planicie costera central de Veracruz, México. RED PD 045/11 Rev. 2 (M).
Ubicación	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 194. Laguna Alvarado, Veracruz</i></p>
Fecha (inicio-término)	Mayo 2012- Mayo 2015
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INECOL</li> <li>• CONAFOR</li> <li>• ITTO</li> </ul>
Meta	Evaluar cuantitativamente los bienes y servicios que ofrecen los distintos tipos de selvas y bosques costeros (manglares, selvas inundables, selvas y matorrales sobre dunas), en la planicie costera de Veracruz en el Golfo de México
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuir al desarrollo de criterios técnicos, indicadores cuantitativos e instrumentos para pago de servicios ambientales.</li> <li>• Evaluar servicios ambientales en manglares, selvas inundables, dunas costeras y humedales)</li> <li>• Desarrollar estrategias de uso sustentable y restauración de dichos ecosistemas</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$ 470,682.00 USD</li> </ul>
Diagnóstico	Los bosques de las zonas costeras (manglares, selvas inundables y selvas sobre dunas) están desapareciendo ya que se transforman en campos agrícolas principalmente para siembra de caña de azúcar (edulcorantes y biocombustibles) y potreros para ganado bovino.

Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se desarrolló el diagnóstico. La identificación de usuarios y percepciones fue mediante entrevistas, las cuales fueron sistematizadas para la obtención de la información con la que se construyó el diagnóstico.</li> <li>• Se publicaron varios artículos científicos describiendo los productos y servicios que se obtiene de los ecosistemas trabajados.</li> <li>• Se evaluó la productividad vegetal y de almacén de carbono y de agua en el suelo.</li> <li>• Se estableció una batería de piezómetros para medir los flujos subterráneos.</li> <li>• Se realizaron talleres en las comunidades para evaluar los beneficios agrosilvopastoriles de los árboles nativos.</li> <li>• Se realizaron cartografías para concentrar la información sobre la valoración económica y que pudiera usarse como instrumentos de gobierno.</li> <li>• Se establecieron tres predios como sitios piloto para restauración.</li> <li>• Se instrumentaron talleres sobre buenas prácticas en el pago por servicios ambientales.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se generaron publicaciones impresas y videos que cumplieron esta función. Se presentaron los productos en talleres con la comunidad y con representantes de gobierno y de ONGs.</li> <li>• Proyectos piloto de restauración de bosques costeros que permitan sentar las estrategias de recuperación, los sistemas de monitoreo y de éxito, conjuntamente con las comunidades locales.</li> <li>• Se generó un manual con técnicas de restauración además de un capítulo de libro y un video animado.</li> <li>• Se generaron los criterios técnicos y los indicadores cuantitativos. Se diseñaron tres modelos para pago por servicios ambientales donde se identificó el servicio a pagar y su permanencia y monitoreo en el tiempo, el posible vendedor y el o los posibles compradores.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puede medirse: el proyecto contó con un diagnóstico y metas claras así como metodologías para monitorear y evaluar el proyecto.</li> <li>2. Fortalece capacidades: durante el proceso de planeación, implementación y monitoreo se incorporó a las personas de las comunidades.</li> <li>3. Alineación de políticas públicas: los resultados del proyecto estaban expresamente enfocados en ser de utilidad en la toma de decisiones, además de ser compartidos para su uso por las instituciones.</li> </ol>



## Imágenes

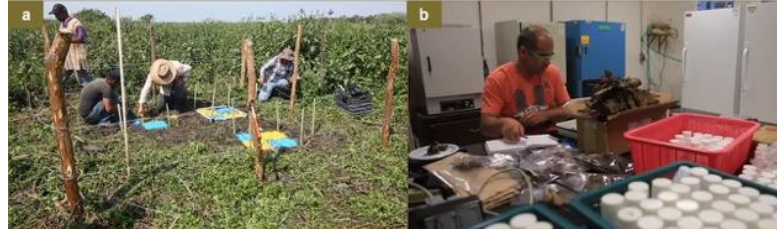
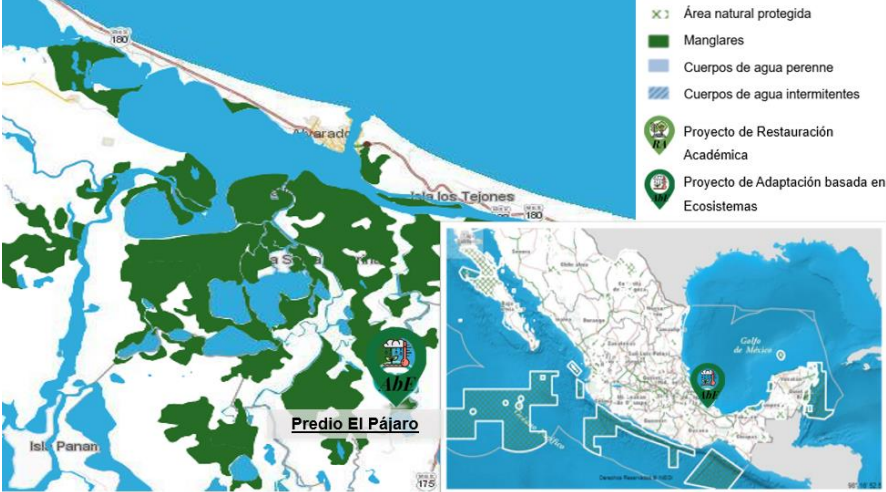



Figura 195. a) Instalación de arena tamizada para evaluar la acumulación del suelo; b) análisis de muestras en el laboratorio del INECOL

## Fuentes:

Moreno-Casasola, P. y Baza-Román-R. (2017). "Evaluación ambiental y valoración económica de los servicios ecosistémicos proporcionados por los bosques costeros (manglares, selvas inundables, selvas y matorrales sobre dunas) y sus agro-sistemas de reemplazo, en la planicie costera central de Veracruz, México" Informe FINAL. Recuperado de [http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/3000/Competition/RED-PD-045-11-R2-M-Completion%20Report.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3000/Competition/RED-PD-045-11-R2-M-Completion%20Report.pdf)


No. Ficha	31
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Área Privada de Conservación “El Pájaro” en Veracruz. <i>Proyecto de Adaptación de Humedales Costeros del Golfo de México ante los Impactos del Cambio Climático (Proyecto Humedales).</i>
Ubicación	 <p>Figura 196. Área Privada de Conservación “El Pájaro” en Veracruz</p>
Fecha (inicio-término)	2010-2015
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRONATURA, A.C</li> <li>• Secretaría de Medio Ambiente de Veracruz (SEDEMA).</li> <li>• Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)</li> <li>• Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)</li> <li>• Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)</li> <li>• Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)</li> </ul>
Meta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto humedales busca reducir la vulnerabilidad de las personas al cambio climático mediante la conservación y manejo sostenible de los ecosistemas y de sus servicios ambientales.</li> <li>• Por su parte, la meta del proyecto en el ejido “El pájaro” es, conservar la biodiversidad y servicios ambientales de los humedales de la Cuenca Baja del Río Papaloapan.</li> </ul>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservar 239 hectáreas de ecosistema de humedal, incluyendo manglar, en el predio “El Pájaro” Municipio de Alvarado, Veracruz.</li> <li>• Dar manejo silvícola a 43 hectáreas de manglar con potencial forestal ya sea para extraer postes o para elaborar carbón.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar seguimiento a las zonas restauradas que, debido al rápido crecimiento del mangle, en cinco o seis años podrían ser consideradas como zonas de aprovechamiento silvícola.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<p>El costo total del Proyecto Humedales fue de \$,7.100.000 USD de los cuales \$ 3.400.000 USD fueron destinados a proyectos piloto con medidas de adaptación en Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Quintana Roo. El área de conservación "El pájaro" fue uno de los sitios piloto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GEF</li> <li>• Banco Mundial</li> </ul>
Diagnóstico	<p>La principal causa de pérdida de manglar en el predio han sido los incendios, con 35 ha afectadas; equivalentes al 14%. Sin embargo, también ha sido afectado por la práctica de la ganadería, la tala clandestina, así como del azolve de canales.</p>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se reforestaron 25 ha de manglar mediante la técnica de chinampas y 5 ha de vegetación riparia.</li> <li>• Se desazolvaron y limpiaron manualmente 3 km de canales interiores para restablecer el flujo hídrico y mejorar la recuperación natural del humedal.</li> <li>• Se crearon empleos temporales. Se beneficiaron 40 personas con el pago de jornales y capacitación. Se beneficiaron indirectamente 200 personas.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se reforestaron 25 ha con 22,712 plantas de mangle rojo, negro y blanco, con una tasa de sobrevivencia del 80%.</li> <li>• Se reforestaron 5 ha con 3,343 plantas de 35 especies riparias con tasa de sobrevivencia del 80%.</li> <li>• Se beneficiaron directamente 60 personas por pago de jornales.</li> <li>• Se capacitó a 40 personas en técnicas de reforestación y desazolve.</li> <li>• Se benefició indirectamente a 100 pescadores indirectamente.</li> <li>• El proyecto capturó: 106.6 a 336.6 t/ha-1 de carbono (25 ha de manglar).</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: al formar parte del proyecto humedales, este proyecto busca ser un piloto en medidas de adaptación al cambio climático</li> <li>2. Cuenta con un enfoque sistémico: procura la preservación por los servicios ambientales que brinda directa e indirectamente el manglar en la zona, considerando aspectos del ecosistema y a la comunidad.</li> <li>3. Fortalece capacidades: además de la generación de empleos temporales, una parte importante del</li> </ol>

	<p>proyecto fue la capacitación en técnicas de reforestación.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Puede medirse: partiendo del diagnóstico, se pudo medir la cantidad de carbono capturado, además, se planeó el monitoreo de cambios en la biodiversidad y cobertura vegetal resultantes de las acciones de restauración.</li> <li>5. Fortalece la gobernanza: existió cooperación entre SEDEMA, PRONATURA y el resto de las instituciones, así como del propietario del ejido, mientras que para las acciones de restauración participaron personas de comunidades aledañas.</li> </ol>
<p>Imagen</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p><i>Figura 197. Acciones de restauración: a) desazolve del caño “el pájaro”; b) puente elevado en proceso de construcción</i></p>
<p>Fuentes:</p> <p>Caso, M.; P. Arendar Lerner y K. Santos del Prado.( 2016). Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático. INECC. Ciudad de México. Ficha Informativa.</p> <p>Trujillo-Santos, O; Ramírez-Soto, A; Sheseña-Hernández, I; Landa-Liberos, L; Villa-Espiritu, JC. (2013) Plan de manejo área privada de conservación “El pájaro” municipio de Alvarado, Veracruz. PRONATURA A.C. Recuperado de <a href="https://pronaturaveracruz.org/PDFs/apc/PLAN%20DE%20MANEJO%20APC%20EL%20P%20AJARO%20-%20Lobeira.pdf">https://pronaturaveracruz.org/PDFs/apc/PLAN%20DE%20MANEJO%20APC%20EL%20P%20AJARO%20-%20Lobeira.pdf</a></p> <p>Banco Mundial. (2016). Implementation Completion Report (ICR) Review, MX GEF Adaptation to Climate Change (P100438). Recuperado de <a href="http://documents1.worldbank.org/curated/en/119041498682205675/pdf/ICRR-Disclosable-P100438-06-28-2017-1498682196171.pdf">http://documents1.worldbank.org/curated/en/119041498682205675/pdf/ICRR-Disclosable-P100438-06-28-2017-1498682196171.pdf</a>.</p>	

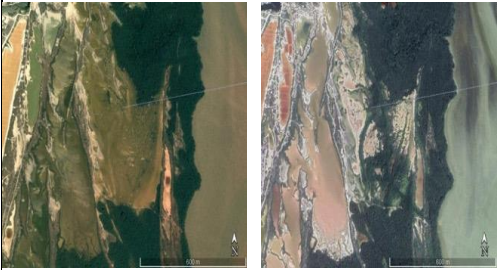
## Yucatán


### Restauración Académica

No. Ficha	32
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Rehabilitación de manglar en Celestún, Yucatán. <i>Iniciativa para la restauración y manejo de manglares en la zona costera de la Península de Yucatán, DUMAC</i>
Ubicación	 <p>Figura 198. Celestún, Yucatán</p>
Fecha (inicio-término)	Noviembre 2008- Julio 2012
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DUMAC</li> <li>• CONAFOR</li> <li>• CONABIO</li> <li>• CONANP</li> <li>• CINVESTAV-IPN Unidad Mérida.</li> </ul>
Meta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver la causa de esta degradación y pérdida de manglares, a través de diferentes actividades para restaurar la hidrología del sistema y promover la regeneración natural de los manglares.</li> <li>• Implementar un plan de rehabilitación de manglares con un enfoque comunitario participativo en áreas costeras cársticas utilizando zonas piloto a diferentes escalas espaciales.</li> </ul>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer centros de dispersión de plántulas en localidades con diferentes factores ecológicos que permitan un mejor establecimiento y crecimiento en las zonas a rehabilitar.</li> <li>• Evaluar las trayectorias de rehabilitación de manglares de zonas cársticas con base en una sucesión ecológica.</li> <li>• Promover actividades de divulgación, difusión y capacitación a diferentes niveles y promover la participación comunitaria en el desarrollo de programas</li> </ul>


	de rehabilitación y conservación de manglares a nivel local y regional de la Península de Yucatán.
Costo/ Fuente de financiamien to	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo total del proyecto \$1,478,227 MXN</li> <li>• CONABIO</li> </ul>
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El área de estudio se vio afectada por la construcción de carreteras. Eso limitó el flujo hídrico y provocó la hipersalinización del cuerpo de agua, a su vez, esto provocó la muerte del manglar.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó la caracterización ambiental de los sitios a restaurar.</li> <li>• Se realizó un levantamiento topográfico para determinar el trayecto de apertura de canales, se construyó un canal principal (1,200 m lineales con un ancho promedio de 3 m y 60 cm de profundidad), y canales secundarios (1000 m lineales de 1 m de ancho y 40 cm de profundidad).</li> <li>• Se realizó una reforestación con propágulos colectados de los sitios de referencia. Para determinar el efecto del canal se establecieron 3 transectos a diferentes distancias del canal.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se acondicionaron las áreas hipersalinas para realizar reforestación como centros de dispersión. La mortalidad de las plántulas fue del 100%. Se continuó con el monitoreo, al finalizar el proyecto, la salinidad intersticial era menor, indicando que las condiciones eran favorables para reforestar por ese método.</li> <li>• Se realizó monitoreo de la productividad de los sitios, esa información se ha utilizado en proyectos posteriores que a la fecha siguen en proceso.</li> <li>• Se construyeron más de 400 metros de canal principal al cual se le dio mantenimiento en dos ocasiones.</li> <li>• -Se construyeron 4 manantiales.</li> <li>• En las obras y acciones participaron 156 personas, tanto hombres como mujeres</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es viable: a pesar del poco éxito de la restauración durante este proyecto, la evaluación inicial de parámetros fisicoquímicos e hidrológicos, así como el monitoreo permitió mejorar los proyectos subsecuentes.</li> <li>2. Puede medirse: Se llevó a cabo la evaluación inicial de parámetros fisicoquímicos e hidrológicos del sitio y de dos zonas de referencia para comparación del progreso.</li> <li>3. Fortalece capacidades: capacitación técnica para las acciones de rehabilitación hidrológica, lo cual propició el trabajo vinculado entre comunidad e instituciones tanto</li> </ol>




	<p>educativas como de gobierno. Se consideró en las acciones de restauración a hombres y mujeres de la comunidad. Pago de los jornales y subsidios a los grupos la comunidad.</p> <p>4. Se sostiene en el tiempo: hasta la fecha, las acciones de restauración han permanecido en el área, con diversas formas de financiamiento, se ha sostenido la meta de regenerar los manglares.</p>
Imágenes	 <p><i>Figura 199. Vista aérea de Celestún. Izquierda) 2004; Derecha) 2019</i></p>
<p>Fuentes:</p> <p>Herrera-Silveira, J.A., Zaldivar-Jimenez, A., Teutli-Hernández, C., PérezCeballos, R., Caamal, J. y T. Andueza. (2012). Rehabilitación de manglares en el estado de Yucatán sometidos a diferentes condiciones hidrológicas y nivel de impacto: el caso de Celestún y Progreso. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Unidad Mérida. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto GH009. México, D.F.</p> <p>Herrera-Silveira, J.A., Zaldivar-Jimenez, A., Teutli-Hernández, C., PérezCeballos, R., Caamal, J. y T. Andueza. (2012). Rehabilitación de manglares en el estado de Yucatán sometidos a diferentes condiciones hidrológicas y nivel de impacto: el caso de Celestún y Progreso. En CONABIO. Recuperado de: <a href="http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=GH&amp;Numero=9">http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=GH&amp;Numero=9</a>.</p> <p>DUMAC. Iniciativa para la Restauración y Manejo de manglares en la zona costera de la Península de Yucatán. En DUMAC Ducks Unlimited de México. Recuperado de: <a href="https://dumac.org/en/2000/08/24/iniciativa-peninsula-de-yucatan/">https://dumac.org/en/2000/08/24/iniciativa-peninsula-de-yucatan/</a></p>	

No. Ficha	33
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Reforestación de manglar en la Ciénega de Chabihau en Yucatán. <i>North American Wetlands Conservation Act (NAWCA)</i>
Ubicación	 <p style="text-align: center;">Figura 200. Chabihau, Yucatán</p>
Fecha (inicio-término)	2004–2006
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CINVESTAV-IPN Unidad Mérida</li> <li>• Mujeres “Las flores de mangle” (Vivero Chabihau)</li> <li>• NAWCCA</li> <li>• PEMEX,</li> </ul>
Meta	Generar evidencia para mejorar el diseño de programas de reforestación.
Objetivos	Evaluar la sobrevivencia y crecimiento de plántulas de <i>R. mangle</i> y <i>A. germinans</i> a través de diferentes pruebas de reforestación realizadas en la ciénega de Chabihau.
Costo/ Fuente de financiamiento	NAWCCA
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En los humedales costeros de Yucatán las pérdida de vegetación de son de 1.3 km<sup>2</sup> /año, y se deben a la construcción de caminos, la construcción de Puertos de abrigo, el crecimiento de la población, la intrusión de agua marina a través de aperturas en la duna costera, la sedimentación de manantiales y los huracanes.</li> <li>• El huracán Gilberto (1988) e Isidoro (2002) ocasionaron la ruptura de la barra arenosa, conectando el mar con la laguna en el área oriental de la localidad de Chabihau, cambiando de un régimen estacional a uno dominado por la marea.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación de mujeres y hombres de la comunidad en educación ambiental.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desazolve de tres manantiales localizados en la ciénaga de Chabihau (Alfonsina, Victoria y El Cambio).</li> <li>• Se construyeron 17 camas triangulares de sedimento en los alrededores del manantial</li> <li>• Para permitir el flujo de agua del manantial El Cambio a la ciénaga, se excavaron 80 m de canales de 20 cm de profundidad y 40 cm de ancho, aproximadamente.</li> <li>• Construcción de un vivero de mangle con la participación comunitaria. Los propágulos fueron usados para para reforestar, 5,000 propágulos de mangle rojo y 5,000 de mangle negro.</li> <li>• Pruebas de reforestación de manglar en la ciénaga.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La salinidad máxima registrada fue de 70 ups en la ciénaga y la mínima de 1.1 ups en el manantial Alfonsina, en la ciénaga fue de 45.5 ups (EE=±0.50).</li> <li>• El total de producción de plantas en el vivero fue de 6,664 de ambas especies (<i>R. mangle</i> y <i>A. germinans</i>), siendo una densidad menor de la propuesta en el proyecto.</li> <li>• En el manantial Alfonsina el mangle rojo presentó una sobrevivencia del 16%.</li> <li>• En el manantial el Cambio el mangle negro presentó la mayor sobrevivencia (45.7%).</li> <li>• La sobrevivencia del mangle rojo en el manantial Victoria fue de 29.5%. En agosto 2006 se registró regeneración natural en la mayoría de los sitios.</li> <li>• Se capacitaron a hombres y mujeres de la comunidad con respecto a educación ambiental.</li> <li>• El vivero se construyó con la ayuda de las mujeres "Flor del mangle".</li> <li>• El monitoreo del éxito de siembra se continuó hasta el 2006 sin embargo, no se menciona la superficie de ecosistema de manglar recuperada por la intervención.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede medirse: a través de la evaluación y monitoreo de plántulas y variables fisicoquímicas, se puede conocer el estatus del proyecto, además de ser un estudio de mucho valor para los subsecuentes.</li> <li>• Fortalece capacidades: mediante la capacitación de mujeres y hombres de la comunidad en educación ambiental y en acciones de restauración.</li> <li>• Fortalece la gobernanza: se involucró al gobierno, instituciones educativas y a miembros de la comunidad. Participaron activamente en las</li> </ul>


	acciones de restauración mujeres del grupo “Flor de mangle”.
Imágenes	 <p data-bbox="521 596 902 653"><i>Figura 201. Construcción de 17 camas triangulares de sedimento</i></p>
Fuentes	Febles-Patrón, J.L, Novelo-López, J., y Batllori-Sampedro, E. (2009). Pruebas de reforestación de mangle en una ciénaga costera semiárida de Yucatán, México. <i>Madera y bosques</i> , 15(3), 65-86. Recuperado de 2021, de <a href="http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1405-04712009000300004&amp;lng=es&amp;tlng=es">http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1405-04712009000300004&amp;lng=es&amp;tlng=es</a> .

No. Ficha	34
Tipo de proyecto	Restauración Académica.
Título del proyecto	Rehabilitación del manglar de Dzilam de Bravo en Yucatán. <i>Restauración de manglar en la costa norte de Yucatán</i> NAWCA.
Ubicación	 <p>Figura 202. Dzilam de Bravo, Yucatán</p>
Fecha (inicio-término)	2017 – A la fecha
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRONATURA</li> <li>• NAWCA</li> <li>• SEDUMA</li> <li>• CONANP</li> <li>• API-P</li> <li>• CINVESTAV-IPN Unidad Mérida</li> </ul>
Meta	Recuperación de hábitats críticos de la costa norte de Yucatán tales como los manglares.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurar áreas de manglar que son utilizadas por aves acuáticas migratorias de importancia ecológica.</li> <li>• Fortalecer la conciencia sobre la importancia de las aves migratorias en los humedales y manglares.</li> <li>• Desarrollo del monitoreo para el éxito de restauración.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$3.500.000 MXN (Costo total del proyecto)</li> <li>• NAWCA</li> </ul>
Diagnóstico	La muerte del manglar fue consecuencia del paso del huracán Isidoro en 2002 que provocó la pérdida de cobertura de hasta un 75%.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó un levantamiento topográfico para determinar la apertura de canales.</li> <li>• Habilitación y rehabilitación de canales naturales.</li> </ul>


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reubicación de sedimentos y escombros.</li> <li>• Desazolve de pasos de agua y de manantiales.</li> <li>• Nivelación topográfica.</li> <li>• Reforestación y repoblamiento de mangle.</li> <li>• Se construyeron canales principales de 3 m de ancho y 0.7 m de profundidad, se desazolvaron canales secundarios con la finalidad de reintroducir agua a la zona de rehabilitación.</li> <li>• Monitoreo biológico de aves como indicadores ambientales.</li> <li>• Se realizaron campañas de manejo de residuos y capacitaciones sobre la importancia del manglar.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el año 2009 (antes de la apertura de los canales) la salinidad inicial fue de <math>79 \pm 13.5 \text{ g kg}^{-1}</math>, tras las primeras acciones de restauración la concentración disminuyó a <math>61 \pm 5.7 \text{ g kg}^{-1}</math>.</li> <li>• Durante los muestreos se observó mayor densidad de <i>L. racemosa</i> (<math>24 \pm 12 \text{ Ind m}^{-2}</math>) con respecto a <i>germinans</i> (<math>16 \pm 14.2 \text{ Ind m}^{-2}</math>).</li> <li>• Se organizaron grupos de trabajo para llevar a cabo las acciones de restauración y rehabilitación.</li> <li>• En 2018 se registraron un total de 82 especies de aves en las zonas previamente restauradas.</li> <li>• Se brindaron talleres y capacitación práctica a los miembros de la comunidad que participaron en las brigadas de trabajo.</li> <li>• Actualmente el CINVESTAV-Unidad Mérida da seguimiento a los indicadores para el éxito de restauración.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuenta con enfoque sistémico: considera hidrología, calidad de agua y biodiversidad (monitoreo de aves) además de los medios de vida aledaños.</li> <li>2. Puede medirse: se tiene una línea base de las condiciones iniciales del sitio que son monitoreadas a la actualidad y un sitio de referencia con el cual se hacen valoraciones del progreso.</li> <li>3. Fortalece capacidades: se fortalecieron los recursos humanos a nivel comunitario para realizar las acciones de restauración y monitoreo del sitio.</li> <li>4. Considera contexto social: considera los medios de vida asociados al manglar y la problemática asociada a la deforestación y degradación.</li> </ol>




Imágenes	 <p data-bbox="496 594 1248 632"><i>Figura 203. Rehabilitación: a) y b) manglar degradado por impacto de</i></p>
Fuentes :	<p data-bbox="237 663 1386 747">Gómez, E. y Campos, M. (2020). Conocer para proteger los Manglares. En Kambul (17). Pronatura Recuperado de <a href="https://597efddd-1ea1-46b2-a4df-d1fbedce3787.filesusr.com/ugd/da00ff_1a3743eef77a49d8821fcf837cb05a2f.pdf">https://597efddd-1ea1-46b2-a4df-d1fbedce3787.filesusr.com/ugd/da00ff_1a3743eef77a49d8821fcf837cb05a2f.pdf</a></p> <p data-bbox="237 751 1386 894">Herrera-Silveira, J.A., Ramírez-Ramírez J., Medina-Gómez, I., Pérez-Martínez, O. J. y Osorio, M.I. (2019). Monitoreo de la calidad del agua de ecosistemas costeros de Progreso y acciones de restauración y seguimiento de la recuperación del ecosistema manglar en Yucatán, 2019. Informe Final: Puerto de Altura de Progreso. CINVESTAV-API: CONTRATO: API-GAF-GOI-003-19. 55 pp.</p> <p data-bbox="237 898 1386 978">Pronatura Península de Yucatán. (2018). Restauración ecológica de manglares en el noreste de Yucatán. En Informe Anual 2018. Pronatura. Recuperado de <a href="https://issuu.com/pronaturapeninsuladeyucatan/docs/informe_anual_2018">https://issuu.com/pronaturapeninsuladeyucatan/docs/informe_anual_2018</a></p>

No. Ficha	35
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Restauración de la "Curva Yucalpetén", Yucatán.
Ubicación	 <p>Figura 204. Curva Yucalpetén, Progreso, Yucatán</p>
Fecha (inicio-término)	Noviembre 2008- Julio 2012
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DUMAC</li> <li>• CONAFOR</li> <li>• CONABIO</li> <li>• CONANP</li> <li>• CINVESTAV-IPN Unidad Mérida.</li> </ul>
Meta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver la causa de esta degradación y pérdida de manglares, a través de diferentes actividades para restaurar la hidrología del sistema y promover la regeneración natural de los manglares.</li> <li>• Implementar un plan de rehabilitación de manglares con un enfoque comunitario participativo en áreas costeras cársticas utilizando zonas piloto a diferentes escalas espaciales.</li> </ul>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer centros de dispersión de plántulas en localidades con diferentes factores ecológicos que permitan un mejor establecimiento y crecimiento en las zonas a rehabilitar.</li> <li>• Evaluar las trayectorias de rehabilitación de manglares de zonas cársticas con base en una sucesión ecológica.</li> <li>• Promover acciones y documentar la rehabilitación de manglares con un enfoque más experimental, de participación interinstitucional y comunitaria.</li> </ul>
Costo/ Fuente de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo total del proyecto \$1,478,227 MXN</li> <li>• CONABIO</li> </ul>


financiamiento	
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El área de estudio se vio afectada por la construcción de carreteras. Eso limitó el flujo hídrico y provocó la hipersalinización del cuerpo de agua, a su vez, esto provocó la muerte del manglar.</li> <li>• Se obstruyó el flujo hídrico por el depósito de sedimentos provenientes del dragado del puerto Yucalpetén.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizaron acciones de restauración hidrológica que consistieron en el desazolve del canal principal (longitud de 556 m, 3 m de ancho y 0.6 m de profundidad) y de siete canales secundarios (637 m de longitud, 1.20 m de ancho por 0.6 m de profundidad), sumando un total de 1,513 a 2,100 m de canales.</li> <li>• Se llevaron a cabo experimentos de regeneración inducida y centros de dispersión en 12 parcelas de 2 x 10 m en donde se colocó sedimento de manglar que se obtuvo de la excavación de los canales y se plantaron propágulos de <i>R. mangle</i>.</li> <li>• En 2011 después de que el área fuera impactada nuevamente por el depósito de sedimentos de dragado, se procedió a desazolvar el canal principal devolviendo el flujo hidrológico al ecosistema.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se acondicionaron las áreas hipersalinas para realizar reforestación como centros de dispersión. La mortalidad de las plántulas fue del 100%. Se continuó con el monitoreo, al finalizar el proyecto, la salinidad intersticial era menor, indicando que las condiciones eran favorables para reforestar por ese método.</li> <li>• Se realizó monitoreo de la productividad de los sitios, esa información se ha utilizado en proyectos posteriores que a la fecha siguen en proceso.</li> <li>• Se eliminaron los materiales que interrumpían los flujos hídricos.</li> <li>• Se construyeron 2 manantiales para introducir agua dulce y reducir la salinización de los sedimentos.</li> <li>• Se construyeron más de 200m canal principal y más de 200m de canales secundarios, a los cuales se le dio mantenimiento en dos ocasiones al canal principal y una a los secundarios.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es viable: a pesar del poco éxito de la restauración durante este proyecto, la evaluación inicial de parámetros fisicoquímicos e hidrológicos, así como el monitoreo permitió mejorar los proyectos subsecuentes.</li> </ol>


<p>adaptación al cambio climático (INECC, 2019)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Puede medirse: se llevó a cabo la evaluación inicial de parámetros fisicoquímicos e hidrológicos del sitio y de dos zonas de referencia para comparación del progreso.</li> <li>3. Fortalece capacidades: capacitación técnica para las acciones de rehabilitación hidrológica, lo cual propició el trabajo vinculado entre comunidad e instituciones tanto educativas como de gobierno. Promovió el involucramiento social en las acciones de restauración, teniendo como resultado la consolidación de un grupo de trabajo comunitario de Chelem, "restauradores de manglares" conformado en su mayoría por mujeres. Pago de los jornales y subsidios a los grupos la comunidad.</li> <li>4. Se sostiene en el tiempo: hasta la fecha, las acciones de restauración han permanecido en el área, con diversas formas de financiamiento, se ha sostenido la meta de regenerar los manglares.</li> </ol>
<p>Imágenes</p>	 <p><i>Figura 205. Construcción de canales: primarios y secundarios durante y después de su construcción</i></p>
<p>Fuentes :</p> <p>Herrera-Silveira, J.A., Zaldivar-Jimenez, A., Teutli-Hernández, C., PérezCeballos, R., Caamal, J. y T. Andueza. (2012). Rehabilitación de manglares en el estado de Yucatán sometidos a diferentes condiciones hidrológicas y nivel de impacto: el caso de Celestún y Progreso. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Unidad Mérida. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto GH009. México, D.F.</p> <p>Herrera-Silveira, J.A., Zaldivar-Jimenez, A., Teutli-Hernández, C., PérezCeballos, R., Caamal, J. y T. Andueza. (2012). Rehabilitación de manglares en el estado de Yucatán sometidos a diferentes condiciones hidrológicas y nivel de impacto: el caso de Celestún y Progreso. En CONABIO. Recuperado de: <a href="http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=GH&amp;Numero=9">http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=GH&amp;Numero=9</a>.</p> <p>DUMAC. Iniciativa para la Restauración y Manejo de manglares en la zona costera de la Península de Yucatán. En DUMAC Ducks Unlimited de México. Recuperado de: <a href="https://dumac.org/en/2000/08/24/iniciativa-peninsula-de-yucatan/">https://dumac.org/en/2000/08/24/iniciativa-peninsula-de-yucatan/</a></p>	

No. Ficha	36
Tipo de proyecto	Restauración Académica.
Título del proyecto	Rehabilitación del manglar de la Ciénega de Progreso, Yucatán. <i>Restauración de manglar en la costa norte de Yucatán NAWCA.</i>
Ubicación Progreso, Yucatán	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 206. Ciénega del Progreso</i></p>
Fecha (inicio-término)	2017 – A la fecha
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRONATURA</li> <li>• NAWCA</li> <li>• SEDUMA</li> <li>• CONANP</li> <li>• API-P</li> <li>• CINVESTAV-IPN Unidad Mérida</li> </ul>
Meta	Recuperar los hábitats críticos de la costa norte de Yucatán tales como los manglares.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurar áreas de manglar que son utilizadas por aves acuáticas migratorias de importancia ecológica.</li> <li>• Fortalecer la conciencia sobre la importancia de las aves migratorias en los humedales y manglares.</li> <li>• Desarrollo del monitoreo para el éxito de restauración.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$3.500.000 MXN(Costo total del proyecto)</li> <li>• NAWCA</li> </ul>
Diagnóstico	La construcción de carreteras costeras y el dragado de canales han impactado las áreas de manglar.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó una caracterización para determinar donde se efectuaría la apertura de canales.</li> <li>• Se construyeron canales principales de 3 m de ancho y 0.7 m de profundidad y se desazolvaron canales</li> </ul>

	<p>secundarios con la finalidad de reintroducir agua a la zona de rehabilitación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se establecieron centros de dispersión (tarquinas), estas se crearon mediante la acumulación de sedimento obtenido del desazolve de canales y pasos de agua, se contuvieron con malla geotextil. Las tarquinas grandes tenían una dimensión de 8 m de diámetro y las pequeñas de 1 m.</li> <li>• Habilidad y rehabilitación de canales naturales.</li> <li>• Reubicación de sedimentos y escombros.</li> <li>• Desazolve de pasos de agua y de manantiales.</li> <li>• Nivelación topográfica.</li> <li>• Reforestación y repoblamiento de mangle.</li> <li>• Monitoreo biológico de aves como indicadores ambientales.</li> <li>• Se realizaron campañas de manejo de residuos y capacitaciones sobre la importancia del manglar.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En 2009 (antes de la apertura de los canales) la salinidad inicial fue de <math>85.0 \pm 6.9 \text{ g kg}^{-1}</math>, para el 2011 la salinidad disminuyó drásticamente (<math>39 \pm 3.9 \text{ g kg}^{-1}</math>).</li> <li>• Después de 2 temporadas de monitoreo se observó el establecimiento de plántulas de <i>R. mangle</i>, y en menor densidad de <i>A. germinans</i>.</li> <li>• El monitoreo de aves registró un total de 63 especies en las zonas restauradas.</li> <li>• Se organizaron grupos de trabajo para llevar a cabo las acciones de restauración y rehabilitación.</li> <li>• Se brindaron talleres y capacitación práctica a los miembros de la comunidad que participaron en las brigadas de trabajo</li> <li>• Actualmente el CINVESTAV-Unidad Mérida da seguimiento a los indicadores para el éxito de restauración.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuenta con enfoque sistémico: considera hidrología, calidad de agua y biodiversidad (monitoreo de aves) además de los medios de vida aledaños.</li> <li>2. Puede medirse: se tiene una línea base de las condiciones iniciales del sitio que son monitoreadas a la actualidad y un sitio de referencia con el cual se hacen valoraciones del progreso.</li> <li>3. Fortalece capacidades: se fortalecieron los recursos humanos a nivel comunitario para realizar las acciones de restauración y monitoreo del sitio.</li> <li>4. Considera contexto social: considera los medios de vida asociados al manglar y la problemática asociada a la deforestación y degradación. Además, Se basó</li> </ol>




	en las condiciones socioeconómicas y características ambientales de la zona.
Imágenes	 <p data-bbox="527 716 1328 800"><i>Figura 207. Rehabilitación: a) y b) Manglar degradado; c) apertura y desazolve de canales; d) construcción de centro de dispersión; e) vista aérea de los centros de dispersión; f) siembra de mangle rojo en los centros de dispersión.</i></p>
Fuentes	<p data-bbox="506 810 1395 926">: Gómez, E. y Campos, M. (2020). Conocer para proteger los Manglares. En Kambul (17). Pronatura Recuperado de <a href="https://597efddd-1ea1-46b2-a4df-d1fbedce3787.filesusr.com/ugd/da00ff_1a3743eef77a49d8821fcf837cb05a2f.pdf">https://597efddd-1ea1-46b2-a4df-d1fbedce3787.filesusr.com/ugd/da00ff_1a3743eef77a49d8821fcf837cb05a2f.pdf</a></p> <p data-bbox="506 926 1395 1073">Herrera-Silveira, J.A., Ramírez-Ramírez J., Medina-Gómez, I., Pérez-Martínez, O. J. y Osorio, M.I. (2019). Monitoreo de la calidad del agua de ecosistemas costeros de Progreso y acciones de restauración y seguimiento de la recuperación del ecosistema manglar en Yucatán, 2019. Informe Final: Puerto de Altura de Progreso. CINVESTAV-API: CONTRATO: API-GAF-GOI-003-19. 55 pp.</p> <p data-bbox="506 1073 1395 1159">Pronatura Península de Yucatán. (2018). Restauración ecológica de manglares en el noreste de Yucatán. En Informe Anual 2018. Pronatura. Recuperado de <a href="https://issuu.com/pronaturapeninsuladeyucatan/docs/informe_anual_2018">https://issuu.com/pronaturapeninsuladeyucatan/docs/informe_anual_2018</a></p>

No. Ficha	37
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Restauración ecológica de manglares de Río Lagartos, Yucatán. <i>Restauración de manglar en la costa norte de Yucatán NAWCA.</i>
Ubicación	 <p>Figura 208. Río Lagartos, Tizimín, Yucatán.</p>
Fecha (inicio-término)	2017 – A la fecha
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRONATURA</li> <li>• NAWCA</li> <li>• SEDUMA</li> <li>• CONANP</li> <li>• API-P</li> <li>• CINVESTAV-IPN Unidad Mérida</li> </ul>
Meta	Recuperar los hábitats críticos de la costa norte de Yucatán tales como los manglares
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurar áreas de manglar que son utilizadas por aves acuáticas migratorias de importancia ecológica.</li> <li>• Fortalecer la conciencia sobre la importancia de las aves migratorias en los humedales y manglares.</li> <li>• Desarrollo del monitoreo para el éxito de restauración.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$3.500.000 MXN (Costo total del proyecto)</li> <li>• NAWCA</li> </ul>
Diagnóstico	Estos manglares han sido impactados por el paso del huracán Isidoro en 2002, y la construcción de la carretera que interrumpió el flujo de agua.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desde el año 2012 se han implementado acciones de restauración tales como la apertura y rehabilitación de canales.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilitación y rehabilitación de canales naturales.</li> <li>• Reubicación de sedimentos y escombros.</li> <li>• Desazolve de pasos de agua y de manantiales.</li> <li>• Nivelación topográfica.</li> <li>• Reforestación y repoblamiento de mangle.</li> <li>• Monitoreo biológico de aves como indicadores ambientales.</li> <li>• Se realizaron campañas de manejo de residuos y capacitaciones sobre la importancia del manglar.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La salinidad intersticial inicial fue de <math>70 \pm 10.8 \text{ g kg}^{-1}</math>, y tras las acciones de restauración disminuyó a <math>68.0 \pm 3.99 \text{ g kg}^{-1}</math>. En el 2019 presentó un valor promedio de salinidad de <math>30 \pm 0.2 \text{ g kg}^{-1}</math>.</li> <li>• Se formó un grupo de 20 personas que recibieron capacitación previa para ejecutar distintas acciones en los sitios en rehabilitación.</li> <li>• Se realizaron talleres participativos en los cuales se sensibilizaron a jóvenes y adultos sobre la importancia del manglar.</li> <li>• Se capacitó a grupos sobre la continuidad en acciones de monitoreo comunitario, adicionalmente se reforzaron los conocimientos que tenían las personas sobre las aves.</li> <li>• El monitoreo de aves registró 63 especies de aves en las zonas restauradas.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuenta con enfoque sistémico: considera hidrología, calidad de agua y biodiversidad (monitoreo de aves) además de los medios de vida aledaños.</li> <li>2. Puede medirse: se tiene una línea base de las condiciones iniciales del sitio que son monitoreadas a la actualidad y un sitio de referencia con el cual se hacen valoraciones del progreso.</li> <li>3. Fortalece capacidades: se fortalecieron los recursos humanos a nivel comunitario para realizar las acciones de restauración y monitoreo del sitio.</li> <li>4. Considera contexto social: considera los medios de vida asociados al manglar y la problemática asociada a la deforestación y degradación.</li> </ol>

Imágenes	
<p><i>Figura 209. a) Zonas degradadas por huracanes; b) apertura de canales y; c) sitio</i></p>	
<p>Fuentes :</p> <p>Gómez, E. y Campos, M. (2020). Conocer para proteger los Manglares. En Kambul (17). Pronatura Recuperado de <a href="https://597efddd-1ea1-46b2-a4df-d1fbedce3787.filesusr.com/ugd/da00ff_1a3743eef77a49d8821fcf837cb05a2f.pdf">https://597efddd-1ea1-46b2-a4df-d1fbedce3787.filesusr.com/ugd/da00ff_1a3743eef77a49d8821fcf837cb05a2f.pdf</a></p> <p>Herrera-Silveira, J.A., Ramírez-Ramírez J., Medina-Gómez, I., Pérez-Martínez, O. J. y Osorio, M.I. (2019). Monitoreo de la calidad del agua de ecosistemas costeros de Progreso y acciones de restauración y seguimiento de la recuperación del ecosistema manglar en Yucatán, 2019. Informe Final: Puerto de Altura de Progreso. CINVESTAV-API: CONTRATO: API-GAF-GOI-003-19. 55 pp.</p> <p>Pronatura Península de Yucatán. (2018). Restauración ecológica de manglares en el noreste de Yucatán. En Informe Anual 2018. Pronatura. Recuperado de <a href="https://issuu.com/pronaturapeninsuladeyucatan/docs/informe_anual_2018">https://issuu.com/pronaturapeninsuladeyucatan/docs/informe_anual_2018</a></p>	

No. Ficha	38
Tipo de proyecto	Restauración Académica
Título del proyecto	Restauración ecológica de manglares de Sisal, Yucatán. <i>Restauración de manglar en la costa norte de Yucatán NAWCA.</i>
Ubicación	 <p>Figura 210. Sisal, Hunucmá, Yucatán.</p>
Fecha (inicio-término)	2017 – A la fecha
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRONATURA</li> <li>• NAWCA</li> <li>• SEDUMA</li> <li>• CONANP</li> <li>• API-P</li> <li>• CINVESTAV-IPN Unidad Mérida</li> </ul>
Meta	Recuperar los hábitats críticos de la costa norte de Yucatán tales como los manglares.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurar áreas de manglar que son utilizadas por aves acuáticas migratorias de importancia ecológica.</li> <li>• Fortalecer la conciencia sobre la importancia de las aves migratorias en los humedales y manglares.</li> <li>• Desarrollo del monitoreo para el éxito de restauración.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• \$3.500.000 MXN (Costo total del proyecto)</li> <li>• NAWCA</li> </ul>
Diagnóstico	La construcción de caminos y la conexión del puerto de abrigo con la Ciénega fueron las principales causas de muerte del manglar.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se elaboraron e instalaron 20 centros de dispersión de 1 m<sup>2</sup> donde se sembraron semillas y propágulos según la especie.</li> <li>• Habilitación y rehabilitación de canales naturales</li> <li>• Reubicación de sedimentos y escombros</li> </ul>


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desazolve de pasos de agua y de manantiales</li> <li>• Nivelación topográfica</li> <li>• Reforestación y repoblamiento de mangle.</li> <li>• Monitoreo biológico de aves como indicadores ambientales.</li> <li>• Se realizaron campañas de manejo de residuos y capacitaciones sobre la importancia del manglar.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el 2009 (antes de la apertura de los canales) la salinidad inicial de Sisal fue de <math>73 \pm 12.3</math> g kg<sup>-1</sup>, a partir del 2010 las concentraciones disminuyeron.</li> <li>• Se registró una disminución en el potencial redox desde el 2016 (<math>-71 \pm 4</math> mV), indicando que los suelos han presentado condiciones cada vez más reducidas, obteniendo una media de <math>-300 \pm 20</math> mV en el 2019.</li> <li>• Se observó el establecimiento de plántulas de la especie <i>Avicennia germinans</i> mientras que las plántulas de <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Rhizophora mangle</i> presentaron disminución en las densidades para el último muestreo.</li> <li>• El monitoreo de aves registró 76 especies y 12, 844 individuos de aves en las zonas restauradas.</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuenta con enfoque sistémico: considera hidrología, calidad de agua y biodiversidad (monitoreo de aves) además de los medios de vida aledaños.</li> <li>2. Puede medirse: se tiene una línea base de las condiciones iniciales del sitio que son monitoreadas a la actualidad y un sitio de referencia con el cual se hacen valoraciones del progreso.</li> <li>3. Fortalece capacidades: se fortalecieron los recursos humanos a nivel comunitario para realizar las acciones de restauración y monitoreo del sitio.</li> <li>4. Considera contexto social: considera los medios de vida asociados al manglar y la problemática asociada a la deforestación y degradación.</li> </ol>
Imágenes	

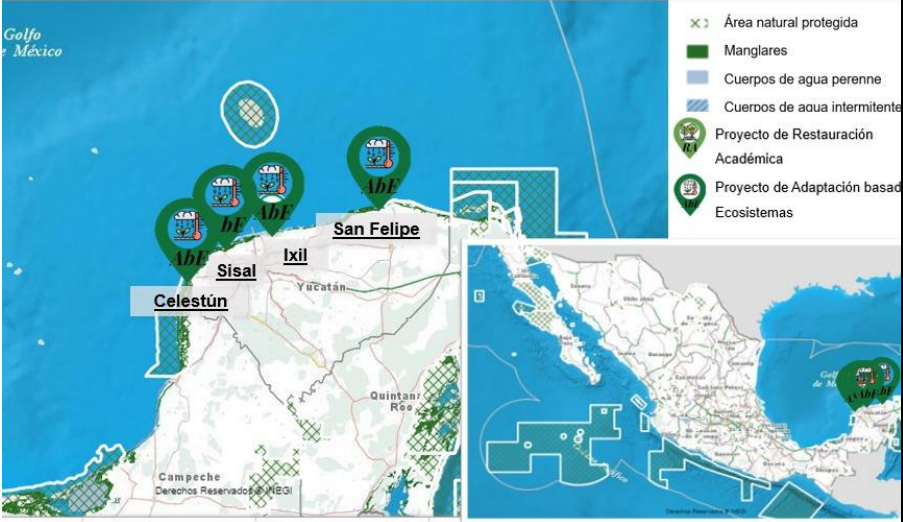
Figura 211 Vista aérea de Sisal, Yucatán en: a) 2009; b) 2019.



## Fuentes :

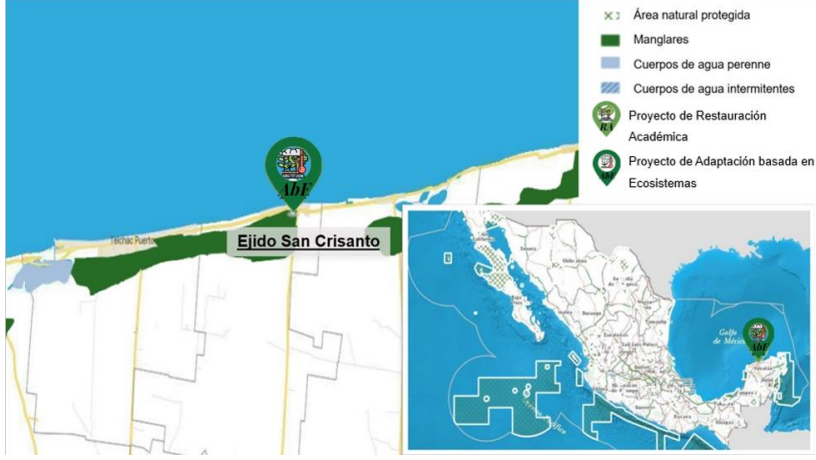
- Gómez, E. y Campos, M. (2020). Conocer para proteger los Manglares. En Kambul (17). Pronatura Recuperado de [https://597efddd-1ea1-46b2-a4df-d1fbedce3787.filesusr.com/ugd/da00ff\\_1a3743eef77a49d8821fcf837cb05a2f.pdf](https://597efddd-1ea1-46b2-a4df-d1fbedce3787.filesusr.com/ugd/da00ff_1a3743eef77a49d8821fcf837cb05a2f.pdf)
- Herrera-Silveira, J.A., Ramírez-Ramírez J., Medina-Gómez, I., Pérez-Martínez, O. J. y Osorio, M.I. (2019). Monitoreo de la calidad del agua de ecosistemas costeros de Progreso y acciones de restauración y seguimiento de la recuperación del ecosistema manglar en Yucatán, 2019. Informe Final: Puerto de Altura de Progreso. CINVESTAV-API: CONTRATO: API-GAF-GOI-003-19. 55 pp.
- Pronatura Península de Yucatán. (2018). Restauración ecológica de manglares en el noreste de Yucatán. En Informe Anual 2018. Pronatura. Recuperado de [https://issuu.com/pronaturapeninsuladeyucatan/docs/informe\\_anual\\_2018](https://issuu.com/pronaturapeninsuladeyucatan/docs/informe_anual_2018)

**AbE**

No. Ficha	39
Tipo de proyecto	AbE
Título del proyecto	Vulnerabilidad y adaptación en Yucatán, un acercamiento desde lo local y con enfoque de género
Ubicación	 <p><i>Figura 212. Celestún, Sisal y San Felipe, Yucatán</i></p>
Fecha (inicio-termino)	2011-2014
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)</li> <li>• Universidad Autónoma de Yucatán (UADY).</li> </ul>
Meta	Enriquecer el debate sobre las relaciones de género y el cambio climático mediante el análisis de un estudio de caso de vulnerabilidad frente a huracanes y estrategias de adaptación.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosticar los factores sociales, económicos, ambientales, organizacionales y de género que determinan la construcción de la vulnerabilidad social frente a huracanes.</li> <li>• Diseñar una estrategia que difunda los riesgos de desastres entre pobladores locales, a fin de reducir la acción de factores detonadores de desastres.</li> <li>• Elaborar propuestas locales de adaptación.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	Fondo SEP-CONACyT Ciencias Básicas
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La costa de Yucatán ha tenido un crecimiento demográfico acelerado en los últimos años.</li> <li>• El crecimiento en esta región está asociado a la migración de pobladores, que originalmente se dedicaban a la actividad henequera, y que optaron por la pesquería.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las poblaciones seleccionadas en este estudio concentraron la mayor cantidad de población respecto a otras localidades.</li> <li>• Estas localidades no cuentan con una planeación, por lo que en todas ellas, se encontraron asentamientos irregulares ubicados en zonas de manglares o Ciénegas, lo cual representa un alto grado de vulnerabilidad.</li> <li>• La proporción de hombres es mayor en casi todos los casos, únicamente en una localidad (Hunucmá) se encontró un mayor número de mujeres.</li> <li>• La población económicamente activa se concentra en los hombres, quienes son los encargados de proveer de recursos económicos a los hogares.</li> <li>• Las viviendas en estas localidades, cuentan con servicios de electricidad, sin embargo al realizarse este estudio, se encontró que el servicio con menor distribución era el drenaje, lo cual se asoció a contaminación de suelos y mantos freáticos.</li> <li>• El analfabetismo en las localidades estudiadas arrojó que en dos de ellas, los hombres presentaron un mayor porcentaje de analfabetismo, mientras que en las otras dos localidades, existía una mayor proporción de mujeres analfabetas.</li> </ul>
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aplicaron encuestas.</li> <li>• Se realizaron talleres</li> <li>• Organizar los procesos productivos a partir de la conservación de la Ciénega y el manglar.</li> <li>• Difusión y publicidad de la estrategia comunitaria de recuperación del hábitat para los procesos ecoturísticos locales, elaboración de documentos de proceso productivo, conservación, turismo social y cultural.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se entrevistaron 35 actores clave.</li> <li>• Se realizaron 205 encuestas a hombres y 194 encuestas a mujeres.</li> <li>• Se realizaron cuatro talleres, uno por localidad con un alcance de 35 hombres y 60 mujeres.</li> <li>• El índice de vulnerabilidad de capital social arrojó que las mujeres de estas localidades tienen niveles de vulnerabilidad mayores respecto a los hombres.</li> <li>• En todas las comunidades se percibieron a los huracanes, nortes y cambios en el régimen de lluvias como las principales amenazas. En Ixil, la comunidad se percibe vulnerable a las variaciones climáticas. En San Felipe y Sisal también se refirió a la erosión costera</li> </ul>


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de plan de acción comunitario frente al cambio climático para cada localidad.</li> <li>• Participación de grupo de Mujeres "Estrellas de mar" en Sisal y Grupos de mujeres en Celestún, en Ixil el grupo de mujeres "U´kool Ko´olelo´ob"</li> </ul>
Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: el objetivo principal del proyecto es evaluar la vulnerabilidad frente al cambio climático de las localidades</li> <li>2. Fortalece capacidades: propició la conformación de dos grupos de trabajo comunitario conformado y liderado por mujeres para la región. Fortaleció la capacidad organizativa y de lineamientos para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático.</li> <li>3. Considera el contexto social: se basó en los procesos productivos de la comunidad y su relación con los manglares.</li> <li>4. Fortalece la gobernanza: involucró a la población con enfoque transversal de género que impulsó la participación de la población de mujeres.</li> </ol>
Imágenes	 <p data-bbox="521 1318 1321 1398"><i>Figura 213. a) Implementación de la campaña "Participación en experiencias personales con los huracanes"; b) exposición itinerante sobre cómo enfrentar los huracanes en una comunidad.</i></p>
<p>Fuentes:</p> <p>Soares, D. Munguía, M.T., Millán-Malo, G., Villareal, J. Salazar, H. Méndez, G. (2014). Vulnerabilidad y adaptación en Yucatán: un acercamiento desde lo local y con enfoque de equidad de género. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Recuperado de <a href="https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros/vulnerabilidad-y-adaptacion-en-Yucatan.pdf">https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros/vulnerabilidad-y-adaptacion-en-Yucatan.pdf</a></p> <p>Millán-Malo, G., Soares, D., Romero, R. (2014). Vulnerabilidad social y de género frente huracanes. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Recuperado de <a href="http://atl.org.mx/images/stories/proyectos/vulnerabilidad_social_y_de_genero_frente_huracanes.pdf">http://atl.org.mx/images/stories/proyectos/vulnerabilidad_social_y_de_genero_frente_huracanes.pdf</a></p>	

No. Ficha	40
Tipo de proyecto	AbE.
Título del proyecto	San Crisanto: un proyecto de desarrollo sustentable en Yucatán. NAWCA
Ubicación	 <p>Figura 214. Ejido San Crisanto, Sinanché, Yucatán.</p>
Fecha (inicio-término)	2001 a la fecha
Instituciones participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundación San Crisanto</li> <li>• CINVESTAV</li> <li>• CICY</li> <li>• Universidad del Atlántico</li> <li>• NAWCA</li> <li>• SEMARNAT</li> <li>• CONAFOR</li> </ul>
Meta	Restauración y Conservar la biodiversidad.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover el desarrollo social en San Crisanto y comunidades aledañas.</li> <li>• Involucrar a los jóvenes en actividades de conservación.</li> <li>• Promover el uso sustentable de recursos naturales.</li> <li>• Generar empleo a través del manejo sustentable de los recursos. Promover servicios de ecoturismo de bajo impacto.</li> <li>• Hacer funcionar una escuela vocacional.</li> </ul>
Costo/ Fuente de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desde 2005 a 2012, la Fundación San Crisanto ha invertido \$100,000 USD en educación ambiental y talleres sobre conservación de biodiversidad, cuidado ambiental, manejo municipal de residuos sólidos, equidad de género y desarrollo comunitario.</li> <li>• En 2009 inició con la CONAFOR la prestación de servicios ambientales bajo los rubros de Captura de</li> </ul>

	Carbono, Protección de la Biodiversidad y Mantenimiento del Manglar. El presupuesto asignado fue de \$1,299,064.5 MXN por 638.23 ha
Diagnóstico	Grave deterioro por la actividad humana y contingencias ambientales, entre ellas dos huracanes: Ópalo y Roxana en 1995, que provocaron inundaciones debido a la falta de sistemas de drenaje.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La comunidad construyó un sistema de drenaje en la carretera junto al manglar para drenar el agua hacia el mar. Debido al éxito obtenido por esa acción, se creó un programa de desarrollo sustentable para la restauración de mangle y la recuperación de la biodiversidad local.</li> <li>• La Fundación San Crisanto fue establecida formalmente en 2001 para apoyar actividades de conservación iniciadas por el ejido, entre ellas la rehabilitación de 11,300 m de canales mediante su limpieza y desazolve.</li> <li>• La Fundación realiza anualmente evaluaciones del manglar y de los cambios de las poblaciones de peces para rastrear los impactos de su trabajo de conservación.</li> <li>• El monitoreo se realiza en un área de manglar elegida al azar y se divide en transectos, en cada transecto de dos metros se cuentan el número de plantas, identificando especies y midiendo el diámetro de los troncos de mangle, altura y cubierta basal. Las evaluaciones son realizadas por personal capacitado en el monitoreo ambiental, así como por asociados de universidades locales.</li> <li>• Todo el personal recibe capacitación sobre la realización de evaluaciones ambientales; los participantes asisten a cuatro cursos sobre diferentes aspectos de las actividades de medición y se promueven las visitas a comunidades vecinas y sitios donde se han aplicado con éxito técnicas de monitoreo y evaluación.</li> <li>• Toda la información obtenida de las evaluaciones del manglar se registra para el análisis estadístico y la verificación del progreso e impactos.</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauración y educación ambiental dentro del ejido.</li> <li>• La organización ha mejorado la prestación de servicios y ha generado empleos; por ejemplo: los servicios de paseo han incrementado, en el 2001 se</li> </ul>



	<p>hacían alrededor de 75 paseos, para el 2012 se llevaron a cabo alrededor de 10 mil visitas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las acciones de restauración han tenido un efecto positivo en las 167 especies de aves residentes, migratorias y endémicas en San Crisanto, un ejemplo es la reaparición de los flamencos rosas, que no habían estado presentes en los humedales durante casi 50 años.</li> <li>• Talleres sobre conservación de biodiversidad, cuidado ambiental, manejo municipal de residuos sólidos, equidad de género y desarrollo comunitario. Los talleres se realizan estratégicamente en escuelas para incluir a los miembros jóvenes de la comunidad.</li> <li>• Hasta la fecha se han logrado restaurar 60% del mangle perdido durante el huracán del año 2002.</li> <li>• A partir de la puesta en marcha de las actividades de la Fundación San Crisanto, se han beneficiado un total de 150 familias y 570 residentes. Asimismo, se han impactado 850 ha de manglar y 167 especies de aves.</li> <li>• Por llevar a cabo la tarea de reducir la pobreza a través de la preservación de la biodiversidad, el Ejido de San Crisanto recibió el Premio Ecuatorial 2010 por parte del PNUD.</li> </ul>
<p>Relación con los criterios para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación al cambio climático (INECC, 2019)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atiende a condiciones climáticas: Entre los objetivos de la restauración se encuentra disminuir los impactos generados por huracanes.</li> <li>1. Cuenta con un enfoque sistémico: se llevaron a cabo acciones de restauración en conjunto con la comunidad y el ecosistema.</li> <li>2. Es viable: se realizan anualmente evaluaciones del manglar y de los cambios de las poblaciones de peces para rastrear los impactos de su trabajo de conservación.</li> <li>3. Fortalece capacidades: se realizaron talleres referentes a la conservación de la biodiversidad, cuidado ambiental, manejo municipal de residuos sólidos; se brindó capacitación en cuanto a la realización de evaluaciones ambientales.</li> <li>4. Considera el contexto social: la fundación fue creada por el ejido, considera en todo momento la situación de la comunidad, tanto social como ambiental</li> <li>5. Fortalece la gobernanza: trabajo interdependiente entre fundación y ejido, universidades e instituciones de gobierno. Además, la participación dentro de las actividades es de hombres y mujeres, incluyendo las diferentes edades.</li> </ol>

	<p>6. Se sostiene en el tiempo: el establecimiento de la fundación se dio de manera independiente a las instituciones que han colaborado con el ejido, por lo que ha sido posible que las metas permanezcan. Adicionalmente, se estableció el Plan 929 con duración de 20 años para orientar las actividades de desarrollo local en la comunidad.</p> <p>7. Propicia co-beneficios sociales: dentro de los alcances del proyecto, se ha disminuido la pobreza mediante la generación de empleos ligados al ecoturismo, aunado a ello una mejora en la calidad de vida al tener en la biodiversidad y abundancia de peces y aves.</p>
Imágenes	
<p>Fuentes :</p> <p>Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2012). San Crisanto Foundation, Mexico. Serie de estudios de caso de la Iniciativa Ecuatorial. Nueva York, NY.</p> <p>CONAFOR. (2009). Modificación a la publicación de resultados en la asignación de apoyos del comité técnico nacional de servicios ambientales. Recuperado de: <a href="http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/6/771Modificaciones.pdf">http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/6/771Modificaciones.pdf</a>.</p> <p>Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2010). Fundación San Crisanto (San Crisanto Foundation). En Equator Initiative. Recuperado de: <a href="https://www.equatorinitiative.org/2017/05/28/fundacion-san-crisanto-san-crisanto-foundation/">https://www.equatorinitiative.org/2017/05/28/fundacion-san-crisanto-san-crisanto-foundation/</a></p>	

## Anexo 2.2 Proyectos de restauración llevadas a cabo en el período de 2005 a 2020 en los estados del Golfo de México

Número ficha documento (interno)	Proyecto	Clasificación	Estado	Sitios	Acciones realizadas (actividades)	Principales resultados / lecciones aprendidas	Criterios INECC		
							Climático	Gobernanza y	Reducción de la vulnerabilidad (sí / no) - ¿Por qué?
1	Estrategias de restauración en Isla de Carmen	Restauración académica	Campeche	Isla del Carmen	Rehabilitación hidrológica (apertura de canales); reforestación	Establecimiento de un vivero y reforestar con plántulas de <i>Avicennia germinans</i> y rehabilitación hidrológica, mejora en los parámetros fisicoquímicos del sitio especialmente de nitritos, amonio y redox.	x		Sí, se redujo la vulnerabilidad con la reforestación y hubo una mejora en los parámetros del sitio. El establecimiento del vivero también diversifica los medios de vida de las comunidades.

2	Restauración de los humedales del tramo carretero el Remate-Isla Arena	Restauración académica	Campeche	Isla Arena	Rehabilitación hidrológica (apertura y desazolve de canales). Monitoreo de indicadores del éxito de restauración.	El manglar de <i>Rhizophora mangle</i> y <i>Avicennia germinans</i> son las que están colonizando las áreas de rehabilitación, debido a que la sobrevivencia de plántulas y juveniles fue del 100% en este periodo de estudio.	x	x	Sí, el éxito de la reforestación fue alto, se reportó una sobrevivencia del 100% de las plántulas y juveniles. Esto incrementa la resiliencia ecosistémica, reduciendo la vulnerabilidad en gran medida.
3	Restauración ecológica de manglar en Isla Jaina, Campeche	Restauración académica	Campeche	Isla Jaina	Rehabilitación hidrológica (apertura y desazolve de canales); construcción de plataformas para reforestación; propuesta para fortalecer economía local	La apertura de canal indujo cambios en la química intersticial del agua, principalmente en la concentración de salinidad debido a la conexión con el mar. La restauración hidrológica permitió el establecimiento por regeneración natural de más de 12 millones de plántulas de mangle negro ( <i>Avicennia germinans</i> ) a lo largo del área, con una supervivencia del 90%.		x	Sí, la restauración del manglar permitió la regeneración natural de más de 12 millones de plántulas de mangle negro a lo largo del área, con una supervivencia del 90% parcialmente. Sin embargo, es necesario monitorear el área puesto que se desconoce el porcentaje de éxito en la restauración.
4	Programa de restauración en el estero del Pargo	Restauración académica	Campeche	Estero Pargo	Rehabilitación hidrológica (construcción de canales artificiales) y reforestación	Se logró regeneración natural y alta sobrevivencia de propágulos de <i>Avicennia germinans</i>		x	Sí, redujo la vulnerabilidad con reforestación, rehabilitación hidrológica y con la apertura de nuevos canales. En los resultados se reporta que la sobrevivencia de los propágulos fue

									alta y en consecuencia, la reforestación exitosa, esto incrementa la resiliencia del ecosistema
12	Evaluación de daños y restauración del ecosistema de manglar en Coloradas, Tabasco	Restauración académica	Tabasco	Coloradas	Construcción y desazolve de desagües y reforestación del sitio	Los porcentajes de sobrevivencia en la reforestación de manglar fueron menores a 85%		x	Si, se logró la supervivencia de diferentes especies, favoreciendo la recuperación del ecosistema y reduciendo su vulnerabilidad ante el cambio climático.
13	Recuperación de manglar en un área impactado por hidrocarburos	Restauración académica	Tabasco	Sánchez Magallanes y Huimanguillo	Reforestación	Más resistencia del manglar rojo a las condiciones extremas del sitio. En los sitios con costras aceitosas se recomienda la aplicación de material orgánico para evitar la elevación de la temperatura que es lo que propició la baja sobrevivencia del manglar			Si, sin embargo, la reducción de la vulnerabilidad no fue muy alta ya que solamente se observó un proceso de recuperación parcial en el sitio, con una baja supervivencia de las plántulas de mangle.

19	Rescate ecológico del estuario del Arroyo Garrapatas	Restauración académica	Tamaulipas	Estuario del Arroyo Garrapatas	Rehabilitación hidrológica mediante la inducción de descarga de agua marina al estuario. Acciones de reforestación	Recuperación de la característica salina del estuario y reaparecieron de especies de aves y reptiles			Sí, el proyecto incluyó la rehabilitación hidrológica y uno de sus principales resultados, fue la reaparición de diversas especies de aves y reptiles. Las acciones relacionadas con recuperar el régimen salino, así como las antes mencionadas, fortalecen el ecosistema y permiten que sea menos vulnerable a fenómenos hidrometeorológicos.
20	Restauración de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Madre	Restauración académica	Tamaulipas	Laguna Madre	Producción de plantas en vivero y posterior reforestación	La reforestación con mangle negro alcanzó alturas promedio de 80 cm a partir de plántulas de 30 cm y con valores de sobrevivencia de 60 %.		x	Si, la restauración de ecosistemas de manglar y de dunas costeras permitió mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades y reducir su vulnerabilidad al cambio climático.



23	Ejido Moral y Mosquitero	Restauración académica	Veracruz	Ejido Moral y Mosquitero	Reforestación	Organización de las mujeres de la comunidad y su involucramiento en proyectos de restauración y conservación de manglares.	X	No, la reforestación no fue exitosa por factores que no se consideraron durante la planeación de la misma. A pesar de ello, se fortaleció la organización comunitaria principalmente de las mujeres para que se involucraran en los proyectos de restauración. Esto último, contribuye en cierta forma a reducir la vulnerabilidad. Sin embargo, no era el objetivo principal del proyecto.
24	Restauración comunitaria del ecosistema de manglar en la cuenca baja del río Tancochín y porción norte del corredor costero de Tamiahua, en el Estado de Veracruz, México.	Restauración académica	Veracruz	Laguna de Tamiahua	Obras de restitución de flujos hídricos en humedales o de preparación del terreno para la reforestación. Protección del área donde se llevó a cabo el proyecto. Actividades de mantenimiento. Capacitación comunitaria en restauración de manglares.	Mejor calidad del agua, Se percibió una mayor distribución de especies pesqueras, mejoró la calidad del aire, incremento de la masa forestal, mayor cantidad de aves y de otras especies. Aumentó el tiempo de pesca y mejora del producto, se generaron empleos temporales. Acercamiento hacia las comunidades aledañas, aprendizaje e intercambio de opiniones, participación de	X	Sí, con la conservación y la restauración comunitaria, con enfoque de cuenca, lograron incrementar la cobertura forestal, y la resiliencia ecosistémica. La rehabilitación de la cuenca reduce la vulnerabilidad al permitir el cauce natural del agua, evitando así inundaciones o impactos graves de otros fenómenos hidrometeorológicos. Sin embargo, es necesario reforzar las

						mujeres en las actividades.			medidas puesto que el área aún está degradada.
25	Área privada de conservación "Reserva Biólogo Omar Trujillo Santos"	Restauración académica	Veracruz	"Reserva Biólogo Omar Trujillo Santos"	Restauración ecológica con diferentes técnicas. Se usaron platas de vivero y propágulos de predios colindantes.	Adquisición del predio para experimentar y desarrollar diferentes técnicas de restauración, las chinampas es la técnica que mejores resultados ha generado. Se generó una "escuela viva".	x	Si, se ha trabajado con la comunidad local, involucrándolos en el proceso de restauración, fortaleciendo sus capacidades y reduciendo su vulnerabilidad. Realizaron la elevación del nivel micro topográfico, logrando el aumento en la supervivencia de manglar, reduciendo así la vulnerabilidad de los ecosistemas.	

26	Restauración del Paisaje de Bosques de Manglar: una Oportunidad para el Desarrollo Social en el Sitio RAMSAR "Sistema Lagunar de Alvarado" en Veracruz	Restauración académica	Veracruz	Sistema Lagunar de Alvarado	Creación de áreas privadas de conservación. Creación de planes de manejo forestal sustentable mediante un proceso participativo. Restauración ecológica.	1500 ha restauradas bajo gestión sostenible.	x		Sí, las acciones de restauración impactaron alrededor de 1000 ha más. Además, impulsó las capacitaciones e intercambio de experiencias lo cual fortalece a las comunidades y ambas acciones reducen la vulnerabilidad.
27	Restauración de manglares en Tecolutla	Restauración académica	Veracruz	Tecolutla	Recolección de basura principalmente botellas de plástico, además de otros desechos provenientes de la zona urbana. Reforestación de 5 hectáreas de manglares aplicando la técnica Riley. Proyectos de educación ambiental	Constitución de una organización civil para reforzar los trabajos de restauración	x	x	Si, a pesar de que la zona restaurada fue pequeña, se constituyó una organización civil para reforzar los trabajos de restauración, fortaleciendo las capacidades locales y reduciendo su vulnerabilidad.

28	Laguna de Sontecomapan	Restauración académica	Veracruz	Laguna de Sontecompan	Reforestación, levantamiento de la micro topografía de los sitios de restauración, limpieza, desazolve y apertura de canales. Establecimiento de estaciones de monitoreo ambiental, deshierbo y control de plantas competidoras.	Rehabilitación del sistema hidrológico, inducción de la regeneración natural, creación de empleos temporales, y concientización de la comunidad.		x	Sí, la rehabilitación hidrológica desencadenó la recuperación natural del ecosistema. Fue notorio el incremento en diversos grupos de fauna, se puede inferir que la diversidad ecológica incrementó la resiliencia del ecosistema, lo cual está ligado a reducir la vulnerabilidad. Por su parte en los aspectos sociales, las actividades económicas como la pesca y fuentes de trabajo asociadas al proyecto fortalecieron de igual forma a la comunidad.
29	Restauración hidráulica en la laguna de Tampamachoco en el estado de Veracruz para la rehabilitación del manglar y de sus servicios ambientales	Restauración académica	Veracruz	Laguna de Tampamachoco	FASE I. Excavación de canales o zanjas transversales a los terraplenes con el propósito de permitir el flujo de agua de la zona sur del manglar conservado, donde el nivel del agua es frecuentemente mayor. FASE II. Ampliación del ancho de los canales a 3 m; y la excavación de vados	Después de la apertura de canales se registró la disminución de la salinidad en el agua intersticial de las partes más afectadas, sin embargo, se generaron inundación en el sitio por lo que las plántulas no pudieron establecerse		x	Si, se logró disminuir la salinidad en las partes más afectadas, lo que eventualmente permitirá la recuperación y regeneración del ecosistema de manglar, reduciendo su vulnerabilidad ante el cambio climático. Sin embargo, las plántulas de mangle sembradas no sobrevivieron.

32	Rehabilitación de manglar en Celestún	Restauración académica	Yucatán	Celestún	Apertura de canales y reforestación	Disminución en la salinidad y aumento de cobertura vegetal, basado en el monitoreo fotográfico	x	Sí. Este proyecto no tiene como objetivo abordar el cambio climático, ni la mitigación o adaptación al mismo, pero cumple con algunos de los criterios de los proyectos AbE. Por ejemplo, mejora y mantiene los servicios de los ecosistemas, como captura de carbono, contribución a pesquerías y la conservación de la biodiversidad, mejorando así la resiliencia humana al cambio climático. Además, se capacitó a los pobladores locales para llevar a cabo la restauración, brindando un ingreso adicional durante los años del proyecto y proveyéndoles de herramientas para replicar la iniciativa en otras zonas, diversificando su economía. Los grupos locales no solo recibieron un subsidio si no que mostraron interés en mantener las acciones de restauración en otros
----	---------------------------------------	------------------------	---------	----------	-------------------------------------	--	---	--

									sitios de para el futuro. En Puerto Progreso, el 90% de las personas involucradas fueron mujeres de la comunidad de Chelem, lo que abonó al empoderamiento femenino local.
33	Reforestación de manglar en la ciénaga de Chabihau	Restauración académica	Yucatán	Chabihau	<p>Construcción de un vivero, reforestación, desazolve de manantiales, construcción de camas de sedimento, apertura de canales.</p> <p>Capacitación de hombres y mujeres de la comunidad en educación ambiental.</p>	<p>La construcción de camas de sedimento para controlar el grado de inundación, demostró ser una técnica útil para favorecer la sobrevivencia de mangle negro, mientras que el desazolve de manantiales y la disminución de la salinidad del agua, aseguran un mejor desarrollo de las plántulas de ambas especies.</p>	x	<p>Sí, al ser un proyecto que busca generar evidencia para mejorar el diseño de programas de reforestación. Es el primer paso para mejorar las prácticas. Además de la construcción del vivero para reforestación, se construyeron camas de sedimento que impiden inundaciones, lo cual reduce la vulnerabilidad.</p>	



34	Rehabilitación del manglar de Dzilam de Bravo	Restauración académica	Yucatán	Dzilam de Bravo	Apertura y desazolve de canales. Monitoreo biológico.	Participación comunitaria en el desarrollo de programas de rehabilitación y conservación de manglares, regeneración natural como resultado de las acciones de restauración hidrológica.		x	Sí, al restaurar áreas de importancia para las aves acuáticas, se reduce la vulnerabilidad del ecosistema y la de las comunidades aledañas. Además, se implementaron acciones de restauración hidrológica que derivaron en la regeneración natural del manglar
35	Restauración de la "Curva" Yucalpetén	Restauración académica	Yucatán	Curva Yucalpetén, Progreso, Yucatán	Rehabilitación hidrológica (apertura y desazolve de canales)	Regeneración natural de <i>A. germinans</i> . Restablecimiento del ingreso del flujo hidrológico al área de estudio, modificación del hidropериodo en todos los sitios, variando de acuerdo a la época climática y presencia de inundación superficial todo el año y variaciones de períodos secos e inundados, lo cual se vio reflejado en la reducción de la salinidad intersticial en todos los sitios.	x	x	Sí, la restauración hidrológica propició la dispersión de propágulos, otro de los resultados positivos y que contribuyen a la reducción de la vulnerabilidad fue la disminución de la salinidad. Un aspecto importante del éxito en las acciones de restauración fue el involucramiento social. Los grupos locales no solo recibieron un subsidio significativo, sino que adquirieron y mostraron interés en mantener e implementar las acciones de

									restauración en otros sitios para el futuro.
36	Rehabilitación del manglar de la Ciénega de Progreso	Restauración académica	Yucatán	Ciénega de Progreso	Rehabilitación hidrológica (apertura y desazolve de canales), construcción de tarquinas, reforestación. Monitoreo biológico.	Disminución de la salinidad intersticial en el sitio, resultante en el establecimiento de plántulas de mangle.		x	Sí, se realizaron acciones de rehabilitación hidrológica, lo que permitió el restablecimiento de las condiciones ambientales adecuadas para la propagación del manglar. Esto permitirá incrementar la resiliencia de este ecosistema, así como reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático.
37	Restauración ecológica de manglares en Río Lagartos, Yucatán	Restauración académica	Yucatán	Río Lagartos	Rehabilitación hidrológica (apertura de canales); reforestación. Monitoreo biológico.	Disminución de la salinidad intersticial en el sitio de 70 a 30 g Kg-1, la rehabilitación hidrológica dio como resultado en el establecimiento de plántulas naturalmente		x	Sí, se realizaron acciones de rehabilitación hidrológica, lo que permitió el restablecimiento de las condiciones ambientales adecuadas para la propagación del manglar. Esto permitirá incrementar la resiliencia de este ecosistema, así como reducir la

									vulnerabilidad ante el cambio climático.
38	Restauración ecológica de manglares en Sisal, Yucatán	Restauración académica	Yucatán	Sisal	Rehabilitación hidrológica (apertura y desazolve de canales), construcción de centros de dispersión, reforestación. Monitoreo biológico.	Disminución de la salinidad intersticial en el sitio resultante en el establecimiento de plántulas naturalmente. El monitoreo de aves registró 76 especies.	x		Sí, se realizaron acciones de rehabilitación hidrológica, lo que permitió el restablecimiento de las condiciones ambientales adecuadas para la propagación del manglar. Esto permitirá incrementar la resiliencia de este ecosistema, así como reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático.
5	Diagnóstico de la vulnerabilidad ante el cambio climático del destino turístico de Campeche, Campeche.	AbE	Campeche	Zona costera del estado de Campeche.	1) Análisis de amenazas, 2) Cálculo de indicadores e índices de vulnerabilidad física y 3) Análisis de riesgo ante el cambio climático.	A partir de este proyecto se fortalece la generación de conocimiento e información estratégica que permitirá sentar las bases de actuación para aumentar la capacidad de adaptación y resiliencia institucional, de la sociedad y los sectores productivos de cada uno de los destinos	x		Sí, el proyecto está centrado principalmente en conocer el estado de vulnerabilidad de la actividad turística. Este estudio aporta a la reducción de la vulnerabilidad al tener datos claros de los cuales futuros proyectos pueden hacer uso para implementar soluciones específicas al contexto. Además,

						turísticos seleccionados.		dentro del mismo proyecto, se elaboraron propuestas para programas de adaptación.
6	Turismo alternativo en humedales de Isla Aguada	AbE	Campeche	Isla Aguada	Fortalecimiento de estrategias de turismo en la comunidad y construcción de un lobby en el área de cabañas que sea punto de acceso y recepción de turistas, implementación de un sistema generador fotovoltaico de electricidad para funcionamiento en restaurante y cabañas. Capacitación a los socios de la cooperativa para obtener la norma oficial NMX-AA-133-SCFI-2013, correspondiente a "Requisitos y especificaciones de sustentabilidad del ecoturismo".	Aumentar la capacidad de oferta de los actuales servicios de turismo alternativo que ofrece la sociedad cooperativa. generación de una alianza de cooperativas para escalar el cuidado de la biodiversidad en toda el área.; análisis de las vulnerabilidades y plan de blindaje del proyecto ante efectos potenciales del cambio climático.	x	Sí, el proyecto permite que las poblaciones locales diversifiquen sus medios de vida y que aprovechen los recursos naturales que les brindan los manglares para fortalecer su economía, principalmente a través del turismo.

7	Cultivo de mojarra Castarrica y Pejelagarto	AbE	Campeche	Ejido Puerto Rico	Cultivo de especies nativas (autóctonas), en estanque rústicos de manto freático, dentro de estos se colocarán jaulas flotantes para la engorda de las Mojarras castarricas y una tina de geomembrana de 12 metros de diámetro y 1.20 metros de altura, esta tina será para darles tallas a los Pejelagartos, cuando estos organismos alcancen una talla a 30 centímetros, serán liberados en un estanque rustico de manto freático y el 20% serán liberados en la Laguna de Puerto Rico.	A través de la sociedad se impulsará la importancia de la conservación de las especies autóctonas y concientizar a otras sociedades a formar cultivos acuícolas con estas especies y así hacer participar a la comunidad fomentando el cultivo de estas especies.	x	Sí, el proyecto permite que a través del cultivo de diferentes especies nativas, fortalecer la resiliencia ecológica. Además de impulsar a las poblaciones locales a diversificar sus medios de vida, una concientización social y que aprovechen los recursos naturales que les brindan los manglares para fortalecer su economía.
8	Acuicultura Sustentable en Calax, Sabancuy	AbE	Campeche	Calax, Sabancuy	Se adquirieron nuevas jaulas flotantes para aumentar la capacidad de producción. Se adquirió equipo de aireación para los estanques, tinas de pre engorda de concreto, sistema	El proyecto va a requerir en los próximos años, fortalecer su capacidad para desarrollar cultivos a lo largo de todo el año con cosechas cada 2 o 3 meses y con ello generar ingresos económicos continuos,	x	Sí, el proyecto permite que las poblaciones locales diversifiquen sus medios de vida y que aprovechen los recursos naturales que les brindan los manglares para fortalecer su economía.

					<p>generador fotovoltaico. participación de la comunidad, para desarrollar la actividad acuícola sustentable y ser puesta en práctica tanto por mujeres como por hombres.</p>	<p>para que se logre la sustentabilidad económica. Posterior al proyecto, no se reportaron afectaciones de ningún tipo por efectos del cambio climático.</p>			
9	<p>Ecoturismo entre cocodrilos y manglares en Isla Arena</p>	AbE	Campeche	Isla Arena	<p>Reconstrucción y mejora, de infraestructura para la interpretación ambiental (sendero y palapa mirador) con materiales naturales percederos y técnicas constructivas tradicionales. Creación de material de difusión para la educación ambiental y capacitación en el tema, así como el blindaje de la infraestructura ante contingencias y el acceso a fuentes de energía y agua sostenibles para contar con servicios e infraestructura mas sustentables y</p>	<p>Mejor infraestructura y servicios más sustentables, para generar una oferta más atractiva a visitantes y permitir la permanencia en el tiempo del proyecto. La infraestructura no modificará los elementos de la composición del paisaje natural, sino que integra los elementos del paisaje natural para su interpretación sin que se ocasionen daños a los ecosistemas de manglar ni a las especies incluidas en alguna categoría de riesgo, ni alteraciones en el flujo hídrico.</p>		x	<p>Sí, el proyecto aporta una mejor infraestructura, que en su diseño contempla aspectos de sustentabilidad, permite además que las poblaciones locales diversifiquen sus medios de vida y que aprovechen los recursos naturales que les brindan los manglares para fortalecer su economía.</p>

					resiliente. Implementación de monitoreo y limpieza de manglares.				
10	Restauración y monitoreo de manglar en el estero de Bahamitas	AbE	Campeche	Bahamitas	Restauración hidrológica. Se realizó un levantamiento microtopográfico. Se desazolvaron canales de marea. Se llevó a cabo una eliminación y estabilización de bordos de arena. Talleres de capacitación y educación ambiental.	Recuperación del hidroperiodo y disminución de la salinidad del suelo lo que propició el inicio del reclutamiento natural de plántulas de manglar. · Creación de una asociación legalmente constituida de restauradores locales "Comunidad de restauradores de isla Aguada, Campeche".	x	x	Sí. Este proyecto no tiene como objetivo abordar el cambio climático, ni la mitigación o adaptación al mismo, pero cumple con algunos de los criterios de los proyectos AbE. Por ejemplo, mejora y mantiene los servicios de los ecosistemas, como captura de carbono, contribución a pesquerías y la conservación de la biodiversidad, mejorando así la resiliencia humana al cambio climático. Además, se capacitó a los pobladores locales para llevar a cabo la restauración, brindando un ingreso adicional durante los años del proyecto y



									proveyéndoles de herramientas para replicar la iniciativa en otras zonas, diversificando su economía.
11	Restauración de manglar en el Caracol y Bahamitas, Isla Aguada en Campeche	AbE	Campeche	Caracol, y Bahamitas, Isla Aguada	Rehabilitación hidrológica y reforestación. Capacitación a miembros de la comunidad y monitoreo de variables ambientales.	El sitio aún se encuentra en proceso de restauración. Se brindó capacitación al grupo de restauradores en el monitoreo de variables ambientales y biológicas seleccionadas como indicadores hidrológicos, del suelo y de la vegetación de manglar.	x	x	Sí, la implementación de este proyecto reduce los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad en México y fortalece el manejo de la ANP para aumentar su resiliencia. Asimismo, se contribuye al bienestar social de la localidad de Isla Aguada, a través del mantenimiento a largo plazo de los servicios ecosistémicos para estas comunidades, incluyendo protección costera, aumento de pesquerías, preservación de biodiversidad local y reducción de la erosión. El proyecto fue llevado a cabo en el marco de la iniciativa Resiliencia, cuyos principales

									objetivos consistían en implementar estrategias de adaptación para aminorar los impactos del Cambio Climático en el Golfo de México.
14	Miel de Mangle en el Golfo de México	AbE	Veracruz y Tabasco	Laguna de Alvarado Y Municipio Paraíso	Apicultura en manglares del golfo de México	Aprovechamiento de los manglares para la producción de miel, la generación de empleos en las comunidades y la conservación de los manglares.	x	x	Sí, el manejo de los manglares como barrera rompe viento y para producción de miel, reducen significativamente la vulnerabilidad. A la vez que ofrecen a la población actividades productivas que fomentan el cuidado y manejo sustentable del mangle.
15	Aprovechamiento maderable de mangle en el ejido Francisco Trujillo Gurría en Paraíso, Tabasco	AbE	Tabasco	ejido Francisco Trujillo Gurría en Paraíso, Tabasco	Autorización para aprovechamiento forestal sustentable. Capacitación para el manejo de manglar y reforestación.	Se obtuvo la investigación para realizar una UMA. Los habitantes del ejido reconocen la importancia del mangle frente a eventos hidrometeorológicos.	x	x	Sí, el ejido reconoció la necesidad de protección con manglares por inundaciones y otros eventos hidrometeorológicos. Además, la reforestación del manglar contribuye a incrementar la resiliencia.

16	Aprovechamiento maderable de mangle en los Ejidos La Solución Somos Todos en Paraíso, Cárdenas	AbE	Tabasco	Paraíso, Ejido "la solución somos todos".	Manejo de manglares, mediante corta selectiva. Reforestación de manglar. Capacitación a ejidatarios.	Los integrantes del ejido "La solución somos todos", demostraron que el aprovechamiento del manglar puede hacerse de forma legal y sustentable. Se logró la autorización de una UMA			Sí, mediante el aprovechamiento sustentable de los recursos maderables, se obtuvieron ambos beneficios, económicos para las comunidades, y ecológicos para las poblaciones de mangle, a las cuales se procuró que tuvieran espacio para evitar la competencia. De manera paralela se redujo la vulnerabilidad al fortalecer el socio ecosistema.
17	Aprovechamiento maderable de mangle en ejido "El Golpe", Cárdenas	AbE	Tabasco	Ejido el golpe	Reforestación	No se registraron resultados favorables ya que el procedimiento que se llevó a cabo para cumplir con los objetivos no fue correcto			No, existieron debilidades en la planeación y ejecución del programa debido principalmente a la ausencia de criterios científicos para determinar el grado de afectación del sitio, y a la falta de integración de la comunidad local.

18	Restauración de humedales en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México.	AbE	Tabasco	Complejo Pantanos de Centla- Laguna de Términos (Tabasco-Campeche)	Se determinó la viabilidad ecológico y social dentro de 5 comunidades. Se fortalecieron las capacidades locales con inclusión de género. Rehabilitación hidrológica y reforestación de manglar. Todas las acciones se plantearon como estrategia de adaptación al cambio climático.	Se tiene interés por parte de la comunidad por recuperar la productividad pesquera en las zonas reforestadas, lo cual podría lograrse por medio de la rehabilitación hídrica. Es necesario proveer información sobre los diversos servicios ecosistémicos asociados con el manglar, para explorar las opciones por las cuales podrían obtener algún beneficio.	x	x	Sí, el proyecto brinda las condiciones para aumentar la resiliencia productiva de las comunidades del complejo de ANP. La restauración de áreas de manglar permite incrementar las barreras naturales de protección contra eventos meteorológicos extremos y posibilita la crianza de peces.
21	Dulce y salada, miel de mangle	AbE	Tamaulipas	Municipios de Llera, Victoria, Güémez, Hidalgo, Padilla, Aldama, González y Tampico.	Productores comenzaron a incursionar y durante los meses de mayo y junio aprovecharon la floración de los manglares, que son abundantes en el sistema lagunario Chairel y que se multiplican en Laguna Madre. Especialistas de la Universidad Tecnológica del Mar (Utmar) desarrollan la primera fase del proyecto de aprovechamiento de la flor de	Producción y exportación de miel de mangle, a fin de aumentar las cosechas aprovechando los recursos disponibles en más de tres mil hectáreas de esos ecosistemas disponibles en lagunas y ríos en esta parte de la costa del Golfo de México.	x		Sí, el proyecto permite que las poblaciones locales diversifiquen sus medios de vida y que aprovechen los recursos naturales que les brindan los manglares para fortalecer su economía.

					mangle para la producción de miel.				
22	Recuperación de Ecosistemas de Manglar en el Litoral Costero Tamaulipeco de la Laguna Madre y Delta del Río Bravo	AbE	Tamaulipas	Laguna madre y Delta del Río Bravo	Reforestación de manglar	Prevenir la erosión costera y beneficios para la pesca de las localidades.	x		Sí, a partir de una línea costera recuperada los impactos negativos de eventos meteorológicos se amortiguan. Además de que la protección de la línea costera evita la erosión lo cual beneficia a las comunidades ya que disminuye el riesgo de inundaciones.
30	Evaluación ambiental y valoración económica de los servicios ecosistémicos proporcionados por los bosques costeros (manglares, selvas inundables, selvas y matorrales sobre dunas) y sus agro-sistemas de reemplazo, en	AbE	Veracruz	Veracruz	Los servicios evaluados incluyeron la contención de inundaciones, captura de carbono, limpieza de agua, mitigación y adaptación al cambio climático y aceleración de la regeneración. Algunas de las actividades realizadas para esta evaluación fue: entrevistas a las personas de la	La investigación realizada evidencia que ecosistemas saludables presentan una resistencia natural a los efectos adversos del cambio climático y reducen la vulnerabilidad de las poblaciones que habitan a su alrededor. La conservación de estos ecosistemas debe ser apoyada con esquemas de pago por servicios ambientales (PSA). Se generaron proyectos piloto de restauración para	x		Sí, el proyecto contribuyó a la resiliencia de las comunidades al mejorar los servicios de mitigación, al evaluar la productividad de los manglares, mediante la construcción de perchas para atraer un mayor número de aves, lo cual a su vez es una estrategia de dispersión de semillas para rehabilitar el ecosistema. Las medidas aplicadas consideraron la

	la planicie costera central de Veracruz, México. RED PD 045/11 Rev 2 (M)				comunidad para conocer su percepción sobre los servicios ambientales. Evaluación de la productividad, evaluación de carbono en manglares, humedales, selvas inundables y potreros inundables. Análisis de filtración y depuración del agua en varias especies (lirio, lechuga acuática, corcho y zapote reventador. Construcción de perchas artificiales para atraer a las aves que llevan a cabo la dispersión de semillas y se evaluó el valor de los humedales con base a la pesquería asociada.	sentar estrategias de recuperación.			percepción social de los servicios ecosistémicos. Sin embargo, el estatus actual de degradación vislumbra que es necesario reforzar las medidas.
31	Área Privada de Conservación "El Pájaro"	AbE	Veracruz	Predio el pájaro	Reforestación y desazolve de canales	Se reforestaron 25 ha. Se beneficiaron 60 personas con el pago de jornales y capacitación. Se beneficiaron indirectamente 200 personas. El proyecto	x	x	Sí, la reforestación disminuyó la vulnerabilidad. Además, en este proyecto se fortaleció la gobernanza mediante la participación de organizaciones

						capturó 106.6 a 336.6 t/ha-1 de carbono			gubernamentales y no gubernamentales, así como personas de la comunidad.
39	Vulnerabilidad y adaptación en Yucatán, un acercamiento desde lo local y con enfoque de género.	AbE	Yucatán	Celestún, Sisal y San Felipe.	Organizar los procesos productivos a partir de la conservación de la ciénaga y el manglar. Difusión y publicidad de la estrategia comunitaria de recuperación del hábitat para los procesos ecoturísticos locales, elaboración de documentos de proceso productivo, conservación, turismo social y cultural.	Evaluación de la vulnerabilidad de las localidades frente a los Huracanes. Establecimiento de lineamientos para reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático.	x	x	Sí, el diagnóstico ofreció un panorama de la situación, además de ser el preámbulo para establecer lineamientos que permitan reducir la vulnerabilidad. Además, fortaleció la capacidad organizativa de la comunidad de una manera más equitativa al incentivar la participación de las mujeres como principales actores. Es un primer acercamiento, sin embargo, debe complementarse para reducir en mayor medida la vulnerabilidad.



40	San Crisanto: un proyecto de desarrollo sustentable	AbE	Yucatán	San Crisanto	Construir un sistema de drenaje en la carretera junto al manglar para drenar el agua hacia el mar, desazolve de canales	11,300 m de canales han sido rehabilitados. La prestación de servicios mejoró considerablemente. Se han beneficiado 570 residentes de la comunidad. Este proyecto contribuye a reducir la pobreza a través de la preservación de la biodiversidad en el ejido.	x	x	Si, la comunidad logró restaurar los manglares dañados por el paso de un huracán, reduciendo así la vulnerabilidad del ecosistema y de la comunidad. Adicionalmente, se ha logrado mejorar la calidad de vida de la comunidad, fortaleciendo las capacidades locales y las condiciones socioeconómicas locales y expandiendo las estrategias de vida para la población.
	Restauración del hábitat en Tamiahua, Veracruz	AbE	Veracruz	Tamiahua	Se realizo un diagnostico para poder determinar la metodología a utilizar, dentro de los resultados se observó que la poca profundidad y el oleaje provocado por las embarcaciones han provocado el bajo crecimiento de manglar y por consecuencia una erosión en las orillas y algunos islotes. Se azolvieron algunas áreas esto ayudo a que el flujo de agua fuera	Se realizo un diagnostico para poder determinar la metodología a utilizar, dentro de los resultados se observó que la poca profundidad y el oleaje provocado por las embarcaciones han provocado el bajo crecimiento de manglar y por consecuencia una erosión en las orillas y algunos islotes. Se azolvieron algunas áreas esto ayudo a que el flujo de agua fuera constante y los nutriente y salinidad			Sí, el proyecto ayudó a la mejora en el flujo hídrico. Es relevante en la reducción de la vulnerabilidad, porque mejorar estos flujos, evita el estancamiento y las inundaciones cuando hay lluvias torrenciales.

					constante y los nutriente y salinidad llegaron a sus niveles óptimos.	llegaron a sus niveles óptimos.		
	Restauración de manglares en Tecolutla, Veracruz	AbE	Veracruz	Tecolutla, Veracruz	Como resultado se desazolvó 100 metros de un canal, se tomaron muestras para toma de datos fisicoquímicas y se amplió 1.5 m el canal de navegación, esto permitió un mejor flujo permitiendo mejores condiciones para el bosque de manglar.	Como resultado se desazolvó 100 metros de un canal, se tomaron muestras para toma de datos fisicoquímicas y se amplió 1.5 m el canal de navegación, esto permitió un mejor flujo permitiendo mejores condiciones para el bosque de manglar.		Sí, se desazolvó canales para mejorar el flujo hídrico, lo cual permitió a su vez mejorar las condiciones de los manglares. Determinado que éstos puedan cumplir sus funciones ecológicas y sociales entre las cuáles está la reducción de la vulnerabilidad.
	Restauración de manglares en Tecolutla, Veracruz	AbE	Veracruz	Tecolutla, Veracruz	En 10 ha., de los manglares de Tecolutla se quitaron enredaderas, helechos gigantes, madera muerta y árboles caídos que	En 10 ha., de los manglares de Tecolutla se quitaron enredaderas, helechos gigantes, madera muerta y árboles caídos que afectan al crecimiento de los		Sí, la limpieza de madera muerta y árboles caídos, están enfocados en permitir que los manglares se desarrollen de mejor manera. Este tipo de actividades, son de

					afectan al crecimiento de los manglares que se encuentran en la zona.	manglares que se encuentran en la zona.			suma importancia para ayudar a la regeneración del ecosistema y en consecuencia a la reducción de la vulnerabilidad.
	Restauración de manglar en Tuxpan, Veracruz	AbE	Veracruz	Barra de Galindo, Tuxpan	El grupo de beneficiarios realizaron una colecta de propágulos de mangle rojo los cuales sembraron e la línea de costa del canal intracostero de la laguna de Tampamachoco restaurando 11 hectáreas.	El grupo de beneficiarios realizaron una colecta de propágulos de mangle rojo los cuales sembraron e la línea de costa del canal intracostero de la laguna de (No hay sugerencias) restaurando 11 hectáreas.			Sí, este proyecto reforestó específicamente en la línea costera. Esta medida de AbE está directamente enfocada en reducir la vulnerabilidad de las poblaciones colindantes, al usar el mangle como barrera ante fenómenos hidrometeorológicos.

**Anexo 3.1: Fichas de los proyectos**

En azul los proyectos reportados con criterio climático desde su concepto (Ver Entregable 2 para mayor referencia).

Ficha	Medida	Proyecto sombrilla
1	Estrategias de restauración en Isla de Carmen	LHCCEM EPOMEX
2	Restauración de los humedales del tramo carretero el Remate-Isla Arena	DUMAC - Iniciativa para la Restauración y Manejo de manglares en la zona costera de la Península de Yucatán
3	Restauración ecológica de manglar en Isla Jaina, Campeche	LHCCEM EPOMEX
4	Programa de restauración en el estero del Pargo	LHCCEM EPOMEX
5	Diagnóstico de la vulnerabilidad ante el cambio climático del destino turístico de Campeche, Campeche.	
6	Turismo alternativo en humedales de Isla Aguada	PPD Grijalva-Usumacinta
7	Cultivo de mojarra Castarrica y Pejelagarto	PPD Grijalva-Usumacinta
8	Acuacultura Sustentable en Calax, Sabancuy	PPD Grijalva-Usumacinta
9	Ecoturismo entre cocodrilos y manglares en Isla Arena	PPD Golfo de México y Caribe
10	Restauración y monitoreo de manglar en el estero de Bahamitas	GoM LME
11	Restauración de manglar en el Caracol y Bahamitas, Isla Aguada	Proyecto RESILIENCIA
12	Evaluación de daños y restauración del ecosistema de manglar en Coloradas, Tabasco	
13	Recuperación de manglar en un área impactado por hidrocarburos	
14	Miel de Mangle en el Golfo de México	
15	Aprovechamiento maderable de mangle en el ejido Francisco Trujillo Gurría en Paraíso, Tabasco	
16	Aprovechamiento maderable de mangle en los Ejidos La Solución Somos Todos en Paraíso, Cárdenas	
17	Aprovechamiento maderable de mangle en ejido "El Golpe", Cárdenas	
18	Restauración de humedales en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México.	Proyecto RESILIENCIA
19	Rescate ecológico del estuario del Arroyo Garrapatas	
20	Restauración de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Madre	DUMAC - Iniciativa para la Restauración, Manejo y Conservación de Humedales de Agua Dulce en la Laguna Madre, Tamaulipas
21	Dulce y salada, miel de mangle	
22	Recuperación de Ecosistemas de Manglar en el Litoral Costero Tamaulipeco de la Laguna Madre y Delta del Río Bravo	
23	Ejido Moral y Mosquitero	
24	Restauración comunitaria del ecosistema de manglar en la cuenca baja del río Tancochín y porción norte del corredor costero de Tamiahua, en el Estado de Veracruz, México.	Fundación Pedro y Elena Hernández
25	Área privada de conservación "Reserva Biólogo Omar Trujillo Santos"	

26	Restauración del Paisaje de Bosques de Manglar: una Oportunidad para el Desarrollo Social en el Sitio RAMSAR "Sistema Lagunar de Alvarado" en Veracruz"	
27	Restauración de manglares en Tecolutla	GoM LME
28	Laguna de Sontecomapan	
29	Restauración hidráulica en la laguna de Tampamachoco en el estado de Veracruz para la rehabilitación del manglar y de sus servicios ambientales	
30	Evaluación ambiental y valoración económica de los servicios ecosistémicos proporcionados por los bosques costeros (manglares, selvas inundables, selvas y matorrales sobre dunas) y sus agro-sistemas de reemplazo, en la planicie costera central de Veracruz, México. RED PD 045/11 Rev. 2 (M)	
31	Área Privada de Conservación "El Pájaro"	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
32	Rehabilitación de manglar en Celestún	DUMAC - Iniciativa para la Restauración y Manejo de manglares en la zona costera de la Península de Yucatán
33	Reforestación de manglar en la ciénaga de Chabihau	NAWCA
34	Rehabilitación del manglar de Dzilam de Bravo	NAWCA
35	Restauración de la "Curva" Yucalpetén	
36	Rehabilitación del manglar de la Ciénega de Progreso	NAWCA
37	Restauración ecológica de manglares en Río Lagartos, Yucatán	NAWCA
38	Restauración ecológica de manglares en Sisal, Yucatán	NAWCA
39	Vulnerabilidad y adaptación en Yucatán, un acercamiento desde lo local y con enfoque de género.	
40	San Crisanto: un proyecto de desarrollo sustentable	NAWCA

**Anexo 3.2: Otros proyectos revisados aplicables geográficamente.**

En azul los proyectos reportados con criterio climático reportado.

Ficha	Proyecto	Proyecto sombrilla / institución coordinadora
41	Coordinación operativa del proyecto de adaptación al cambio climático en Tabasco en la etapa de instrumentación de acciones en campo y diseño e implementación, en su primera fase, del proyecto de conservación, restauración productiva y manejo forestal sustentable en Tabasco.	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
42	Acompañamiento en campo, apoyo y asistencia técnica para la operación del proyecto de adaptación al cambio climático en el estado de Tabasco	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
43	Programas Piloto de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas del Sureste de México	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
44	Aprovechamiento sustentable de manglar mediante una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
45	Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) del municipio de Alvarado, con enfoque de cambio climático	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
46	Diseño de medidas de adaptación al cambio climático	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
47	Reforestación de manglar, vegetación riparia y desazolve de canales para restaurar el flujo hídrico	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
48	Cuatro palafitos con huertos elevados, captación de agua de lluvia y energía solar, para resguardo de bienes durante inundaciones	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
49	Sistema de captación y purificación de agua de lluvia en una escuela primaria	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
50	Equipo de radiocomunicación para dar y recibir alertas climáticas y sanitarias	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
51	Fortalecimiento de capacidades de las comunidades	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
52	Dos planes de emergencia para reducir el riesgo por inundación	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
53	Diseño de medidas de adaptación al cambio climático	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático

54	Inclusión del enfoque de cambio climático en el Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Tabasco	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático
55	Prácticas silvo-pastoriles para apoyar la conservación de la cuenca del Tuxpan en Chicontepec de Tejeda, Veracruz (subproyecto C6)	C6
56	Conservación- Reforestación de zonas riparias con germoplasma nativo en ríos agachapan- Temoloapan y la inducción productiva apícola en manglares de El Pescador, Pajapan, Ver.	C6
57	Reserva Ecológica de manglares Ejido Úrsulo Galván	CONAFOR
58	Aprovechamiento forestal maderable en la Laguna Mecoacán	CONAFOR
59	Aprovechamiento forestal maderable en la Laguna Mecoacán	CONAFOR
60	PSA CONAFOR	CONAFOR PSA
61	Programa de restauración de manglares en la zona costera de la península de Yucatán	DUMAC - Iniciativa para la Restauración y Manejo de manglares en la zona costera de la Península de Yucatán
62	PROGRAMA GESTION SOCIAL PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA FRANJA COSTERA DEL MUNICIPIO DE PARAISO, TABASCO	ENDESU
63	Grado de conservación del ecosistema de mangle en la laguna de Términos, Campeche Propuesta de políticas ambientales y acciones de restauración	EPOMEX
64	Rehabilitación de manglares en el estado de Yucatán sometidos a diferentes condiciones hidrológicas y nivel de impacto: el caso de Celestún y Progreso	FFB CONABIO
65	Proyecto piloto en Conservación y Restauración de manglares del GoM LME	
66	Restauración Ecológica Comunidad Nunkini	LHCEM EPOMEX
67	PPD-PNUD Dzinitum	PPD
68	Proyecto Centro Ecoturístico Carey	PPD
69	Restauración hidráulica en las Reservas de Petenes y Celestún	
70	Proyecto Institucional para la Protección, Conservación, Restauración y Reforestación de los manglares	SEMAR
71	Reforestación Estero La Calzada	SEMAR
72	A new type of money for a mayan community to build resilience in a context of economic crisis	
73	Desarrollo de estrategias de adaptación al cambio climático en municipios vulnerables del Golfo de México	INECC
74	Restauración de manglar en Tuxpan, Veracruz	
75	Restauración del hábitat en Tamiahua, Veracruz	CONANP**
76	Restauración de manglares en Tecolutla, Veracruz	CONANP**
77	Restauración de manglares en Tecolutla, Veracruz	
78	Los peces como indicador de restauración de áreas de manglar en la costa norte de Yucatán	
79	Pronatura Península de Yucatan - \$200,084 for the ecological restoration of mangroves in northern Yucatán.	CONANP**
80	Pronatura Noreste, AC. - \$132,142 for the protection, ecological enhancement and management of Laguna Madre	CONANP**




81	Estudios de investigación para caracterizar a las regiones del país en función del cambio climático, incluyendo los mapas asociados	CONAGUA*
82	Implementar acciones de prevención contra contingencias hidráulicas mediante el Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas	CONAGUA*
83	Diseño y elaboración del Inventario Nacional de Humedales Prioritarios	CONAGUA*
84	Fortalecer los sistemas de alerta temprana y las acciones de prevención y mitigación en caso de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos	CONAGUA*
85	Análisis de la Frecuencia e Intensidad de los Ciclones Tropicales para Prevenir los Efectos, presentes y futuros, debidos a la Variabilidad y el Cambio Climático en México	INECC*
86	Desarrollo de una guía sobre metodologías y uso de herramientas para el diseño de medidas de adaptación al cambio climático	INECC*
87	Fortalecimiento de la Red de Modelación de Escenarios de Cambio Climático	INECC*
88	Adaptación de ecosistemas costeros al cambio climático en Áreas Naturales Protegidas de México: con énfasis en la captura y reducción de emisiones de carbono en humedales	DGPCC SEMARNAT*
89	Coordinación y seguimiento de 142 acciones de adaptación al cambio climático del PECC 2009-2012	DGPCC SEMARNAT*
90	Coordinación y seguimiento de 77 acciones de adaptación al cambio climático del PECC 2014-2018	DGPCC SEMARNAT*

\* Fuente: PNUD México-INECC. 2016. Mapeo y evaluación de acciones de adaptación al cambio climático en el sector ambiental de México: 2009-2015. Proyecto 86487 "Plataforma de Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y México". 62 pp. María Luisa Cuevas Fernández. México.

\*\* Fuente: Solicitud INAI

**Anexo 3.3: Fichas de los proyectos sombrilla.**

En azul aquellos con criterio climático reportado.


Ficha	SI
Título del proyecto	Adaptación en humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático (Proyecto Humedales)
Ubicación 1. Río Papaloapan – Laguna de Alvarado. Municipios de Alvarado, Tlacotalpan y Acula, Veracruz. 2. Sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona. Municipios de Cárdenas, Comalcalco y Paraíso, Estado de Tabasco 3. Humedal Punta Allen: Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo.	
Fecha (inicio-término)	2010-15
Fuente de financiamiento	FMAM-Banco Mundial
Instituciones participantes	Instituciones coordinadoras: INECC, IMTA Socios: CONAGUA, CONANP
Objetivo	El objetivo del proyecto es promover la adaptación a las consecuencias de los impactos climáticos en los humedales costeros del Golfo de México, mediante la implementación de medidas piloto que brinden información sobre los costos y beneficios de enfoques alternativos para reducir su vulnerabilidad. El proyecto también busca evaluar los impactos generales del cambio climático en la planificación nacional de los recursos hídricos, incluida la identificación de posibles opciones de respuesta, con un enfoque en los humedales costeros y las cuencas hidrográficas asociadas. La experiencia de los proyectos piloto está destinada a informar la futura estrategia de adaptación del gobierno y los programas de desarrollo en la región del Golfo.
Meta	El “Proyecto Humedales” se desarrolló bajo el enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), que se basa en reducir la vulnerabilidad de las personas al cambio climático mediante la conservación y manejo sostenible de los ecosistemas y de sus servicios ambientales.
Costo	\$4.5 mUSD
Actividades realizadas	El proyecto consta de cuatro componentes: 1. el diseño de las medidas de adaptación seleccionadas y la coordinación técnica del proyecto. Diseño detallado de las medidas de adaptación que se implementarán en el marco del proyecto, teniendo en cuenta los programas federales del receptor que se ocupan del manejo de humedales en las áreas piloto. 2. la implementación de medidas piloto de adaptación en humedales altamente vulnerables.

	<p>3. la evaluación de los impactos del cambio climático en la planificación de los recursos hídricos a nivel nacional y en los humedales costeros, incluida la identificación de posibles opciones de respuesta. Desarrollo de escenarios de impacto del cambio climático en los recursos hídricos nacionales del receptor, caracterización hidrológica de cuencas emblemáticas piloto con un enfoque en humedales costeros y cuencas hidrográficas asociadas e identificación de opciones de respuesta y medidas que podrían adoptarse a nivel nacional para incorporar los impactos climáticos anticipados. Cambio en la planificación de los recursos hídricos.</p> <p>4. la gestión de proyectos.</p>
Resultados relevantes	<p><b>Río Papaloapan - Laguna de Alvarado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reforestación con manglar y especies riparias, y rehabilitación del flujo hídrico de canales Este trabajo se llevó a cabo en coordinación con PRONATURA Veracruz, A.C.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Reforestación de 25 ha de manglar mediante la técnica de chinampas y 5 ha de vegetación riparia, en el Área Privada de Conservación “El Pájaro”, Municipio de Alvarado, Veracruz.</li> <li>o Desazolve y limpieza manual de 3 km de canales interiores para restablecer el flujo hídrico y mejorar la recuperación natural del humedal.</li> <li>o Se beneficiaron 40 personas con el pago de jornales y capacitación. Se beneficiaron indirectamente 200 personas.</li> </ul> </li> <li>- Fomento del aprovechamiento sustentable del manglar a través de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Este trabajo se realizó en coordinación con el consultor Ing. Juan López Sayago.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Gestión de una UMA para conservar y manejar sustentablemente el manglar en el Ejido El Tarachi, Municipio de Acula, Veracruz.</li> <li>o Se beneficiaron 23 ejidatarios, y se capacitaron 10 personas. Se beneficiaron indirectamente 115 personas.</li> </ul> </li> <li>- Propuesta de medidas de adaptación para una implementación posterior. Realizado en coordinación con el Consorcio P&amp;G Estructuras Ambientales S.L, Aguas y Cuencas del Mediterráneas S.A., Axis Ingeniería S.A. de C. V. y D. Rafael Sánchez Navarro.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Diseño de cinco medidas de adaptación para su posterior implementación, con base en revisión bibliográfica, diagnósticos socioambientales y talleres con autoridades locales y con comunidades de los Municipios de Acula y Alvarado.</li> </ul> </li> <li>- Diseño de instrumento de planeación territorial con enfoque de cambio climático. Se realizó en coordinación con Pladeyra, S.C.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Elaboración de la Propuesta de Ordenamiento Ecológico Territorial local del Municipio de Alvarado incorporando el enfoque de cambio climático.</li> </ul> </li> <li>- Estación mareográfica y meteorológica. Se realizó en coordinación con el Instituto de Geofísica de la UNAM y el Municipio de Alvarado.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Instalación y operación de una estación mareográfica y meteorológica conectada a la Red Mareográfica Nacional operada por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).</li> </ul> </li> <li>- Talleres de riesgo con enfoque de género. Se realizaron en coordinación con PRONATURA Veracruz y la Consultora Teresa Munguía.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Obtención de la percepción social del riesgo diferenciado por género; identificación de peligros, riesgos y amenazas; elaboración de mapas comunitarios de riesgo; y conformación de un comité ciudadano de atención a emergencias.</li> <li>o Se concientizó a la población sobre los problemas asociados al cambio climático, identificando eventos históricos (línea de tiempo), impactos, pérdidas, soluciones, rutas de evacuación, y ubicación de bienes expuestos.</li> </ul> </li> <li>- Difusión del desarrollo y resultados del proyecto       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Diseño e implementación de una estrategia de comunicación y difusión del proyecto, que incluyó la elaboración de materiales –carteles, cuadrípticos, gorras, playeras, bolsas, lápices, tazas, calcomanías-, videos, y una exposición itinerante. Realizado en coordinación con OIN S.A. de C.V., METANOIA S. A. de C.V., y SVH S.A. de C.V.</li> <li>o Elaboración de cápsulas cortas de video y radio como cierre del proyecto. Realizado en coordinación con Barranca Studio, S.A. de C.V.</li> </ul> </li> </ul>

	<p><b>Sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reforestación con manglar y especies riparias, y rehabilitación del flujo hídrico de canales. Este trabajo se llevó a cabo en coordinación con ADIS BACAB TENOSIQUE, A.C.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Reforestación de 25 ha de manglar y 5 ha de vegetación riparia, en las comunidades de El Golpe y El Mingo, Municipio de Cárdenas, Tabasco.</li> <li>o Desazolve y limpieza manual de 3 km de la ribera del río Santa Ana para restablecer el flujo hídrico y mejorar la recuperación natural del humedal.</li> <li>o Se beneficiaron 102 personas con el pago de jornales y capacitación. Se beneficiaron indirectamente 510 personas.</li> </ul> </li> <li>- Palafitos con ecotecnias demostrativas. Se llevó a cabo en coordinación con Fundación los Hijos de la Tierra, A.C.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Habilitación de 4 palafitos para el resguardo de bienes en caso de inundaciones, que cuentan con energía solar, captación de agua de lluvia, biodigestores y huertos elevados de hortalizas.</li> <li>o Participación activa de las comunidades de El Mingo y El Golpe, Municipio de Cárdenas, Tabasco.</li> <li>o Se beneficiaron 42 personas con el pago de jornales y 12 personas capacitadas en distintas técnicas de construcción. Se beneficiaron indirectamente 210 personas.</li> </ul> </li> <li>- Sistema de captación y potabilización de agua de lluvia. Se realizó en coordinación con CIDECALLI, A.C       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Habilitación de techos y canaletas para la recolección de agua de lluvia, instalación de una cisterna de geomembrana con capacidad de 150 mil litros y de una planta purificadora y potabilizadora de agua de lluvia, así como de bebederos con agua fría para el alumnado, en la escuela primaria "José Luis Castillo Olive", Ejido "Ampliación las Coloradas 2ª Sección Las Aldeas, municipio de Cárdenas, Tabasco.</li> <li>o Se beneficiaron 170 alumnos y profesores de la escuela, 10 personas capacitadas en distintas técnicas de construcción. Se benefician del abastecimiento de agua 393 personas de la comunidad.</li> <li>o Abastece de 2 garrafones diarios de 20 litros por familia.</li> </ul> </li> <li>- Fomento del aprovechamiento sustentable del manglar a través de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Se realizó en coordinación con el consultor M. en C. Ariel Rojo Curiel.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Gestión de una UMA para conservar y manejar sustentablemente el manglar en el Ejido El Golpe, Municipio de Cárdenas, Tabasco.</li> <li>o Se beneficiarán 117 ejidatarios, y se están capacitando 12 personas. Se beneficiarán indirectamente 585 personas.</li> </ul> </li> <li>- Propuesta de medidas de adaptación para una implementación posterior. Realizado en coordinación con el consorcio Thetis, Centro Euro-Mediterráneo sui Cambiamenti Climatici, Coastal Environments.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Diseño de cinco medidas de adaptación para su posterior implementación, con base en revisión bibliográfica, diagnósticos socioambientales y talleres con autoridades locales y con comunidades de los Municipios de Acula y Alvarado.</li> </ul> </li> <li>- Diseño de instrumento de planeación territorial con enfoque de cambio climático. Se realizó en coordinación con Geoecosistemas, S.A. de C.V.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Evaluación del ordenamiento ecológico territorial a nivel regional del Estado de Tabasco, con enfoque de adaptación al cambio climático.</li> </ul> </li> <li>- Estación mareográfica y meteorológica. Se realizó en coordinación con el Instituto de Geofísica de la UNAM con el permiso de la Administración Portuaria Integral en el muelle de Sánchez Magallanes, Tabasco.       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Instalación y operación de una estación mareográfica y meteorológica conectada a la Red Mareográfica Nacional operada por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).</li> </ul> </li> <li>- Fortalecimiento de capacidades de las comunidades. Se realizó en coordinación con Las Mujeres Rurales de la Frontera Sur S.C. de R.L. de C.V.</li> </ul>
--	--


	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Talleres y reuniones para el fortalecimiento de capacidades en las comunidades Las Coloradas, El Mingo y El Golpe para promover la organización comunitaria, facilitar la apropiación de las medidas de adaptación y conservar los recursos naturales.</li> <li>- Talleres de riesgo con enfoque de género. Se realizaron en coordinación con PRONATURA Veracruz y la Consultora Teresa Munguía. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Obtención de la percepción social del riesgo diferenciado por género; identificación de peligros, riesgos y amenazas; elaboración de mapas comunitarios de riesgo; y conformación de un comité ciudadano de atención a emergencias.</li> <li>○ Se concientizó a la población sobre los problemas asociados al cambio climático, identificando eventos históricos (línea de tiempo), impactos, pérdidas, soluciones, rutas de evacuación, y ubicación de bienes expuestos.</li> </ul> </li> <li>- Equipo de alertas tempranas. En coordinación con el Instituto de Protección Civil del Estado de Tabasco. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Instalación de 3 equipos de radiocomunicación en escuelas primarias ubicadas en las comunidades El Golpe, Las Coloradas y El Mingo, que permiten dar alertas tempranas a las comunidades en caso de emergencias climáticas o sanitarias.</li> </ul> </li> <li>- Difusión del desarrollo y resultados del proyecto. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Diseño e implementación de una estrategia de comunicación y difusión del proyecto, que incluyó la elaboración de materiales –carteles, cuadrípticos, gorras, playeras, bolsas, lápices, tazas, calcomanías-, videos, y una exposición itinerante. Realizado en coordinación con OIN S.A. de C.V., METANOIA S. A. de C.V., y SVH S.A. de C.V.</li> <li>○ Elaboración de cápsulas cortas de video y radio como cierre del proyecto. Realizado en coordinación con Barranca Studio, S.A. de C.V.</li> </ul> </li> </ul>
Proyectos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprovechamiento sustentable de manglar mediante una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)</li> <li>- Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) del municipio de Alvarado, con enfoque de cambio climático</li> <li>- Diseño de medidas de adaptación al cambio climático</li> <li>- Reforestación de manglar, vegetación riparia y desazolve de canales para restaurar el flujo hídrico</li> <li>- Cuatro palafitos con huertos elevados, captación de agua de lluvia y energía solar, para resguardo de bienes durante inundaciones</li> <li>- Sistema de captación y purificación de agua de lluvia en una escuela primaria</li> <li>- Equipo de radiocomunicación para dar y recibir alertas climáticas y sanitarias</li> <li>- Fortalecimiento de capacidades de las comunidades</li> <li>- Dos planes de emergencia para reducir el riesgo por inundación</li> <li>- Diseño de medidas de adaptación al cambio climático</li> <li>- Inclusión del enfoque de cambio climático en el Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Tabasco</li> <li>- Área Privada de Conservación "El Pájaro"</li> </ul>
Medidas de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reforestación y recuperación de manglar</li> <li>- Manejo sustentable del manglar mediante la creación de UMAs</li> <li>- Restablecimiento de flujos hídricos</li> <li>- Repoblamiento de arrecifes de coral con ejemplares resistentes a altas temperaturas y baja salinidad</li> <li>- Ampliación de la red mareográfica nacional</li> <li>- Construcción de palafitos</li> <li>- Instalación de un sistema de captación y purificación de agua de lluvia y en paralelo, la creación de una empresa social dedicada a embotellar este recurso.</li> </ul>

Fuentes	<p><a href="https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/426741468045052662/mexico-adaptation-to-climate-change-in-the-coastal-wetlands-in-the-gulf-of-mexico-project">https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/426741468045052662/mexico-adaptation-to-climate-change-in-the-coastal-wetlands-in-the-gulf-of-mexico-project</a></p> <p><a href="https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/adaptacion-en-humedales-costeros-del-golfo-de-mexico-ante-los-impactos-del-cambio-climatico?idiom=es">https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/adaptacion-en-humedales-costeros-del-golfo-de-mexico-ante-los-impactos-del-cambio-climatico?idiom=es</a></p> <p><a href="http://documents1.worldbank.org/curated/en/426741468045052662/pdf/481140PAD0P1001OFFICIAL0USE0ONLY191.pdf">http://documents1.worldbank.org/curated/en/426741468045052662/pdf/481140PAD0P1001OFFICIAL0USE0ONLY191.pdf</a></p>
---------	--


No. Ficha	S2
Título del proyecto	Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas naturales protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático "Proyecto RESILIENCIA"
Ubicación Se implementa en 17 áreas naturales protegidas a nivel federal, lo que abarca 7.8 millones de hectáreas, en 12 ecorregiones y en tres ambientes: terrestre, costero y marino.	<p style="text-align: center;"><b>Localización de los complejos</b></p> 
Fecha (inicio-término)	De 01/09/2014 al 31/12/2020
Fuente de financiamiento	FMAM
Instituciones participantes	CONANP
Objetivo	<p>El Proyecto conocido como "Resiliencia" tuvo como objetivo transformar la gestión y cobertura de las áreas protegidas terrestres y costeras en México para atenuar los impactos directos e indirectos del cambio climático en la biodiversidad de interés mundial. Esto se logró a partir de un enfoque tripartita:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejoramiento del Sistema de Áreas Naturales Protegidas: desarrollo de sistemas de gestión (sistemas de monitoreo y alerta temprana, herramientas para toma de decisiones de gestión y financiamiento sostenible) con el fin de optimizar la preparación a nivel nacional para abordar las implicaciones que se anticipa tendrá el cambio climático en los sistemas de AP en general;</li> <li>2. Expansión del Sistema de Áreas Naturales Protegidas: expansión de las AP en entornos particularmente sensibles al cambio climático, para proteger refugios y corredores;</li> <li>3. Mejoramiento de la efectividad del manejo de 17 ANP para la reducción de impactos y amenazas específicas del cambio climático a la biodiversidad y a las poblaciones: fortalecimiento de la disposición para abordar impactos específicos del cambio en AP vulnerables a través de intervenciones específicas de ecorregión en 17 AP prioritarias.</li> </ol>
Meta	<p>El objetivo del Proyecto Resiliencia es reducir los impactos adversos directos e indirectos del cambio climático sobre la biodiversidad de importancia global, los ecosistemas y las comunidades humanas a partir de fortalecer la efectividad de manejo y configuración espacial de las áreas naturales protegidas en México.</p> <p>Definido bajo un marco anidado de tres niveles -local, regional y nacional-, el Proyecto ha fortalecido tres ejes interrelacionados: institucional, socioeconómico y ecosistémico. Para ello, cuenta con tres componentes que responden a las necesidades de resiliencia de la biodiversidad y de las comunidades en las ANP a diferentes escalas:</p>



Costo	USD \$10,172,727
Diagnóstico	Las áreas naturales protegidas son consideradas soluciones basadas en la naturaleza para enfrentar los factores asociados al cambio climático, tanto en lo que respecta a la mitigación como a la adaptación.
Actividades realizadas	<p>Para lo cual se buscó cumplir con tres grandes resultados:</p> <p>Resultado #1: Marco institucional del sistema de ANP mexicanas fortalecido con criterios de cambio climático y resiliencia que permitan salvaguardar la biodiversidad de manera efectiva.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se desarrollaron instrumentos y herramientas para la conservación, monitoreo, financiamiento y toma de decisiones ante el cambio climático.</li> </ul> <p>Resultado #2: Ampliar el sistema de ANP en sitios con conectividad estratégica con criterios de resiliencia al cambio climático.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se establecieron nuevas áreas de conservación a escala de paisaje, con la finalidad de incorporar refugios climáticos importantes y promover la conectividad entre áreas protegidas entre ANP.</li> </ul> <p>Resultado #3: Promover una gestión efectiva de las ANP para reducir las amenazas climáticas a la biodiversidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se implementaron medidas de adaptación al cambio climático y se desarrollaron capacidades a comunidades locales, así como de la CONANP y de otras dependencias vinculadas con el territorio que contribuyen a la construcción de resiliencia</li> </ul>
Resultados	<p>1. Instrumentos de planeación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de 9 Programas de Adaptación al Cambio Climático (PACC) que brindan respuestas adaptativas en 25 ANP y en donde participaron más de 2000 personas, en su construcción. Esta tarea de diseño participativo implicó el desarrollo de 7 talleres sectoriales, 18 comunitarios y 41 con grupos de trabajo especializados. Participaron mil 195 hombres y 605 mujeres.</li> <li>• 8 Programas de Manejo en ANP con el componente de cambio climático.</li> <li>• Institucionalización de un Sistema de Planificación, Gestión e Información para toma de decisiones en Cambio Climático, para la planeación integrada de uso de tierra y aumento de la resiliencia de la biodiversidad. La plataforma cuenta con tres componentes: terrestre, marino y conectividad bajo criterios de cambio climático.</li> <li>• 10,114.68 hectáreas certificadas como Áreas Destinadas Voluntariamente para la Conservación (ADVC) y en proceso de certificación aproximadamente 15,000 has, para fortalecer la conectividad entre ANP.</li> </ul> <p>2. Gobernanza y género:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimiento de los Consejos Asesores en ANP, como mecanismos de participación, al instalar y consolidar su estructura interna además apoyado en la conformación de subconsejos de cambio climático, reduciendo además la brecha de genero fomentando la participación de grupos de mujeres en estos espacios en las AP del proyecto.</li> <li>• Impulso a la participación de mujeres en el diseño de instrumentos programáticos como el PACC.</li> <li>• Empoderamiento de mujeres a través de su participación como lideresas y tomadoras de decisiones, directamente interviniendo a nivel técnico y de gestión en proyectos productivos sustentables.</li> <li>• Fortalecimiento de capacidades en grupos de mujeres para la restauración de ecosistemas y la protección de sus medios de vida frente a las amenazas del cambio climático.</li> <li>• Diseño del primer PACC con perspectiva de género en Complejo Región de las Grandes Islas en el Golfo de California.</li> </ul> <p>3. Implementación de medidas de adaptación (4,104 has): Derivado del proceso de construcción participativa de los PACC:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 111 ha de manejo de fuego</li> </ul>


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 kms de implementación de cortafuegos</li> <li>• 2,790 ha de restauración estratégica en áreas terrestres</li> <li>• 5 kms bosque de galería</li> <li>• 222 ha de implementación y restauración costera</li> <li>• 715 ha de Implementación de acciones de manejo sostenible de la tierra</li> <li>• 266 ha de implementación de acciones para la prevención, control, erradicación y monitoreo de especies exóticas e invasoras</li> </ul>  <p style="text-align: center;"><b>Proceso de diseño de medidas de adaptación al cambio climático</b></p>
<p>Proyectos relacionados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración de humedales en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México.</li> <li>- Restauración de manglar en el Caracol, Isla Aguada</li> <li>- Restauración de manglares, una medida de adaptación al cambio climático</li> </ul>
<p>Medidas de adaptación</p>	<p>PACC PC-LT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Medida B2 "Ampliar y fortalecer acciones de restauración a diferentes escalas en áreas terrestres consideradas como degradadas dentro del complejo, para aumentar la resiliencia del hábitat y asegurar la calidad de los servicios que proveen""</li> <li>- "Medida B4 "Ampliar y fortalecer acciones de rehabilitación y protección de los ecosistemas costeros, para el restablecimiento de servicios ecosistémicos ligados a la prevención de disturbios y que aumenten la resiliencia de los ecosistemas terrestres""</li> <li>- "Medida B1 "Mantener e incrementar la conectividad de hábitat naturales del complejo y su área de influencia a través de corredores ecológicos, asegurar el desplazamiento y el intercambio genético de las especies para reducir su vulnerabilidad ante los eventos del cambio climático""</li> <li>- Medida C1 "Fomento y desarrollo de técnicas sustentables basadas en el conocimiento tradicional y científico para el aprovechamiento de especies nativas acuícolas que intensifique la cooperación entre comunidades, cooperativas pesqueras, instituciones gubernamentales, academia y afines"</li> <li>- Medida C5 "Desarrollar una estrategia integral de manejo forestal sustentable en la región como actividad productiva que genere economía regional en el complejo y su área de influencia, que incentive la resiliencia de los ecosistemas forestales"</li> </ul>

Fuentes	<a href="https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/500395/Factsheet_GEF_Resiliencia.pdf">https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/500395/Factsheet_GEF_Resiliencia.pdf</a> <a href="https://www.dropbox.com/s/jxaidk2nc5o35yk/Resiliencia_Informe_Final_firmado.pdf?dl=0">https://www.dropbox.com/s/jxaidk2nc5o35yk/Resiliencia_Informe_Final_firmado.pdf?dl=0</a>
---------	--

No. Ficha	S3
Título del proyecto	Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto de Cambio Climático (Proyecto C6)
Ubicación Cuencas Zona Golfo: Tuxpan, Antigua, Jamapa, Huazuntlán, Temoloapa, Usumacinta	
Fecha (inicio-término)	2014-19
Fuente de financiamiento	FMAM-Banco Mundial
Instituciones participantes	CONANP-CONAFOR-INECC-FMCN, Nacional Financiera, S.N.C
Objetivo	El objetivo de desarrollo es promover la gestión ambiental integrada de las cuencas hidrográficas costeras seleccionadas como un medio para lograr la conservación de la biodiversidad, aumentar la resiliencia al cambio climático y mejorar el uso sostenible de la tierra.
Costo	US \$39.5m
Diagnóstico	El proyecto C6 - cuencas costeras se enfoca en 16 cuencas costeras en dos regiones del país. Las dos regiones serán fuertemente impactadas por el cambio climático de acuerdo a proyecciones. Estas 16 cuencas fueron seleccionadas por su alto valor en biodiversidad, presencia de Áreas Naturales Protegidas federales y potencial para colaborar entre instituciones.
Actividades realizadas	El proyecto tiene cinco componentes: (1) El componente de creación y consolidación de áreas protegidas apoyará la creación de nuevas áreas protegidas y fortalecerá la efectividad del manejo de áreas protegidas nuevas y existentes a través del financiamiento de actividades de conservación de la biodiversidad incluidas en los planes operativos anuales. Las actividades clave incluyeron: capitalizar el Fondo para Cuencas Costeras — FCC para financiar actividades para conservar la biodiversidad y recaudar fondos adicionales fuera del FMAM para fortalecer la sostenibilidad de la FCC.

	<p>(2) El componente de promoción de la sostenibilidad dentro de las cuencas hidrográficas llevará a cabo la capitalización del Fondo de Biodiversidad para generar ingresos suficientes para financiar la provisión de PSA. Las actividades clave incluyeron: capitalizar el Fondo de Dotación para la Biodiversidad, mejorar el Pago por Servicios de los Ecosistemas (PSA) e implementar subproyectos para fortalecer las capacidades de las comunidades para el manejo sostenible de bosques y tierras.</p> <p>(3) Habilitar el manejo adaptativo mediante el fortalecimiento del componente de capacidades de monitoreo fortalecerá los sistemas de monitoreo en las cuencas hidrográficas seleccionadas, incluyendo: (i) el desarrollo de modelos de cuencas hidrográficas y sus servicios ecosistémicos con el objetivo de establecer sitios prioritarios para la implementación del proyecto y producir cuencas hidrográficas integradas y / o planes de acción para el manejo de tierras en las subcuencas; y (ii) la realización, dentro de áreas protegidas seleccionadas y sitios prioritarios dentro de las cuencas. Las actividades clave incluyeron: identificación de sitios prioritarios e implementación de actividades sobre el manejo integrado de cuencas hidrográficas, incluido el desarrollo de planes de acción integrados de cuencas hidrográficas / subcuencas (PAMIC) y el fortalecimiento del monitoreo comunitario de los servicios ecosistémicos.</p> <p>(4) El componente de mecanismos innovadores de colaboración interinstitucional y promoción de la participación social llevará a cabo actividades de coordinación y sinergia interinstitucional a nivel regional y local, involucrando a los gobiernos estatales y municipales, la sociedad civil y las instituciones académicas, para promover procesos transversales. Coordinación sectorial, participación y fiscalización de los planes de acción de gestión territorial integrada de cuencas y / o subcuencas. Las actividades clave incluyen el establecimiento y la gestión de mecanismos de colaboración innovadores, como redes, foros y comunidades de aprendizaje.</p> <p>(5) El componente de gestión del proyecto brindará apoyo al Comité Técnico del Proyecto, al Fondo del Golfo de México y al Fondo del Noroeste para. Las actividades clave incluyeron la adquisición de bienes y la prestación de asistencia técnica y capacitación a las instituciones que participaron. en coordinación de proyectos, coordinación regional y supervisión técnica.</p>
Resultados	<p>PAMIC:</p> <p>Los PAMIC son producto de un esfuerzo por mejorar los instrumentos de ordenamiento territorial incorporando la dinámica funcional territorial de la cuenca. Buscan identificar la oferta y demanda de servicios ambientales en la cuenca, incorporando las externalidades que resultan del cambio climático. Son instrumentos que se elaboraron de manera participativa donde los actores locales ven reflejadas sus contribuciones, lo cual facilita su adopción. También funcionan como una hoja de ruta para articular la acción concertada de los diversos actores locales y los tres niveles de gobierno. Los actores involucrados en la elaboración de los PAMIC consideran de enorme valor el proceso y el resultado.</p> <p>El Proyecto C6 propuso la promoción de la sustentabilidad de las cuencas, pero no necesariamente supone lograrla plenamente. Lo que sí es posible determinar es el alcance de los subproyectos que, por el limitado tiempo disponible, se definieron antes de contar con los resultados de los PAMIC con los datos y análisis previos. No obstante, estos fueron mejorados con la información y las conclusiones de los PAMIC que han sido utilizados en diferentes formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o La información generada fue utilizada por la CONAFOR para incluirla entre los criterios de prelación del programa PSA. Es decir, un terreno que aplique y que se encuentre en las áreas de conservación de los PAMIC, tendrá mayor puntaje.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Se utilizan como insumo para proyectos futuros: por ejemplo CONECTA, que es una propuesta que ha sido aceptada en su primera fase de diseño por el FMAM y que se concentra en la ganadería regenerativa en las cuencas del Proyecto C6.</li> <li>o Se reconocen como instrumentos útiles y de calidad incluso fuera del grupo de actores involucrados en el Proyecto C6. Actualmente hay solicitudes para apoyar la elaboración de PAMIC en las cuencas que abastecen las ciudades de La Paz, Colima, San Miguel de Allende.</li> <li>o En la cuenca del Río San Pedro, el PAMIC y los Programas de Acción al Cambio Climático (PACC) para las ANP se armonizaron. El PAMIC se incluyó como una de las medidas de adaptación a realizar en la parte alta y media de las cuencas establecidas en los PACC.</li> <li>o A la fecha no se cuenta con una estrategia para sostener los procesos de los PAMIC, lo cual debe ser considerado en la estrategia de salida del Proyecto C6.</li> </ul>
Proyectos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prácticas silvopastoriles para apoyar la conservación de la cuenca del Tuxpan en Chicontepec de Tejeda, Veracruz (subproyecto C6)</li> <li>- Conservación- Reforestación de zonas riparias con germoplasma nativo en ríos agachapan- Temoloapan y la inducción productiva apícola en manglares de El Pescador, Pajapan, Ver. (Subproyecto C6)</li> </ul>
Medidas de adaptación	<p>PAMIC Tuxpan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas Agrosilvopastoriles</li> <li>- Sistemas Agroforestales</li> <li>- Capacitación, acompañamiento técnico y educación ambiental</li> <li>- Reforestación y plantaciones forestales comerciales</li> <li>- Gestión de espacios de gobernanza e instrumentos locales de compensación por servicios ambientales, para financiar acciones de manejo integral de la cuenca</li> <li>- Restauración y conservación de zonas riparias</li> <li>- Restauración de manglar</li> <li>- Conservación de suelos</li> <li>- Conservación y enriquecimiento de acahuales</li> <li>- Control de aves (urracas) en zonas de naranjales</li> <li>- Ecotecnias</li> <li>- Adecuación de los costos y normas en los apoyos de los programas de gobierno</li> <li>- Control de extracción de materiales de construcción (grava y arena) en los ríos</li> <li>- Regulación del uso de agroquímicos (pérdida de biodiversidad en ríos, mar y cuerpos de agua en general)</li> <li>- Estudios para quitar escolleras y controlar erosión en la costa</li> </ul>
Fuentes	<a href="https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P131709">https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P131709</a>

No. Ficha	S4
Título del proyecto	DUMAC - Iniciativa para la Restauración y Manejo de manglares en la zona costera de la Península de Yucatán
Ubicación	
Fecha (inicio-término)	1995-a la fecha
Fuente de financiamiento	NAWCA, CONAFOR, CONABIO, CONANP, Secretarías estatales de medio ambiente
Instituciones participantes	Duck Unlimited de México A.C. (DUMAC)
Meta	La recuperación de zonas que históricamente han sido un refugio importante para las aves acuáticas migratorias y residentes, así como de la fauna característica de estas áreas, devolviendo además valores y servicios propios de estos humedales generando también el bienestar de las poblaciones humanas que los rodean.
Costo	N/D
Actividades realizadas	El programa de restauración de manglares en la zona costera de la PY de DUMAC se enfoca en áreas que han sido afectadas por la construcción de puertos, la apertura de bocas permanentes a lo largo de la barra costera o por la construcción de infraestructura vial cuyo diseño no es el ideal para zonas de humedales, lo que ha destruido o degradado los manglares. Para lograr la restauración del manglar, los trabajos de DUMAC se centran en la restauración de la hidrología, que es la causa principal de la sobre salinización de los suelos, de los cambios en el hidroperiodo y la consiguiente degradación de los ecosistemas de manglares. Para lograr esto, trabajamos en la construcción de alcantarillas a lo largo de las carreteras que curan los humedales costeros, la apertura de canales y la apertura y desazolve de manantiales naturales de agua dulce.
Resultados	A la fecha DUMAC ha restaurado la hidrología de más de 25,500 hectáreas de humedales con la consiguiente regeneración de 22,250 hectáreas de manglares en la Península de Yucatán, principalmente en los estados de

	Campeche y Yucatán, que representa el 20% de los manglares perdidos en esta región.
Proyectos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración de los humedales del tramo carretero el Remate-Isla Arena</li> <li>- Rehabilitación de manglar en Celestún</li> <li>- Programa de restauración de manglares en la zona costera de la península de Yucatán</li> </ul>
Medidas de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ninguna</li> </ul>
Fuentes	<a href="https://dumac.org/en/2000/08/24/iniciativa-peninsula-de-yucatan/">https://dumac.org/en/2000/08/24/iniciativa-peninsula-de-yucatan/</a>



No. Ficha	S5
Título del proyecto	DUMAC - Iniciativa para la Restauración, Manejo y Conservación de Humedales de Agua Dulce en la Laguna Madre, Tamaulipas
Ubicación	Humedales de Agua Dulce en la Laguna Madre, Tamaulipas
Fecha (inicio-término)	1995-a la fecha
Instituciones participantes	Duck Unlimited de México A.C. (DUMAC)
Objetivo	Esta iniciativa sienta las bases y criterios de trabajo, para la restauración, mejoramiento y conservación de humedales de agua dulce adyacentes a la Laguna Madre de Tamaulipas y Texas, con el fin de garantizar lugares en los cuales las aves acuáticas que se distribuyen en estas áreas, tengan la posibilidad de lavarse las sales que se obtienen al estarse alimentando en una laguna hipersalina como lo es la Laguna Madre
Meta	La recuperación de zonas que históricamente han sido un refugio importante para las aves acuáticas migratorias y residentes, así como de la fauna característica de estas áreas, devolviendo además valores y servicios propios de estos humedales generando también el bienestar de las poblaciones humanas que los rodean.
Costo	N/D
Actividades realizadas	N/D
Resultados	N/D
Proyectos relacionados	- Restauración de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Madre
Medidas de adaptación	- Ninguna

No. Ficha	S6
Título del proyecto	Implementation of the Strategic Action Program of the Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem (GoM LME Project)
Ubicación	Golfo de México
Fecha (inicio-término)	2016-21
Fuente de financiamiento	Proyecto binacional México-EUA con ONUDI como agencia implementadora y fondos de FMAM
Instituciones participantes	SEMARNAT, NOAA
Objetivo	Los principales objetivos de este proyecto son mejorar la calidad del agua, rehabilitar los ecosistemas costeros y marinos y evitar el agotamiento de los recursos marinos en el GoM-LME.
Costo	N/D
Diagnóstico	<p>Durante 2008 - 2013, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) desarrolló un Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT) / Programa de Acción Estratégica (PAE) basado también en un proyecto binacional del FMAM, con el objetivo de sentar las bases de los enfoques de gestión del LME para rehabilitar los ecosistemas marinos y costeros, recuperar poblaciones de peces agotadas y reducir la contaminación y la sobrecarga de nutrientes.</p> <p>Como resultado, el PAE para el GoM LME fue acordado y respaldado por México y los Estados Unidos y nuevamente confiado a la ONUDI para su implementación.</p> <p>Esta iniciativa binacional continuará con la implementación de ADT y PAE durante 2016-2021, con una nueva inversión del FMAM y el cofinanciamiento de México y Estados Unidos. Instituciones científicas y técnicas seleccionadas, bajo la coordinación de la ONUDI, actuarán como organismos de ejecución del Proyecto.</p>
Actividades realizadas	<p>3 componentes del proyecto:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejorar la calidad del agua</li> <li>2. Evitar el agotamiento de los recursos marinos vivos (LMR)</li> <li>3. Ecosistema marino y costero</li> </ol> <p>Además, se incluyó un componente de gestión con el objetivo de apoyar un seguimiento y evaluación activos del proyecto por parte de la ONUDI, y la difusión más amplia posible de los resultados y las lecciones aprendidas.</p>
Proyectos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyecto piloto en Conservación y Restauración de manglares del GoM LME</li> <li>- Restauración de manglares en Tecolutla</li> <li>- Restauración y monitoreo de manglar en el estero de Bahamitas</li> </ul>
Medidas de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ninguna</li> </ul>
Fuentes	<a href="https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/409202/TDA_GoM_LME_Executive_Summary.pdf">https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/409202/TDA_GoM_LME_Executive_Summary.pdf</a>

No. Ficha	S7
Título del proyecto	Fomento a la sinergia institucional para consolidar la gestión de las áreas naturales protegidas de México (Proyecto SINERGIA)
Ubicación	Pantanos de Centla, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, Sistema Arrecifal Veracruzano, Laguna de Términos, Ría Celestún, Ría Lagartos, Los petenes, Yum Balam
Fecha (inicio-término)	2014-19
Fuente de financiamiento	PNUD
Instituciones participantes	CONANP
Objetivo	Consolidar iniciativas estratégicas que fortalezcan la actuación de la CONANP para el manejo efectivo de las áreas naturales protegidas, en el marco de la Estrategia 2040.
Meta	<p>Resultado 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 25 ANP vulnerables incorporan al menos tres herramientas para la prevención y respuesta frente al cambio climático.</li> <li>2) 18 ANP vulnerables cuentan con personal capacitado para atender el tema de adaptación al cambio climático</li> </ol> <p>Resultado 2:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tres herramientas institucionales desarrolladas para la valoración de los servicios ecosistémicos en las áreas naturales protegidas.</li> <li>2) 100% de las direcciones regionales se han capacitado en el tema de valoración de servicios ecosistémicos.</li> <li>3) 26 ANP son susceptibles de adoptar herramientas de valoración</li> </ol> <p>Resultado 3:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 54 Áreas naturales protegidas implementan la estrategia de capacitación de organización comunitaria.</li> <li>2) 104 Áreas naturales protegidas están capacitadas para facilitar procesos de desarrollo sustentable comunitario.</li> <li>3) 52 Áreas naturales protegidas instalan mecanismo de participación social.</li> <li>4) Un Sistema de Información Geográfico opera sistemáticamente y registra información actualizada de las hectáreas bajo uso y aprovechamiento sustentable.</li> <li>5) 32 Productores de las áreas naturales protegidas rediseñan su marca y la aplican para mejorar el posicionamiento de su producto y/o servicio.</li> </ol> <p>Resultado 4:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Un programa de nuevas áreas protegidas 2015 - 2018 diseñado con criterios de conectividad representativa y gobernanza.</li> <li>2) 500,000 Hectáreas terrestres decretadas con criterios de conectividad, representatividad y gobernanza.</li> <li>3) 500,000 Hectáreas marinas decretadas con criterios de conectividad, representatividad y gobernanza.</li> </ol>
Costo	USD \$21,975,034.29
Diagnóstico	<p>La CONANP determinó que existen seis herramientas básicas para que las ANP puedan prevenir el cambio climático y dar una respuesta efectiva para su atención y que, de esas seis, se debían incorporar al menos tres con la finalidad de atender de manera más eficiente y efectiva el tema en las mismas.</p> <p>Las herramientas son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protocolos de atención a contingencias elaborado por cada área natural protegida.</li> <li>- Programas de Adaptación al Cambio Climático para cada ANP vulnerable</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapas de riesgo por ANP</li> <li>- Plataforma de información climática que integre semáforos de alerta temprana por área natural protegida y ecosistema.</li> <li>- Sistematización de información sobre las medidas de adaptación diseñadas e instrumentadas en ANP</li> <li>- Sistema de monitoreo y evaluación sobre capacidad adaptativa institucional operando (Diagnóstico Rápido de Vulnerabilidad)</li> </ul>
Actividades realizadas	<p>Resultado 1.- Cambio Climático: Incrementar la capacidad adaptativa de las ANP's y de la CONANP para atender amenazas exacerbadas por el cambio climático.</p> <p>Resultado 2.- Valoración de servicios ecosistémicos: Lograr un conocimiento homologado acerca de la valoración de los bienes y servicios ecosistémicos para promover el desarrollo y la implementación de instrumentos económicos y jurídicos que fortalezcan el manejo efectivo de las áreas naturales protegidas.</p> <p>Resultado 3.- Capacidades Institucionales y de la Organización Comunitaria: Fortalecer la organización de las comunidades e incrementar las capacidades de la CONANP y de actores sociales para articular políticas públicas que orienten el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las ANP.</p> <p>Resultado 4.- Nuevas ANP: Asegurar la conectividad de mantener los servicios ambientales a través de las áreas naturales protegidas y los diversos instrumentos de conservación.</p>
Resultados	<p>Resultado 1:</p> <p>Al término del Proyecto SINERGIA 24 ANP incorporaron al menos tres herramientas y 8 se encuentran en proceso de incorporar la tercera.</p> <p>En este Resultado el fortalecimiento de las capacidades del personal en el tema cambio climático se capacitó llevó a cabo en 39 ANP sobre los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Taller para capacitar al personal técnico de ANP en la reducción de riesgo ante desastres, en un contexto de cambio climático</li> <li>-Taller de Transversalización de la reducción de riesgo de desastre en áreas naturales protegidas</li> <li>-Taller de capacitación para el fortalecimiento de capacidades en materia de reducción de riesgo ante desastres ante cambio climático.</li> <li>• En este Resultado, en las acciones para la prevención, combate y evaluación de incendios forestales, el Proyecto fortaleció a 13 ANP para desarrollar las siguientes acciones:</li> <li>- Mantenimiento y rehabilitación de torres de vigilancia para prevención de Incendios.</li> <li>- Capacitación a guardaparques en el combate y prevención de incendios forestales.</li> <li>- Recorridos para la prevención y combate de incendios.</li> <li>- Detección de incendios forestales los cuales combatieron con personal técnico de las áreas naturales protegidas y regiones prioritarias para la conservación.</li> <li>- Rehabilitaron brechas cortafuego y se realizó reacomodo de materiales combustibles.</li> <li>- Monitoreo de puntos de calor en el sistema de alerta temprana de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO).</li> <li>- Establecimiento de brigadas de contingencias ambientales.</li> <li>- Registro en Sistemas de Información Geográficas de información sobre incendios forestales.</li> <li>- Generación de mapas de los incendios presentados.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de evidencia fotográfica e informes de campo de los incendios atendidos.</li> <li>- Restauración de zonas dañadas</li> <li>• El proyecto con respecto a las actividades de monitoreo biológico y ambiental fortaleció a 23 ANP para realizar las siguientes actividades, principalmente:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejecución de protocolos de monitoreo con participación comunitaria, en donde se realizan prácticas de búsqueda, identificación y registro de especies, como: <i>Ambystoma altamirani</i> (ajolote); ave chipes; ave luises; ave martín pescador; ave peas; ave tangaras; ave tucaneta; berrendo; coatí; cóndor de california; coral; cotorra atolera y catarina; guacamaya verde; jaguar; lagarto cornudo cola plana; mapaches; mariposa monarca; murciélagos; nutria; ocelote; oso hormiguero; pecarí de collar; perico frente lila y cabeza amarilla; tigrillo; tlacuaches; tortuga casquito; tortuga golfinia; tortuga <i>kinosternon oaxacae</i>; tortuga laud; tortuga prieta; venado cola blanca.</li> <li>- Trabajos colaborativos con universidades o centros de investigación en los estados.</li> <li>- Reuniones con redes de monitores</li> <li>- Actualizaciones de bases de datos</li> <li>- Entrega de cámaras trampa a grupos comunitarios para realizar las actividades de monitoreo</li> <li>- Acciones de monitoreo de la calidad ambiental de los arroyos y ríos permanentes.</li> </ul> </li> </ul>
Proyectos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ninguno</li> </ul>
Medidas de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programas de Adaptación en ANP vulnerables al cambio climático</li> <li>- Mapas de riesgo por ANP diseñados</li> <li>- Plataforma de información climática operando y que genera síntesis de datos diarios, mensuales y anuales</li> <li>- Sistematización de información sobre las medidas de adaptación diseñadas e instrumentadas en ANP</li> <li>- Sistema de monitoreo y evaluación sobre capacidad adaptativa institucional operando</li> <li>- Taller para capacitar al personal técnico de ANP en la reducción de riesgo ante desastres, en un contexto de cambio climático</li> <li>- ANP con acciones para la prevención, combate y evaluación de incendios forestales</li> </ul>
Fuentes	<p><a href="https://pnud_sinergia.conanp.gob.mx/sinergia/assets/SI_Formato_Informe_FinalProyectos_SINERGIA.pdf">https://pnud_sinergia.conanp.gob.mx/sinergia/assets/SI_Formato_Informe_FinalProyectos_SINERGIA.pdf</a></p> <p><a href="https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/proyecto-sinergiapnud">https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/proyecto-sinergiapnud</a></p>

No. Ficha	S8
Título del proyecto	LHCEM EPOMEX
Ubicación	En los últimos 17 años el LHCEM ha centrado su atención en temas relacionados a diagnósticos ambientales, restauración, emisiones de gases de efecto invernaderos y captura de carbono ; desarrollando más de 65 proyectos a nivel nacional e internacional, con distintas instituciones de alto reconocimiento
Fecha (inicio-término)	N/A
Fuente de financiamiento	N/A
Instituciones participantes	EPOMEX
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Generar, aplicar y difundir conocimiento científico, a través de investigación en los campos de conservación, vulnerabilidad y resiliencia de los ecosistemas en función de las actividades antrópicas y los efectos del cambio climático, desarrollando propuestas y programas de restauración ecológica, ambiental e ingeniería ambiental en los ecosistemas costeros.</li> <li>○ Formar recursos humanos en el ámbito de la restauración ecológica, ambiental e ingeniería ambiental, carbono azul, salud ambiental y efectos del cambio climático en los ecosistemas costeros y terrestres mediante la incorporación de estudiantes en investigaciones a nivel licenciatura y posgrado.</li> <li>○ Capacitación especializada a funcionarios sobre evaluaciones y peritajes ambientales, restauración, elaboración y evaluación de proyectos.</li> <li>○ Lograr la vinculación con los sectores público y privado para ofertar los Servicios especializados sobre la evaluación del impacto y compensación ambiental, peritaje ambiental, estudios ecosistémicos, aplicación de políticas ambientales, y restauración de ecosistemas costeros.</li> <li>○ Impartir cursos y diplomados enfocados en la elaboración, ejecución y evaluación de proyectos que anticipen futuros efectos ambientales negativos y positivos de determinadas acciones; de compensación y mitigación por acciones realizadas en los ecosistemas. Así como, en formación sobre asuntos relacionados con conocimientos y experiencia en peritajes ambientales.</li> </ul>
Meta	Realizar investigación, desarrollo y aplicación de estrategias, metodologías, técnicas y acciones orientadas al desarrollo e innovación tecnológica que apoye a la conservación, manejo, recuperación de ecosistemas, adaptación a los efectos del cambio climático, así como la aplicación del peritaje ambiental, para coadyuvar al mantenimiento de los ecosistemas y sus servicios ambientales; para resolver problemas nacionales y asesorar en la resolución de problemas internacionales, enfocado al beneficio social y la formación de recursos humanos de alto nivel.
Costo	N/A
Actividades realizadas	El Laboratorio de Humedales Costeros con especialidad en Manglar (LHCEM), pertenece al Instituto EPOMEX (Universidad Autónoma de Campeche). En este se desarrollan proyectos de investigación enfocados en los siguientes temas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración de ecológica.</li> <li>- Diagnóstico y evaluación de impacto ambiental.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudios de grado de conservación.</li> <li>- Vulnerabilidad y resiliencia.</li> <li>- Biomasa y secuestro de carbono.</li> <li>- Variabilidad climática</li> <li>- Dendrocronología</li> </ul> <p>Todo esto con el fin de definir instrumentos de gestión que apoyen en la asignación de políticas ambientales. Asimismo, en el LHCEM, se implementan metodologías para incrementar el éxito en proyectos de restauración ecológica, además de ejecutar restauraciones a pequeña y gran escala, mediante el manejo hidrológico (modelos), dinámica de sedimentos, análisis fisicoquímicos, y respuestas ecofisiológicas, incluyendo el componente socioeconómico. De igual forma, se ejecutan investigaciones orientadas a la exploración del potencial genético y estudios sobre el efecto de la variabilidad climática en humedales, analizando las emisiones de gases de efecto invernadero y el comportamiento de biomoléculas.</p>
Resultados	<p>En temas de Restauración, la propiedad intelectual transferida a través de la elaboración, ejecución y asesoría de proyectos orientados a la restauración ecológica a pequeña (menor a 50 hectáreas) y gran escala (mayores a 1100 hectáreas), ha propiciado el financiamiento con un fondo de más de 62 millones de pesos; con éxito en cada programa de restauración; esto ha sido validando mediante análisis químicos; y reconocido a través del manifiesto de conformidad con los resultados obtenidos en el convenio de colaboración con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Universidad Autónoma de Campeche (UAC), donde se desarrolló un programa de restauración ecológica de más de 40 hectáreas desde el año 2006, alcanzando como logro la recuperación de servicios ecosistémicos. Otro ejemplo claro de éxito en restauración de manglar es el éxito del programa de restauración ecológica de 600 ha en la Reserva de la Biosfera los Petenes, Campeche, realizada durante el período del 2013 al 2017 con apoyo de la CONAFOR, y con una inversión de 32 millones.</p>
Proyectos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de restauración en el estero del Pargo</li> <li>- Estrategias de restauración en Isla de Carmen</li> <li>- Restauración ecológica de manglar en Isla Jaina, Campeche</li> <li>- Restauración Ecológica Comunidad Nunkini</li> </ul>
Medidas de adaptación	Ninguna
Fuentes	<a href="http://humedalescosterosepomex.com/ES/index.html#laboratory">http://humedalescosterosepomex.com/ES/index.html#laboratory</a>



No. Ficha	S9
Título del proyecto	PPD F06
Ubicación	Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas y Tabasco a través del enfoque de paisaje
Fecha (inicio-término)	2019
Fuente de financiamiento	FMAM-PNUD
Objetivo	La 6ª Fase se concentra en cinco paisajes. Por su ubicación, estos paisajes comparten características geográficas, culturales y ambientales que los convierten en zonas estratégicas. Las estrategias de paisaje se desarrollaron de forma participativa con comunidades locales en 2019 con visión para el 2030 y buscan atender necesidades comunitarias actuales, basándose en la percepción de su entorno biocultural y promoviendo el manejo sustentable de los recursos naturales en los ecosistemas más biodiversos del sureste mexicano.
Meta	El PPD se basa en tres pilares que fomenta en todas sus acciones y por tanto se busca llegar a grupos y organizaciones dispuestas a trabajar bajo el entendido de esta tríada: Cuidado y valorización de la biodiversidad como base de nuestro bienestar. Promoción de la equidad de género para construir sociedades justas. Transparencia y ética en todas las acciones y actividades.
Costo	N/D
Actividades realizadas	<p><b>PAISAJE COSTERO DEL GOLFO DE MÉXICO Y CARIBE</b> Se ubica en la zona costera de la Península de Yucatán y el área marina donde se lleva a cabo la actividad de pesca ribereña. En la zona costera prevalecen las selvas inundables, manglares y petenes, así como vegetación acuática menor. El área marina incluye la plataforma continental a 200 metros de profundidad en Campeche y Yucatán, mientras que en Quintana Roo varía hasta los 1500 m. En este paisaje se busca multiplicar las experiencias exitosas de pesca responsable, el turismo alternativo y la restauración de los ecosistemas degradados, que son altamente vulnerables ante los cambios globales, así como fortalecer el manejo sustentable de la biodiversidad y consolidar la gobernanza en torno a estos bienes compartidos.</p> <p><b>PAISAJE CUENCA BAJA GRIJALVA - USUMACINTA</b> Se encuentra ubicado en el estado de Tabasco y en menor proporción en los estados de Campeche y Chiapas, en el sureste de México. Es un paisaje en el cual fluye el 33% del agua dulce del país y es la cuenca que posee al río de mayor caudal en México y Centroamérica. Su biodiversidad es de importancia global, albergando especies emblemáticas como el manatí, tortuga pochitoque, pejelagarto, mojarra castarrica, mono araña, jaguar y manglares. Es una región que se considera con alto impacto antropogénico, especialmente por la pérdida y degradación de los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos, resultando en una acelerada afectación a los medios de vida de las comunidades locales. La estrategia de la cuenca baja del Grijalva-Usumacinta busca multiplicar experiencias exitosas de manejo sustentable de la biodiversidad, de manera armónica con medios de vida que son parte de la identidad local, como la acuicultura con especies nativas, el turismo alternativo y la agroecología, así como impulsar actividades de restauración en beneficio de los habitantes locales.</p>

Proyectos relacionados	<ul style="list-style-type: none"><li>- PPD-PNUD Dzinitum</li><li>- proyecto Centro Ecoturístico Carey</li><li>- Ecoturismo entre cocodrilos y manglares en Isla Arena</li><li>- Turismo alternativo en humedales de Isla Aguada</li><li>- Cultivo de mojarra Castarrica y Pejelagarto</li><li>- Acuacultura Sustentable en Calax, Sabancuy</li></ul>
Medidas de adaptación	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ninguna</li></ul>
Fuentes	<a href="http://ppdmexico.org/acerca-del-ppd.html">http://ppdmexico.org/acerca-del-ppd.html</a>

No. Ficha	S10
Título del proyecto	Fundación Pedro y Elena Hernández – Proyectos Veracruz
Ubicación	Sierra de Otontepec, norte de Veracruz. Cuenca hídrica alta y baja del río Tancochín, norte de Veracruz. Laguna de Tamiahua, norte de Veracruz
Fecha (inicio-término)	N/D
Fuente de financiamiento	N/D
Objetivo	Lograr la recuperación de la funcionalidad hidrológica y ecológica de la cuenca hídrica del río Tancochín, atendiendo las causas directas del deterioro ambiental, a partir de un enfoque sistémico, integral y de paisaje.
Costo	N/D
Actividades realizadas	<p>Proyecto Laguna de Tamiahua / Cuenca Baja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Programa de Pago por Servicios Ambientales por conservación de la biodiversidad a través de fondos concurrentes en el Corredor Costero del Municipio de Tamiahua, al norte de Veracruz. / Conservación de 2 779.98 ha de manglares, selvas medianas subperennifolias, bosques de encinos tropicales y cuerpos de agua.</li> <li>○ Planeación territorial y proyectos.</li> <li>○ Proyecto custf (Programa de Compensación Ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales) para restauración de manglares. Se espera un impacto total de 1 319 ha, así como reforestar 118.5 ha de manglar para recuperar cobertura vegetal.</li> <li>○ Monitoreo comunitario de biodiversidad.</li> <li>○ Manejo sostenible de humedales.</li> <li>○</li> </ul>
Resultados	<p>Logros generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Conservación de 6 500 ha: 3 500 dentro del Área Natural Protegida (ANP) Sierra de Otontepec y 2 779 en el Corredor Costero de la Laguna de Tamiahua.</li> <li>○ Restauración y protección de 31 ha de bosque ripario, que corresponde a un afluente del río Tuxpan, en la Sierra de Otontepec.</li> <li>○ Mejora de manejo de potreros en 1 000 ha de área próxima a la Sierra de Otontepec.</li> <li>○ Mediante un proceso de Planeación Territorial Participativa - Ordenamientos se impulsa el desarrollo territorial sustentable en 13 ejidos.</li> <li>○ Establecimiento de 15 módulos productivos: nueve de vainilla, tres de café y dos de hortalizas.</li> <li>○ Activación de dos centros operativos de vanguardia para la coordinación y ejecución de los programas y proyectos.</li> <li>○ Un millar de familias beneficiadas (equivalente a 4 589 personas).</li> <li>○ Sinergias con CONAFOR, CONANP, FSB, FMCN, GIZ, SEDEMA.</li> </ul>
Proyectos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración comunitaria manglar Tamiahua, Veracruz</li> <li>- Restauración comunitaria del ecosistema de manglar en la cuenca baja del río Tancochín y porción norte del corredor costero de Tamiahua, en el Estado de Veracruz, México.</li> </ul>
Medidas de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ninguna</li> </ul>
Fuentes	<a href="https://www.pedroyelena.org/programas/veracruz.html">https://www.pedroyelena.org/programas/veracruz.html</a>

No. Ficha	S11
Título del proyecto	ACTA NORTEAMERICANA PARA LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES (NAWCA) -- PROGRAMA MÉXICO
Ubicación	Estados Unidos, México y Canadá
Fecha (inicio-término)	2007 a la fecha
Fuente de financiamiento	NAWCA
Objetivo	La Ley de Conservación de los Humedales de América del Norte (PL 101-233) (13 de diciembre de 1989) autoriza un programa de hábitats de humedales, administrado por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, que otorga subvenciones para proteger y administrar los hábitats de los humedales para las aves migratorias y otros animales salvajes en los Estados Unidos, México y Canadá. Un consejo de nueve miembros se reúne periódicamente para decidir qué proyectos financiar.
Costo	El programa fomenta proyectos de costos compartidos entre el sector privado y el público. Debe asignar entre el 50% y el 70% de todos los fondos a proyectos en México y Canadá, y no más del 50% de la participación de EE. UU. Para proyectos en estos países puede provenir de fuentes federales. La Ley fue reautorizada recientemente hasta el año fiscal 2007 en P.L. 107-308, que aumenta gradualmente el nivel de financiación a \$ 75 millones en el último año (2020). El monto máximo bajo la ley siempre ha sido US\$1 millón por proyecto, pero en realidad el promedio actual, en los últimos años, ha sido de alrededor de US\$350,000, con montos entre US\$50,000 y US\$ 720,000.
Actividades realizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Compra, restauración, mejoramiento o protección (legal y al largo plazo) de tierras en ecosistemas de humedales y hábitats asociados a los humedales para la conservación de aves migratorias y otros peces y vida silvestre</li> <li>○ Desarrollo de infraestructura</li> <li>○ Capacitación y formación ambiental</li> <li>○ Estudios de uso sustentable</li> </ul>
Resultados	La Ley de Conservación de los Humedales ha proporcionado a América del Norte formas diferentes y efectivas de preservar los humedales para garantizar que los hábitats de la vida silvestre y las aves migratorias estén seguros. Se han iniciado más de 2.000 proyectos, colaborando con otras 3.000 organizaciones. Estas colaboraciones incluyen actores públicos y privados y más de 25 millones de acres en los Estados Unidos. Más de \$ 411 millones en asignaciones federales se han apalancado en \$ 3,5 mil millones que crean empleos a través de NAWCA, y estos empleos han acumulado \$ 200 millones en ganancias anuales de los trabajadores.
Proyectos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reforestación de manglar en la ciénaga de Chabihau</li> <li>- Rehabilitación del manglar de Dzilam de Bravo</li> <li>- Restauración de la "Curva" Yucalpetén</li> <li>- Rehabilitación del manglar de la Ciénega de Progreso</li> <li>- Restauración ecológica de manglares en Río Lagartos, Yucatán</li> <li>- San Crisanto: un proyecto de desarrollo sustentable</li> <li>- Restauración ecológica de manglares en Sisal, Yucatán</li> </ul>
Medidas de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ninguna</li> </ul>
Fuentes	<a href="https://www.fws.gov/birds/grants/north-american-wetland-conservation-act/how-to-apply-for-a-nawca-grant.php">https://www.fws.gov/birds/grants/north-american-wetland-conservation-act/how-to-apply-for-a-nawca-grant.php</a>



### Anexo 3.4: Fuentes revisadas para la revisión, extracción y preselección

- Carabias, Julia, et al. (coords.). (2010). Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- 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. Recuperado de <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11688-lisis-de-las-oportunidades-para-la-integraci-n-del-concepto-de-carbono-azul-en-es.pdf>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2015). Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: Una Convocatoria para la Resiliencia de México (2015-2020). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México
- CONANP. (2018). Prontuario estadístico de Iniciativas Productivas Comunitarias en Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México
- CONANP y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD México). (2020). Resumen Ejecutivo del Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo de las ANP Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla-Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos.
- Construcción de Criterios para el Diseño de Medidas de Adaptación al Cambio Climático en México. Recuperado de <https://www.gob.mx/inecc/documentos/investigaciones-2018-2013-en-materia-de-adaptacion-al-cambio-climatico>
- Desarrollo de estrategias de adaptación al cambio climático en municipios vulnerables del Golfo de México. Convenio inecc/a1-013/2014. Propuesta metodológica para la selección de municipios vulnerables en Veracruz para trabajar el proyecto "desarrollo de estrategias de adaptación al cambio climático en municipios vulnerables del Golfo de México". Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/300231/CGACC\\_2015\\_Desarrollo\\_de\\_es-trategias\\_de\\_adaptacion\\_al\\_cambio\\_climatico\\_en\\_municipios\\_vulnerables\\_del\\_Golfo\\_de\\_Mexico\\_Parte1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/300231/CGACC_2015_Desarrollo_de_es-trategias_de_adaptacion_al_cambio_climatico_en_municipios_vulnerables_del_Golfo_de_Mexico_Parte1.pdf)
- Domínguez-Domínguez M., J. Zavala-Cruz, P. Martínez-Zurimendi. (2011). Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco, México. 137 p.
- Domínguez-Domínguez M., J. Zavala-Cruz, P. Martínez-Zurimendi. (2011). Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco, México. 137 p.
- Estrategia Regional de Adaptación al Cambio Climático de la Península de Yucatán. Recuperado de <http://www.ccpy.gob.mx>
- FEBA (Friends of Ecosystem-based Adaptation). (2017). Hacer que la adaptación basada en ecosistemas sea eficaz: un marco para definir criterios de cualificación y estándares de calidad (documento técnico de FEBA elaborado para CMNUCC-OSACT 46). Bertram, M.I, Barrow, E.2, Blackwood, K.3, Rizvi, A.R. 3, Reid, H.4, y von Scheliha-Dawid, S.5 (autores y autoras). GIZ, Bonn, Alemania, IIED, Londres, Reino Unido, y UICN, Gland, Suiza. 14 pp.
- Gobierno de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Contribución Determinada a nivel Nacional: México. Versión actualizada 2020.
- Herrera-Silveira, J. A., Pech-Cárdenas, M. A., Morales-Ojeda, S. M., Cinco-Castro, S., Camacho-Rico, A., Sosa, J. P. C., & Teutli-Hernández, C. (2020.) Blue carbon of Mexico, carbon stocks and fluxes: a systematic review. PeerJ, 8, e8790.  
[https://rsis.ramsar.org/es/rsis-search/?language=es&f\[0\]=regionCountry\\_es\\_ss%3AMéxico](https://rsis.ramsar.org/es/rsis-search/?language=es&f[0]=regionCountry_es_ss%3AMéxico)
- <https://www.gob.mx/conafor/documentos/acciones-tempranas-redd>
- INECC-FGM. (2018). «Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas Hídricas: Cuenca del río La Antigua». Proyecto: Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto del Cambio Climático. 156pp
- INECC-FGM. (2018). «Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas Hídricas: Cuenca del río Jamapa». Proyecto: Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto del Cambio Climático. 151pp
- INECC-FGM. (2018). «Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas Hídricas: Cuenca del río Tuxpan». Proyecto: Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto del Cambio Climático. 160pp.

- INECC. (2020). Fichero de iniciativas de Adaptación al Cambio Climático promovidas por el Gobierno Federal. Proyecto "Construcción de esquemas de monitoreo y evaluación de la adaptación en México para la formulación de políticas públicas basadas en evidencia" (INECC-CONACYT). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México.
- INECC-PNUD México. (2017). Estudio para la identificación, caracterización y evaluación del balance entre las emisiones de GEIs y las zonas de captura y almacenamiento de carbono en zonas de ecosistemas costero/marinos del Pacífico, Golfo de México y la Península de Yucatán (Carbono azul). Proyecto 85488 "Sexta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", 430 pp. Programa Mexicano del Carbono, A.C. México.
- Iniciativa Campeche Sostenible. Plan de Acción. Recuperado de <http://ccpy.yucatan.gob.mx/pdf/agenda-campeche/campeche-sostenible-plan-de-accion/CiudadesSustentablesCampechePlanDeAccion2015.pdf>
- Magaña, V., Gómez, L., Neri, C., Landa, R., León, C., & Ávila, B. (2011). Medidas de adaptación al cambio climático en humedales del Golfo de México. INE: Mexico City, Mexico, 90
- Manglares en México: Acciones de Protección, Conservación, Aprovechamiento y Restauración por la CONAFOR. Dr. Ramón Silva Flores. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/614955/Acciones\\_de\\_CONAFOR\\_Ramon\\_Silva\\_compressed\\_1\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/614955/Acciones_de_CONAFOR_Ramon_Silva_compressed_1_.pdf)
- Martínez, A. T., Báez, A. C., Zamora, M. E. E., López, T. G., Olivera, M. E. G., Bonilla, A. G., ... & Uscanga, G. (2009). Programa Veracruzano ante el cambio climático. Universidad Veracruzana. Versión corregida y aumentada.
- Plan de Acción Climática Municipal, La Antigua, Veracruz. Recuperado de <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/pacmun/>
- Plan de Acción Climática Municipal, Tecolutla, Veracruz. Recuperado de <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/pacmun/>
- Plan de Inversión de México. PROGRAMA DE INVERSIÓN FORESTAL. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/195765/Plan\\_de\\_Inversion\\_Forestal\\_Mexico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/195765/Plan_de_Inversion_Forestal_Mexico.pdf)
- Plan de Manejo Área Privada de Conservación "El Pájaro" Municipio de Alvarado, Veracruz. Recuperado de <https://pronaturaveracruz.org/PDFs/apc/PLAN%20DE%20MANEJO%20APC%20EL%20PAJARO%20-%20JLobeira.pdf>
- Plan de Manejo Área Privada de Conservación "Reserva Biólogo Omar Trujillo Santos" Municipio De Alvarado Veracruz. Recuperado de <https://pronaturaveracruz.org/PDFs/apc/PLAN%20DE%20MANEJO%20APC%20CANATES%20-%20Pronatura.pdf>
- PNUD México -INECC.( 2017). Identificación de zonas propias para desazolve, brechas cortafuego y erradicación de especies invasoras. Proyecto 86487 "Plataforma de Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y México". 57 pp. José Teofanis López Sayago. México.
- PNUD México-INECC.( 2016). Mapeo y evaluación de acciones de adaptación al cambio climático en el sector ambiental de México: 2009-2015. Proyecto 86487 "Plataforma de Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y México". 62 pp. María Luisa Cuevas Fernández. México.
- Política Nacional de Humedales
- Programa de Acción Climática Municipal, Tamiahua, Veracruz. Recuperado de <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/pacmun/>
- Programa de Acción Climática Municipal, Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz. Recuperado de <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/pacmun/>
- Programa de manejo Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo. Recuperado de [https://simec.conanp.gob.mx/pdf\\_libro\\_pm/122\\_libro\\_pm.pdf](https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/122_libro_pm.pdf)
- Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Recuperado de [https://simec.conanp.gob.mx/pdf\\_libro\\_pm/44\\_libro\\_pm.pdf](https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/44_libro_pm.pdf)



- Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. Recuperado de [https://simec.conanp.gob.mx/pdf\\_libro\\_pm/118\\_libro\\_pm.pdf](https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/118_libro_pm.pdf)
- Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Recuperado de [https://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/pdf/programas\\_manejo/centla.pdf](https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/centla.pdf)
- Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Ría Celestún. Recuperado de [https://simec.conanp.gob.mx/pdf\\_libro\\_pm/54\\_libro\\_pm.pdf](https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/54_libro_pm.pdf)
- Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Recuperado de [https://simec.conanp.gob.mx/pdf\\_libro\\_pm/57\\_libro\\_pm.pdf](https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/57_libro_pm.pdf)
- Programa de Manejo Sistema Arrecifal Veracruzano. Recuperado de [https://simec.conanp.gob.mx/pdf\\_libro\\_pm/135\\_libro\\_pm.pdf](https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/135_libro_pm.pdf)
- Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán. Análisis de la información hidrometeorológica, geológica y geomorfológica del Estado de Yucatán. Recuperado de [http://www.ccpy.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos\\_peacc/anexo5.pdf](http://www.ccpy.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos_peacc/anexo5.pdf)
- Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán. Análisis de la variabilidad climática e impactos socioeconómicos de fenómenos hidrometeorológicos extremos en los sectores y sistemas de interés para el Estado. Recuperado de: [http://www.ccpy.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos\\_peacc/anexo6.pdf](http://www.ccpy.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos_peacc/anexo6.pdf)
- Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán. Análisis de la vulnerabilidad actual y futura ante los efectos del cambio climático. Recuperado de [http://www.ccpy.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos\\_peacc/anexo7.pdf](http://www.ccpy.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos_peacc/anexo7.pdf)
- Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán. Análisis de opciones de adaptación al cambio climático, estrategias e indicadores. Recuperado de [http://ccpy.yucatan.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos\\_peacc/anexo8.pdf](http://ccpy.yucatan.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos_peacc/anexo8.pdf)
- Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán. Consolidación de una red de actores clave para la elaboración de los escenarios de emisiones de GEI y para realizar evaluaciones (estudios) de vulnerabilidad y de opciones de adaptación ante la variabilidad y el cambio climático. Recuperado de [http://www.ccpy.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos\\_peacc/anexo2.pdf](http://www.ccpy.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos_peacc/anexo2.pdf)
- Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán. Diagnóstico y propuesta de fortalecimiento del marco jurídico e institucional para la implementación de las políticas, medidas y opciones de mitigación y adaptación. Análisis de la capacidad institucional del Gobierno del Estado para realizar el seguimiento, monitoreo y evaluación del PEACC. Recuperado de [http://ccpy.yucatan.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos\\_peacc/anexo1.pdf](http://ccpy.yucatan.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/anexos_peacc/anexo1.pdf)
- Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán. Recuperado de [http://ccpy.yucatan.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/PEACC\\_2014\\_04\\_26.pdf](http://ccpy.yucatan.gob.mx/pdf/agenda-yucatan/documentos-estatal/PEACC_2014_04_26.pdf)
- Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Tabasco. Recuperado de [https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/sites/default/files/public\\_files/programa\\_estatal\\_accion\\_cambio\\_climatico.pdf](https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/sites/default/files/public_files/programa_estatal_accion_cambio_climatico.pdf)
- Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático, Estado de Quintana Roo (PEACCQROO). Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/316904/PEACC\\_Quintana\\_Roo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/316904/PEACC_Quintana_Roo.pdf)
- Programa Estatal de Cambio Climático, Tamaulipas. En: <https://www.gob.mx/inecc/documentos/24433>
- Proyecto Bosques y Cambio Climático. CONAFOR. Recuperado de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/1/7573LIBRO%20Proyecto%20Bosques%20y%20Cambio%20Climático.pdf>
- Ranulfo Paiva Sobrinho et al. (2017) 'A new type of money for a Mayan community to build resilience in a context of economic crisis' International Journal of Community Currency Research 2017 Volume 21 (Summer) 85-97 . Recuperado de <[www.ijccr.net](http://www.ijccr.net)> ISSN 1325-9547. DOI <http://dx.doi.org/10.15133/ijccr.2017.010>

- Recopilación de acciones de adaptación al CC implementadas en Mexico por el sector público, social y privado. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/526833/Infografia\\_Recopilacion.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/526833/Infografia_Recopilacion.pdf)
- Resiliencia. Áreas Naturales Protegidas: Soluciones naturales a retos globales. Recuperado de <https://www.gob.mx/conanp/documentos/libro-resiliencia-areas-naturales-protegidas-soluciones-naturales-a-retos-globales>
- Rivera Arriaga, E., I. Azuz-Adeath, L. Alpuche Gual y G. J. Villalobos-Zapata (eds.). Cambio climático en México: un enfoque costero y marino. Universidad Autónoma de Campeche, Cety-Universidad. Gobierno del Estado de Campeche. 944 p.
- Windham-Myers, L., Crooks, S., & Troxler, T. G. (Eds.). (2018). A blue carbon primer: the state of coastal wetland carbon science, practice and policy. CRC Press.

### Anexo 3.5: Medidas de adaptación extraídas aplicables a la conservación, restauración y manejo sustentable de los manglares en el Golfo de México

	Ámbito	Medida de adaptación
1	Local	Reforestación con manglar y especies riparias, y rehabilitación del flujo hídrico de canales
2	Local	Fomento del aprovechamiento sustentable del manglar a través de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)
4	Local	Diseño de instrumento de planeación territorial con enfoque de cambio climático
5	Local	Instalación de una estación mareográfica y meteorológica
6	Local	Talleres de riesgo con enfoque de género
7	Local	Difusión del desarrollo y resultados del proyecto
8	Local	Reforestación con manglar y especies riparias, y rehabilitación del flujo hídrico de canales
9	Local	Construcción de palafitos con ecotecias demostrativas
10	Local	Instalación de un sistema de captación y potabilización de agua de lluvia
11	Local	Fomento del aprovechamiento sustentable del manglar a través de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)
12	Local	Propuesta de medidas de adaptación para una implementación posterior
13	Local	Diseño de instrumento de planeación territorial con enfoque de cambio climático
14	Local	Instalación de una estación mareográfica y meteorológica
15	Local	Fortalecimiento de capacidades de las comunidades para apropiación e implementación de las medidas de adaptación
16	Local	Talleres de riesgo con enfoque de género.
17	Local	Equipo de alertas tempranas
18	Local	Difusión del desarrollo y resultados del proyecto
19	Local	Medida B2 "Ampliar y fortalecer acciones de restauración a diferentes escalas en áreas terrestres consideradas como degradadas dentro del complejo, para aumentar la resiliencia del hábitat y asegurar la calidad de los servicios que proveen"
20	Local	Medida B4 "Ampliar y fortalecer acciones de rehabilitación y protección de los ecosistemas costeros, para el restablecimiento de servicios ecosistémicos ligados a la prevención de disturbios y que aumenten la resiliencia de los ecosistemas terrestres"
21	Local	Medida B1 "Mantener e incrementar la conectividad de hábitat naturales del complejo y su área de influencia a través de corredores ecológicos, asegurar el desplazamiento y el intercambio genético de las especies para reducir su vulnerabilidad ante los eventos del cambio climático"
22	Local	Fomento y desarrollo de técnicas sustentables basadas en el conocimiento tradicional y científico para el aprovechamiento de especies nativas acuícolas que intensifique la cooperación entre comunidades, cooperativas pesqueras, instituciones gubernamentales, academia y afines
23	Local	Medida C5 "Desarrollar una estrategia integral de manejo forestal sustentable en la región como actividad productiva que genere economía regional en el complejo y su área de influencia, que incentive la resiliencia de los ecosistemas forestales"
24	Local	Sistemas Agrosilvopastoriles
25	Local	Sistemas Agroforestales
26	Local	Capacitación, acompañamiento técnico y educación ambiental
27	Local	Reforestación y plantaciones forestales comerciales

28	Local	Gestión de espacios de gobernanza e instrumentos locales de compensación por servicios ambientales, para financiar acciones de manejo integral de la cuenca
29	Local	Restauración y conservación de zonas riparias.
30	Local	Restauración de manglar
31	Local	Conservación de suelos
32	Local	Conservación y enriquecimiento de acahuales
33	Local	Control de aves (urracas) en zonas de naranjales
34	Local	Ecotecnias
35	Local	Adecuación de los costos y normas en los apoyos de los programas de gobierno
36	Local	Control de extracción de materiales de construcción (grava y arena) en los ríos
37	Local	Regulación del uso de agroquímicos (pérdida de biodiversidad en ríos, mar y cuerpos de agua en general)
38	Local	Estudios para quitar escolleras y controlar erosión en la costa
39	Regional	Unidades Ambientales Costero Marinas
40	Local	Elaborar un estudio de probables escenarios ambientales y sus consecuencias en el área, así como de componentes ambientales vulnerables en el Área Natural Protegida ligados al cambio climático
41	Local	Definir medidas que puedan elevar la capacidad de respuesta natural ante eventos extraordinarios, como son sitios específicos donde se requiere reforestar o establecer cortinas amortiguadoras contra huracanes, entre otras
42	Local	Impulsar un programa de educación ambiental a las comunidades locales enfocado a las cortinas amortiguadoras contra huracanes o a establecerlas, entre otras
43	Local	Promover la educación del público por medio de publicidad o eventos
44	Local	Promover la participación local en las acciones enfocadas a la prevención y o establecer cortinas amortiguadoras contra huracanes, entre otras
45	Local	Instrumentar talleres de capacitación en materia de adaptación y mitigación al cambio climático
46	Local	Gestionar ante expertos en el tema, la elaboración de un estudio sobre proyectos de o establecer cortinas amortiguadoras contra huracanes, entre otras
47	Local	Identificar actores potenciales en el tema de energías alternativas
48	Local	Fomentar la realización de estudios sobre energías alternativas en el ANP
49	Local	Realizar acciones de prevención de incendios forestales y contingencias ambientales
50	Local	Realizar recorridos de campo para identificar sitios vulnerables y de atención prioritaria para la prevención y atención de incendios y contingencias ambientales como huracanes, tormentas tropicales e incendios
51	Local	Difundir programas de sensibilización y educación sobre el fuego, dirigidos a comunidades específicas
52	Local	Impulsar en conjunto con los tres órdenes de gobierno la elaboración de un programa de atención oportuna a contingencias ambientales en las comunidades de mayor susceptibilidad a estos eventos
53	Local	Difundir entre los dueños, poseedores y comunidades aledañas las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-015-Semarnap/Sagar-1997, la cual establece cómo se regula el uso de fuego en terrenos forestales y agropecuarios
54	Local	Formar y capacitar en coordinación con las autoridades competentes, brigadas de la atención a contingencias ambientales

55	Local	Integrar una brigada permanente para la prevención, control y combate de incendios forestales y contingencias ambientales
56	Local	Impulsar el diseño e instrumentar de manera participativa un Programa de Adaptación al Cambio Climático para el PNSAV
57	Local	Coadyuvar, con base en las disposiciones legales aplicables, en la realización de un Análisis de Vulnerabilidad del A-Æ y su zona de influencia, que incorpore el diseño de medidas de adaptación y líneas de acción para la reducción de los impactos del cambio climático, en coordinación con las autoridades competentes
58	Local	Gestionar la elaboración de un atlas de riesgo local y protocolos ante eventos extremos en coordinación con las entidades federales, estatales y municipales correspondientes
59	Local	Promover la implementación de un programa de trabajo para reducción de emisiones y el mantenimiento de los almacenes de carbono
60	Local	Promover el monitoreo de variables ecosistémicas y ambientales relevantes, en términos de cambio climático en el PNSAV
61	Local	Promover la elaboración de proyectos de investigación y el intercambio de información sobre cambio climático
62	Local	Elaborar en coordinación con las autoridades correspondientes, un Atlas de Riesgo específico para el PNSAV
63	Local	Contribuir a las medidas de adaptación al cambio climático
64	Local	Apoyar el diseño, implementación y evaluación de protocolos de monitoreo que contribuyan a dar seguimiento a los impactos del CCG sobre la biodiversidad y que permitan plantear acciones de manejo adaptativo
65	Local	Promover el fortalecimiento de corredores biológicos, la extensión de áreas periféricas y la conectividad entre los paisajes para facilitar los movimientos de especies y el flujo genético
66	Local	Definir indicadores biológicos para el monitoreo de los impactos y las perturbaciones por el CCG
67	Local	Integrar información en el ámbito del paisaje sobre escenarios de CCG y sus posibles efectos en los objetos de conservación prioritarios del ANP, además de formular medidas de adaptación y líneas de acción que permitan reducir la vulnerabilidad del sistema ante los posibles efectos del CCG
68	Local	Reforzar el uso y manejo sustentable del agua
69	Local	Promover la generación de estudios sobre el manejo integrado costero enfocados en mantener la calidad del agua y el comportamiento y dinámica del acuífero
70	Local	Proteger los arrecifes de coral, pastos marinos y microalgas
71	Local	Implementar políticas e instrumentos que incentiven y vinculen la protección de los hábitats críticos, para la conectividad y la residencia de los paisajes con enfoque integral de manejo costero y cuencas
72	Local	Promover el manejo de recursos pesqueros con visión de co-manejo y tecnologías innovadoras
73	Local	Participar en el establecimiento y vigilancia para la construcción de infraestructura limpia y uso turístico, con un enfoque dirigido a las consecuencias y efectos del cambio climático (incremento en el nivel del mar, incremento en la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes, modificación de las corrientes y oleaje exacerbados)
74	Local	Fomentar el monitoreo, el trasplante y restauración de arrecifes, así como el manejo costero integrado y el manejo de pesquerías con un enfoque de sustentabilidad
75	Local	Proteger los manglares, humedales, playas y dunas Impulsar el establecimiento de cinturones verdes y áreas que permitan la migración de los manglares en

		respuesta al incremento del nivel del mar y reduzcan impactos en las áreas adyacentes
76	Local	Establecer líneas base sobre los manglares y monitorear su respuesta ante el CCG
77	Local	Promover la elaboración de estimaciones del costo-beneficio de la inacción, con el fin de justificar la inversión por parte del sector pesquero y turístico, y actores claves en la restauración y conservación de ecosistemas
78	Local	Promover la identificación de zonas de amortiguamiento (set back) aledañas a playas de anidación de tortugas y aves marinas como medida de mitigación ante modificaciones morfológicas por efecto del cambio climático
79	Local	Promover y fortalecer el monitoreo y protección de zonas reconocidas por su alta prioridad para la alimentación y anidación de tortugas y aves marinas dentro del ANP para mitigar impactos por cambio climático, incrementar la resiliencia y resistencia de las poblaciones de estas especies dentro del ANP
80	Local	Impulsar y facilitar la realización de un análisis de vulnerabilidad y riesgo para los hábitats costeros dentro del ANP
81	Local	Promover la protección de zonas de alimentación de tortugas marinas dentro del ANP
82	Federal	Estrategia 2040. Una orientación para la conservación de las Áreas Naturales Protegidas de México
83	Federal	Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: Una convocatoria para la Resiliencia de México 20152020 (ECCAP)
84	Federal	Alianza México Resiliente: áreas protegidas, respuestas naturales al cambio climático
85	Federal	Plataforma de Información Climática
86	Federal	Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas (PACC)
87	Federal	Fortalecimiento de la resiliencia para salvaguardar la biodiversidad amenazada por el cambio climático
88	Federal	Programa Nacional contra Contingencias Hidráulicas (PRONACCH)
89	Federal	Programa Nacional contra Sequía (PRONACOSE)
90	Federal	Modernización del Servicio Meteorológico Nacional biodiversidad amenazada por el cambio climático
91	Federal	Programa Nacional de Reservas de Agua (PNRA) para el medio ambiente
92	Federal	Estudios y diagnóstico relacionados con modelación climática, vulnerabilidad al cambio climático y adaptación
93	Federal	Programa Nacional Forestal (PRONAFOR). Programa de apoyos para el Desarrollo forestal Sustentable en 2018
94	Federal	Pago por Servicios Ambientales (PSA) Programa Nacional Forestal (PRONAFOR) en su componente Servicios Ambientales
95	Federal	Programa Restauración Forestal y Reconversión Productiva Programa Nacional Forestal (PRONAFOR) en su componente Restauración Nacional Forestal (PRONAFOR) en su componente Restauración
96	Federal	Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales
97	Federal	Programa Nacional de Sanidad Forestal
98	Federal	Proyecto Bosques y Cambio Climático
99	Local	Restauración Hidrológica-Ambiental de la microcuenca El Crucero de Jacales.
100	Local	Restauración hidrológica ambiental de la microcuenca Arroyo Prieto.
101	Local	Construcción de estrategias comunitarias para la restauración ecológica de paisajes, 'Sierra de Otontepec'.

102	Local	Meliponicultura para la conservación. Difusión a través de meliponarios demostrativos en la subcuenca la Antigua.
103	Local	Enriquecimiento y conectividad en la ladera barlovento del ANP Cofre de Perote y su zona de influencia.
104	Local	Articulación social para la conservación de la cuenca alta del Río Jamapa.
105	Local	Fortalecimiento del capital social para la conservación de la biodiversidad, suelo y agua.
106	Local	Beneficios socioeconómicos y ambientales mediante estrategias de restauración y de manejo sustentable de recursos forestales en Pajapan, subcuenca del río Temoloapan.
107	Local	Aprovechamiento agropecuario forestal sustentable en el ejido indígena de Mecayapan, Huazuntlán
108	Local	Conservación-reforestación de zonas riparias con germoplasma nativo en ríos Agachapan-Temoloapan.
109	Local	Restauración riparia y agroforestal de corredores hidro-biológicos en el sistema de humedales Catazajá
110	Local	Restauración para la conectividad de macizos forestales en la ribera del río Usumacinta.
111	Local	Restauración del ecosistema ripario de la cuenca del Usumacinta-Tabasco.
112	Local	Consolidación de procesos de restauración en el APFF Cañón de Usumacinta y su área de influencia.
113	Federal	Programas de Adaptación en ANP vulnerables al cambio climático
114	Federal	Mapas de riesgo por ANP diseñados
115	Federal	Plataforma de información climática operando y que genera síntesis de datos diarios, mensuales y anuales
116	Federal	Sistematización de información sobre las medidas de adaptación diseñadas e instrumentadas en ANP
117	Federal	Sistema de monitoreo y evaluación sobre capacidad adaptativa institucional operando
118	Federal	Taller para capacitar al personal técnico de ANP en la reducción de riesgo ante desastres, en un contexto de cambio climático
119	Federal	ANP con acciones para la prevención, combate y evaluación de incendios forestales
120	Local	Crear un plan integral para la generación de corredores verdes intraurbanos y periurbano
121	Estatad	Análisis de la vulnerabilidad actual y futura ante los efectos del cambio climático.
122	Estatad	Crear una base de datos hidrológicos y climáticos con el objetivo de mejorar y compartir información y conocimientos
123	Estatad	Desarrollar un programa estatal de monitoreo ambiental, sensibilización, formación y refuerzo institucional en la gestión de la demanda hídrica
124	Estatad	Implementar un programa piloto con el uso de dispositivos de ahorro de agua y campaña de uso eficiente del agua.
125	Estatad	Desarrollar un programa piloto de recarga de acuífero con agua residual tratada
126	Estatad	Desarrollar programas piloto para la implementación de desalinización de agua marina
127	Estatad	Fortalecimiento de la monitorización, control y evaluación de las amenazas a la biodiversidad
128	Estatad	Desarrollar planes de conservación y aumento de los espacios protegidos
129	Estatad	Desarrollar corredores biológicos entre reservas y espacios naturales protegidos.



130	Estatal	Erradicar especies invasoras y control de las mismas
131	Estatal	Capacitación, sensibilización y puesta en valor de la biodiversidad
132	Estatal	Desarrollar soporte técnico y tecnológico de instituciones especializadas para el sector pesquero
133	Estatal	Diversificar actividades de la población dedicada a la pesquería riverseña de altura
134	Estatal	Incluir, dentro de los planes de ordenamiento pesquero, medidas precautorias a adoptarse para evitar efectos negativos a los recursos y al sector pesquero
135	Estatal	Promocionar la pesca sustentable y sostenible basada en un enfoque de manejo ecosistémico en un contexto de cambio climático
136	Estatal	Implementar tecnologías de cultivo de especies piscícolas de mayor importancia comercial
137	Estatal	Extender la inversión en tecnologías para optimizar la captura y aumentar la producción agrícola
138	Estatal	Comunicación de riesgos futuros al sector pesquero sobre los posibles efectos del cambio climático en la pesca por medio de programas educativos
139	Estatal	Consolidación de una red de actores clave para la elaboración de los escenarios de emisiones de GEI y para realizar evaluaciones (estudios) de vulnerabilidad y de opciones de adaptación ante la variabilidad y el cambio climático.
140	Estatal	Diagnóstico y propuesta de fortalecimiento del marco jurídico e institucional para la implementación de las políticas, medidas y opciones de mitigación y adaptación
141	Estatal	Establecimiento en 2010, de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, mediante el Decreto Número 297
142	Estatal	Elaboración del Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático, con financiación de 2.5 millones desde el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) de 2011, aún en proceso de elaboración.
143	Estatal	Acuerdo de Coordinación entre Gobernadores de la Península de Yucatán
144	Estatal	Aplicación de la Estrategia Regional de Adaptación al Cambio Climático
145	Estatal	Creación del Fondo para la Acción Climática de la Península de Yucatán
146	Estatal	Proyecto de Diplomado sobre Riesgos ante el Cambio Climático con PNUD- Unidad de Protección Civil-FOPREDEN
147	Estatal	Observatorio de Cambio Climático, gracias a una donación de USAID, que buscaba contribuir a informar a la sociedad sobre las acciones de adaptación y mitigación
148	Estatal	Restauración de manglares degradados como base de actividades pesqueras y turísticas y mejoras en las condiciones de vida de las familias de la zona costera.
149	Estatal	(2) Proyecto Forestal Yucatán tenía metas entre 2011–2012 para disminuir la tasa de deforestación de las selvas mayas en el Estado, reforestar para reducir la pobreza extrema, monitorear la degradación y deforestación, y cuenta con un financiamiento de 1,5 millones de dólares.
150	Estatal	La gestión de la Reserva Estatal de Ciénagas y Manglares de la Costa Norte y quiere agregar, para 2012, se tenía contemplado la gestión mejorada del Área Natural Protegida Zona Puuc
151	Estatal	Se implementa el Proyecto de la Estrategia Estatal de Biodiversidad en que, para 2013, planifica elaborar un Plan de Acción para la puesta en valor social de la biodiversidad con apoyo de la Comisión Nacional para el Uso Sustentable de la Biodiversidad (CONABIO)
152	Estatal	(i) Uno de los avances han sido el reordenamiento de los asentamientos humanos en la ciénaga de Progreso.
153	Estatal	(ii) Los planes para 2011–2012 incluyen el Proyecto de Vulnerabilidad de los Asentamientos Humanos en la Zona Costera.

154	Estatal	(iii) Propuesta para la Actualización de los Programas de Ordenamiento Ecológico.
155	Estatal	(iv) En cuanto a regulaciones y normas, se cuenta con procesos para elaborar una Ley de Desarrollos Inmobiliarios y su Reglamento, una Norma Técnica de Asentamientos de Una Sola Vía y Reglamento de Construcción de la Zona Costera
156	Estatal	Análisis de la información hidrometeorológica, geológica y geomorfológica.
157	Estatal	Análisis de la variabilidad climática de fenómenos hidrometeorológicos extremos en los sectores y sistemas de interés.
158	Estatal	Análisis de opciones de adaptación al cambio climático, estrategias e indicadores.
159	Estatal	Programa de protección de barreras naturales, como los humedales
160	Estatal	Desarrollo de planes de conservación y aumento de los espacios protegidos.
161	Estatal	Desarrollo de corredores biológicos entre reservas y espacios naturales protegidos.
162	Estatal	Manejo integral ecosistémicos de los sistemas lagunares para preservar sus funciones ecológica, biológica y de servicios ambientales.
163	Estatal	Programas de protección y/o recuperación de dunas costeras y humedales
164	Estatal	Análisis de la capacidad institucional del Gobierno del Estado para realizar el seguimiento, monitoreo y evaluación del PEACC
165	Estatal	Promover la adaptación de los sistemas tecnológicos a las prácticas de cultivo por las nuevas condiciones climáticas
166	Estatal	Promover la adecuación de las prácticas ganaderas a las nuevas condiciones climáticas
167	Estatal	Fomentar la transferencia de tecnología a infraestructura con sistemas de riego más eficientes ante las nuevas condiciones climáticas
168	Estatal	Estructurar un mecanismo de aseguramiento para los pequeños productores agrícolas
169	Estatal	Crear una base de datos hidrológicos y climáticos, con el objetivo de mejorar y compartir información y conocimientos
170	Estatal	Desarrollar un programa estatal de monitoreo ambiental, sensibilización, formación y refuerzo institucional en la gestión de la demanda hídrica.
171	Estatal	Desarrollar un programa piloto de recarga de acuífero con agua residual tratada
172	Estatal	Implementar un programa para la promoción de la captación de agua de lluvia y alternativas para su reúso.
173	Estatal	Implementar tecnologías para contrarrestar el efecto de la erosión de la línea costera
174	Estatal	Que todos los municipios cuenten con su atlas de riesgo
175	Estatal	Promover la captación de agua pluvial en zonas vulnerables.
176	Estatal	Se prohíba asentamientos humanos en zonas inundables.
177	Estatal	Manejo y conservación de los drenajes naturales del sistema
178	Estatal	Implementar reglamentos y normas existentes en cuestiones ambientales
179	Estatal	Deforestación por construcción implementar leyes de construcción
180	Estatal	Implementación de modelos de construcción diferentes
181	Estatal	Actualizar ordenamientos y reglamentos urbanos.
182	Estatal	Protección especial de los ecosistemas costeros en especial el manglar y los arrecifes.
183	Estatal	Continuar, profundizar y mejorar los estudios para proyecciones de los escenarios climáticos y los riesgos asociados (tendencias de sequías, inundaciones, incremento de frecuencia e intensidad de huracanes, etc.).

184	Estatal	Otorgar las facilidades para la distribución y elaboración de bases de datos climáticas y de recursos naturales generadas a través de estaciones meteorológicas instaladas en el estado.
185	Estatal	Elaborar atlas a escalas adecuadas de riesgos municipales y comunitarios basados en mapas existentes elaborados por la Dirección General de Protección Civil del Gobierno del Estado, organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas y los escenarios climáticos generados por el PEACCQROO.
186	Estatal	Generar una base de datos con información sobre tendencias de la vulnerabilidad climática y adaptación en los diversos municipios del estado.
187	Estatal	Análisis costo-beneficio de la adaptación vinculado con instituciones especialistas en la gestión de riesgo.
188	Estatal	Realizar un programa de sensibilización en medios masivos de comunicación dirigido a la sociedad Quintanarroense para la reducción de su propia vulnerabilidad a los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos.
189	Estatal	Diseñar estrategias e instrumentos de políticas de adaptación al cambio climático con base en la funcionalidad ecológica y ambiental del territorio.
190	Estatal	Identificar las zonas más vulnerables a eventos hidrometeorológicos extremos, así como las zonas principales de captación de agua de las cuencas para priorizar acciones de conservación y restauración.
191	Estatal	Asegurar que el almacenamiento de agua y los servicios de regulación de inundaciones sean maximizados a través de la conservación y restauración de los humedales y de las cuencas de ríos y ecosistemas asociados.
192	Estatal	Fomentar la restauración de la vegetación riparia y los diversos tipos de vegetación de galería a lo largo de todos los cuerpos de agua del estado.
193	Estatal	Articular cualquier estrategia o instrumento de políticas de adaptación al cambio climático con los Planes de Gestión de Cuenca ya existentes.
194	Estatal	Modificar el reglamento interno de los consejos de cuenca para incorporar criterios de ordenamiento territorial.
195	Estatal	Establecimiento y conservación de corredores biológicos (reforestación o restauración) que conecten fragmentos dentro y entre los diferentes tipos de vegetación.
196	Estatal	Identificación y mantenimiento de áreas de conectividad ambiental en gradientes altitudinales
197	Estatal	Rehabilitación de ecosistemas degradados
198	Estatal	Establecimiento de mecanismos de control sobre la quema de residuos agrícolas.
199	Estatal	Creación y mantenimiento de sistemas de información y bases de datos para la toma de decisiones sobre cambio climático y biodiversidad del estado.
200	Estatal	Identificación, promoción y decreto de ANP en las partes altas de las cuencas y en áreas con ecosistemas que favorezcan la captura de carbono y la regulación de los flujos hídricos.
201	Estatal	Actualización del Inventario Forestal Estatal
202	Estatal	Desarrollo de escenarios y modelaciones para identificar a las especies más vulnerables ante el cambio climático, para orientar políticas de restauración y reforestación específicas.
203	Estatal	Desarrollo de programas de restauración forestal y de reforestación, incluyendo especies maderables y no maderables
204	Estatal	Fortalecimiento a la legislación forestal en el cambio de uso de suelo; incrementar la vigilancia sobre cambio de uso del suelo en el estado.
205	Estatal	Desarrollo de programas de monitoreo y protección forestal

206	Estatal	Fomento a la investigación sobre los efectos del cambio climático en el crecimiento y regeneración de especies clave, y en la productividad de los bosques y plantaciones de Veracruz.
207	Estatal	Capacitación para el mejoramiento de prácticas silvícolas y fomento de esquemas de compensación económica, para incrementar la productividad y la biomasa forestal, la diversidad de especies, y la conservación de los suelos.
208	Estatal	Impulso a programas conjuntos de tratamiento de aguas residuales (por cuenca) y estrategias de rehabilitación de cuerpos de agua
209	Estatal	Realización de estudios de balances de agua que permitan asignar prioridades de protección a fuentes de abastecimiento
210	Estatal	Creación de un atlas de riesgos y vulnerabilidad costera del estado de Veracruz.
211	Estatal	Establecimiento de un programa regional para la conservación y rehabilitación de los humedales, lagunas costeras, arrecifes y dunas.
212	Estatal	Reforestación y restauración ecológica con el fin de proteger las zonas turísticas, portuarias e industriales contra los efectos de cambio climático.
213	Estatal	Conservación de hábitats costeros críticos para la reproducción y el reclutamiento de poblaciones explotadas.
214	Estatal	Aplicación de la orientación bioclimática y con el enfoque de prevención de desastres por hidrometeoros por parte de los fraccionamientos o edificaciones generados o promovidos desde el gobierno.
215	Estatal	Compromiso de los gobiernos a incorporar dichos criterios a los edificios públicos nuevos o en rehabilitación
216	Estatal	Identificación de zonas de riesgo para los asentamientos humanos, y aplicación de políticas restrictivas estrictas para impedir las edificaciones en ellas
217	Estatal	Programa permanente de difusión y divulgación sobre las consecuencias del cambio climático para el estado de Veracruz.
218	Estatal	Desarrollo de una estrategia de comunicación dirigido a todo el sistema educativo del estado, con especial énfasis en la educación básica sobre el cambio climático y acciones para su mitigación y adaptación.
219	Estatal	Mejoramiento de difusión hacia la sociedad, de información y planes, con base en la detección de la percepción social sobre el cambio climático.
220	Estatal	Realización periódica de eventos y programas itinerantes para informar sobre CC a la sociedad.
221	Estatal	Programas de capacitación de maestros de todos los niveles educativos y comunicadores en el tema de cambio climático.
222	Estatal	Elaboración de portal electrónico sobre el Programa Veracruzano ante el Cambio Climático.
223	Estatal	Desarrollo de materiales de difusión, con ejemplos del estado para la sociedad
224	Estatal	Mejoramiento de la vinculación interinstitucional entre los diferentes órdenes de gobierno.
225	Estatal	Desarrollo de políticas, medidas y acciones de mitigación de emisiones de GEI y adaptación ante el cambio climático que impliquen el género, y su relación con la raza, grupo étnico de pertenencia y edad, como variables fundamentales.
226	Estatal	Determinación de los efectos específicos del cambio climático de acuerdo al género en cada una de las zonas de implementación de las estrategias de acción del programa estatal.
227	Estatal	Análisis de los patrones de vulnerabilidad ante el cambio climático relacionados al género en los diversos contextos, para definir las estrategias de intervención.
228	Estatal	Establecimiento de acuerdos interinstitucionales con dependencias públicas, privadas y organismos no gubernamentales que promuevan acciones de adaptación y mitigación con equidad de género.

229	Estatal	Sensibilización de funcionarios públicos para definir agendas de trabajo, diseñar estrategias, programas y presupuesto ante el cambio climático desde la perspectiva de género, así como para su análisis, seguimiento y evaluación.
230	Estatal	Consolidar un atlas de riesgos para sistemas humanos y naturales sujetos a impactos del cambio climático
231	Estatal	Enfoque de manejo de cuencas para la reducción de la contaminación de los cuerpos de agua y corrientes
232	Estatal	Saneamiento de corrientes y cuerpos de agua
233	Estatal	Establecer programas de participación comunitaria para la adaptación al CC que contemple: (1) la disminución de las actuales tasas de deforestación, (2) reforestación con especies aptas y nativas, (3) la restauración de áreas con vocación forestal, (4) el aprovechamiento forestal sustentable, (5) el uso de información de pronósticos climáticos para programar campañas de reforestación y aprovechamiento de bosques, y (6) la promoción de programas de pagos por servicios ambientales
234	Estatal	Conservar y recuperar ecosistemas de los cuerpos de agua continentales, costeros y marinos
235	Estatal	Proteger y preservar la biodiversidad de especies nativas en riesgo ante los efectos del CC protegiendo especies prioritarias y en peligro de extinción
236	Estatal	Establecer programas de aprovechamiento de espacios abandonándolos y/o regularización de lotes baldíos, cercándolos y forestándolos para evitar la acumulación de basura, pastos y fauna nociva que en un momento dado provocan emisiones contaminantes por quema o descomposición de materia orgánica
237	Estatal	Llevar a cabo estrategias, prácticas y obras de conservación y restauración del suelo para aumentar su resiliencia ante los impactos esperados del CC
238	Estatal	Establecer y fortalecer programas de manejo de cuencas y subcuencas con criterios de adaptación, conservación de suelo y agua y mantenimiento de los servicios ambientales hídricos.
239	Estatal	Impulsar proyectos de conservación, restauración y conectividad de las áreas y espacios naturales que brindan servicios ambientales y contribuyen a la recarga de acuíferos.
240	Estatal	Instrumentar un programa de restauración de la vegetación riparia, rehabilitación y saneamiento de corrientes y cuerpos de agua.
241	Estatal	Incrementar la representación de ecosistemas prioritarios en el sistema de áreas naturales protegidas.
242	Estatal	Fomentar la actualización o creación de programas de manejo para las áreas naturales protegidas de competencia estatal, que incluyan estrategias de adaptación como prevención de incendios, restauración de suelos y fortalecimiento de capacidades.
243	Estatal	Impulsar en conjunto con el Gobierno Federal un programa de manejo, restauración y protección de la vegetación de manglares, humedales costeros y dunas.
244	Estatal	Identificar pasivos ambientales y establecer un programa de remediación en los que se consideren prioritarios a fin de disminuir su impacto en agua y suelos.
245	Estatal	Impulsar programas municipales de adaptación que articulen los ordenamientos ecológicos regionales, los atlas de riesgo y los programas de desarrollo urbano considerando los efectos del cambio climático.
246	Estatal	Fortalecer programas de detección temprana y atención a enfermedades, plagas e incendios en las zonas agropecuarias y forestales.

247	Estatal	Fortalecer el manejo forestal sustentable y la recuperación de ecosistemas forestales degradados utilizando especies nativas para incrementar la prestación de los servicios ecosistémicos
248	Estatal	Fortalecer, consolidar y articular los sistemas de gestión integral de riesgos.
249	Estatal	Fortalecer la investigación y el monitoreo sobre los ecosistemas terrestres, costeros y marinos y evaluar periódicamente el impacto de los eventos climáticos.
250	Estatal	Establecer en conjunto con CONACYT y el Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología (COTACyT) un fondo mixto para la investigación en vulnerabilidad y adaptación al cambio climático
251	Estatal	Concluir la elaboración de los ordenamientos ecológicos regionales con criterios de adaptación y su publicación en el periódico oficial a fin de que adquieran un carácter vinculante
252	Estatal	Crear un fondo estatal para la restauración y el fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas más degradados y vulnerables al cambio climático, así como la prevención y recuperación de ecosistemas afectados por eventos climáticos extremos.
253	Estatal	Elaborar y dar seguimiento a un portal estatal sobre cambio climático como un medio para informar y sensibilizar a todos los sectores de la población en la materia, incluido los avances del PECC.
254	Estatal	Elaborar e instrumentar una campaña de sensibilización en redes sociales y medios de comunicación que incentive la participación ciudadana para la reducción de la vulnerabilidad y el fortalecimiento de las capacidades para la adaptación.
255	Estatal	Impulsar y fortalecer la cooperación regional y binacional en materia de cambio climático, biodiversidad y medio ambiente.
256	Estatal	Establecer un mecanismo para certificar que los planes de desarrollo municipal incorporen el establecimiento de medidas de reducción de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el ámbito de su jurisdicción.
257	Local	Creación de Reserva Ecológica de manglares
258	Local	Aprovechamiento forestal maderable
259	Local	Reforestación con mangle blanco, siembra, deshierbe, cercado, apertura de canales y brechas, y chinampas
260	Local	Restauración: Construir un sistema de drenaje en la carretera junto al manglar para drenar el agua hacia el mar, desazolve de canales
261	Local	Restauración comunitaria de manglar para el aprovechamiento sustentable de los servicios provistos (ecoturismo y carbono azul)
262	Local	Venta de bonos de carbono por restauración comunitaria de manglar
263	Local	Restauración hidráulica en las Reservas de Petenes y Celestún
264	Local	Apicultura en manglar
265	Local	Reforestación de manglar
266	Local	Apicultura en manglar
267	Local	Rehabilitación hidrológica (apertura y desazolve de canales)
268	Local	Criptomoneda propia para PSA de restauración
269	Regional	Estrategias de Adaptación para los Municipios: Tatatila-Las Minas-Tecolutla-Gutiérrez Zamora y San Rafael
270	Regional	Gestión sostenible de los manglares, las planicies inundables y la vegetación ribereña
271	Regional	Mantenimiento y/o restauración de los manglares y de otros humedales costeros
272	Regional	Medidas naturales de retención de agua

273	Regional	Recuperar el carácter natural de los humedales, restauración
274	Regional	Construcción de humedales artificiales para limpiar el agua - Incrementar capacidad de almacenamiento de agua
275	Regional	Incrementar capacidad de bajar la energía de tormentas
276	Local	Área Privada de Conservación "El Pájaro"



**Anexo 3.6. Matriz de soluciones de adaptación basadas en la naturaleza seleccionadas en función de criterios AbE (FEBA 2021), categorizadas según INECC (2020) y las amenazas que atienden.**

Localizador	Medida de adaptación	Categoría	Aborda explícitamente el tema de variabilidad y cambio climáticos	Atiende alguna necesidad derivada de un problema relacionado con el clima	Promueve el uso de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos	Incrementa la resiliencia de las personas frente al cambio climático	Restaura, mantiene o mejora la salud ecosistémica	Incidencia sobre un ecosistema de manglar, humedales y actividades	Considera o reporta un enfoque en la comunidad	Amenaza atendida
9	Construcción de palafitos con ecotecias demostrativas	Infraestructura resiliente	x	x	x	x	x	x	x	Ondas de calor Sequías Lluvias intensas
10	Instalación de un sistema de captación y potabilización de agua de lluvia	Tecnologías climáticas	x	x	x	x	x	x	x	Lluvias intensas Sequías Ondas de calor
15	Fortalecimiento de capacidades de las comunidades para apropiación e implementación de las medidas de adaptación	Construcción de capacidades	x	x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Sequías Frentes fríos
22	Fomento y desarrollo de técnicas sustentables basadas en el conocimiento tradicional y científico para el aprovechamiento de especies nativas acuícolas que intensifique la cooperación entre comunidades, cooperativas pesqueras, instituciones gubernamentales, academia y afines	Construcción de capacidades	x	x	x	x	x	x	x	Ciclón tropical Frentes fríos Sequías
42	Impulsar un programa de educación ambiental a las comunidades locales enfocado a las cortinas amortiguadoras contra huracanes o a establecerlas, entre otras	Información y difusión	x	x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos
44	Promover la participación local en las acciones enfocadas a la prevención y o establecer cortinas amortiguadoras contra huracanes, entre otras	Construcción de capacidades	x	x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos
55	Integrar una brigada permanente para la prevención, control y combate de incendios forestales y contingencias ambientales	Construcción de capacidades	x	x	x	x	x	x	x	Ondas de calor Sequías

131	Capacitación, sensibilización y puesta en valor de la biodiversidad	Construcción de capacidades	x	x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos Sequías Ondas de calor
134	Incluir, dentro de los planes de ordenamiento pesquero, medidas precautorias a adoptarse para evitar efectos negativos a los recursos y al sector pesquero	Instrumentos normativos y de planificación	x	x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos Sequías Ondas de calor
135	Promocionar la pesca sustentable y sostenible basada en un enfoque de manejo ecosistémico en un contexto de cambio climático	Información y difusión	x	x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos
136	Implementar tecnologías de cultivo de especies piscícolas de mayor importancia comercial	Acciones a nivel territorial	x	x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos
148	Restauración de manglares degradados como base de actividades pesqueras y turísticas y mejoras en las condiciones de vida de las familias de la zona costera.	Acciones a nivel territorial		x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos
170	Desarrollar un programa estatal de monitoreo ambiental, sensibilización, formación y refuerzo institucional en la gestión de la demanda hídrica.	Instrumentos normativos y de planificación	x	x	x	x	x	x	x	Sequías Ondas de calor
207	Capacitación para el mejoramiento de prácticas silvícolas y fomento de esquemas de compensación económica, para incrementar la productividad y la biomasa forestal, la diversidad de especies, y la conservación de los suelos.	Construcción de capacidades		x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos Sequías Ondas de calor
212	Reforestación y restauración ecológica con el fin de proteger las zonas turísticas, portuarias e industriales contra los efectos de cambio climático.	Acciones a nivel territorial	x	x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos
252	Crear un fondo estatal para la restauración y el fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas más degradados y más vulnerables al cambio climático, así como la prevención y	Mecanismos de financiamiento	x	x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos Sequías Ondas de calor

	recuperación de ecosistemas afectados por eventos climáticos extremos.									
261	Restauración comunitaria de manglar para el aprovechamiento sustentable de los servicios provistos (ecoturismo y carbono azul)				x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos Sequías
264	Apicultura en manglar			x	x	x	x	x	x	Ciclones tropicales Frentes fríos Sequías

### Anexo 3.7. Carta descriptiva del taller virtual de validación de las soluciones de adaptación basadas en la naturaleza encontradas para el Golfo de México

Fecha: 15 de marzo, 2021

Horario: 9-10 am hora CDMX

Expertos: Agustín Basáñez (Universidad Veracruzana), Claudia Teutli (UNAM), Jorge Herrera (CINVESTAV)

Participantes: Marisol Hernández (TOF) y Saraí Rodríguez (WRI).

Consultores: Elisa López y Pablo Hernández

Inicio	Final	Actividad	Desarrollo
PARTE I: PRESENTACIÓN			
09:00	09:05	Presentación breve de los objetivos del proyecto y del Entregable 3: avances y productos	Bienvenidos y presentación. Objetivos del proyecto y E3 Objetivos de la reunión Reglas de juego de la reunión
PARTE II: ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN			
09:05	09:10	Caso Tuxpan	Basado en lo encontrado en las entrevistas y tu propia experiencia: <ul style="list-style-type: none"> <li>o experiencias de SbN en manglares de la zona</li> </ul>
09:10	09:15	Caso Celestún	Basado en su experiencia en la zona: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>¿Cuál es la perspectiva de la comunidad y gobierno municipal sobre experiencias de SbN en manglares de la zona?</i></li> <li>2. <i>¿Cómo han sido las experiencias?</i></li> </ol>
09:15	09:20		Basado en su experiencia en la zona: <ol style="list-style-type: none"> <li>3. <i>¿Cuál es la perspectiva de la comunidad y gobierno municipal sobre el cambio climático?</i></li> <li>4. <i>¿Se saben vulnerables?</i></li> <li>5. <i>¿Qué amenazas entienden como prioritarias?</i></li> </ol>
09:20	09:25		Basado en su experiencia en la zona: <ol style="list-style-type: none"> <li>6. <i>¿Cuál es la perspectiva de la comunidad y gobierno municipal sobre los manglares?</i></li> <li>7. <i>¿Los aprovechan?</i></li> <li>8. <i>¿Conocen los servicios ecosistémicos que proveen?</i></li> </ol>
PARTE III: PROPUESTA DE SbN-AbE			
09:25	09:35	Presentación de la propuesta de SbN por parte de los consultores y metodología empleada	Introducción de las fuentes consultadas Introducción de las amenazas y criterios contemplados Presentación de la lista de SbN-AbE por grupos temáticos
09:35	09:40	Sesión de aclaraciones	Los expertos tienen tiempo para leer detenidamente las medidas

09:40	09:45	Discusión sobre factibilidad y riesgos	<i>¿Creen que a las comunidades y gobierno municipal les parecerán útiles estas medidas?</i>
09:45	09:50		<i>¿Qué 2 medidas consideran que les pueden parecer <u>más</u> útiles a las comunidades y gobierno municipal?</i>
09:50	09:55		<i>¿Cuáles creen que son los riesgos prioritarios para las medidas que consideraron más útiles?</i>
PARTE IV: CIERRE			
09:55	10:00	Retroalimentación	Vacíos, omisiones y oportunidades

## Anexo 4.1

### Resultados de los cuestionarios a expertas y expertos sobre los servicios ecosistémicos de los manglares en Tuxpan más valorados

A continuación, se presentan los resultados de cuestionarios que respondieron cinco expertas y expertos con la finalidad de conocer sus opiniones sobre los servicios ecosistémicos de los manglares en Tuxpan más valorados por las comunidades locales. Dichos cuestionarios fueron enviados por correo electrónico. De manera general, se realizaron preguntas sobre los servicios ecosistémicos de los manglares de Tuxpan, amenazas e impactos ambientales en sus zonas costeras, e información sobre proyectos de conservación, restauración o rehabilitación relacionados con los manglares en dicha área.

#### Cuestionario 1

##### A. Datos Generales

Fecha: 04 de enero de 2021

Nombre: Mariana Bravo Mendoza

Institución: Ecosur Villahermosa / CICY-Unidad de Ciencias del Agua

Cargo: Técnico

Proyectos en los que ha trabajado relacionados con manglares:

- Ordenamiento ecológico del Río Bobos” (INECOL-CONACYT).
- Programa Regional para la Caracterización y el Monitoreo de Ecosistemas de Manglar del Golfo de México y el Caribe Mexicano: inicio de una red multinstitucional (INECOL-CONABIO).
- Línea base de evaluación de captura de carbono en ecosistemas y agroecosistemas prioritarios de la Cuenca del Papaloapan (Pronatura Ver.).
- Composición y estructura de la vegetación y conectividad hidrológica manglar-tular en el río San Pedro y San Pablo, Pantanos de Centla, Tabasco (UNAM -CONABIO).
- Programa de protección de manglares para el cumplimiento del resolutivo S.G.P.A./D.I.R.A./D.G. 8467 de la MIA-R del proyecto “La Guadalupana” de la empresa Riberas del Pantepec.
- Mi tesis de Maestría “Almacenamiento de carbono aéreo, subterráneo y nutrientes en un gradiente de perturbación del manglar de Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz.”

Sitios donde se han implementado los proyectos:

- Manglares de Veracruz, principalmente.

##### B. Servicios ambientales

1. En orden de importancia, ¿cuáles considera que son los tres principales servicios ambientales provistos por los manglares de Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.

Para el caso de Tuxpan, considero que son: reciclaje de nutrientes, almacén y retención de agua (control de inundaciones), provisión de hábitat para aves.

2. Desde su perspectiva, ¿cuáles consideraría que son los servicios ecosistémicos más valorados por las comunidades del área de manglares en Tuxpan? (ídem)  
De provisión de alimentos (para pesquerías), culturales (recreación y turismo), prevención de disturbios.

3. ¿Conoce algún estudio sobre valoración económica de los servicios ambientales del manglar en Tuxpan o Veracruz? ¿Cuál?  
No conozco de Tuxpan. Pero para Veracruz hay un capítulo llamado “Valor económico de los ecosistemas”, de Vázquez-González (et al.) en el libro “Servicios Ecosistémicos de las Selvas y Bosques Costeros de Veracruz” de Moreno-Casasola, P. (ed.) 2016.

Basado en investigación de gabinete, se seleccionaron los servicios de Turismo, Extracción y uso de madera y Pesquerías como los servicios más relevantes a evaluar económicamente.

4. ¿Considera que son actividades relevantes para las comunidades locales?  
Sí, en muchos casos, son el sustento de la vida de esas comunidades.
5. ¿Considera que son actividades importantes para valorar económicamente?  
Sí, por supuesto, aunque la extracción y uso de madera de los manglares se haga principalmente de manera clandestina. Existen pocos casos en México en donde se ha logrado hacer una extracción forestal regulada y legalizada.
6. ¿Eliminaría o agregaría alguno?  
Agregaría el de reciclaje de nutrientes, con énfasis en el almacén de carbono y nitrógeno. Aunque las cuantificaciones para Tuxpan no sean las más altas de Veracruz, para almacenes aéreos ni subterráneos. Agregaría también la regulación de gases de efecto invernadero.

#### C. Amenazas e impactos ambientales

7. ¿Cuáles diría que son las principales causas de degradación de los manglares de Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.

En Tuxpan, se han afectado de diversas maneras: construcción de la Central termoeléctrica Adolfo López Mateos en la zona aledaña a la laguna de Tampamachoco, que muy probablemente también se construyó sobre parte de manglares y playa. Por esa misma Central, se obstruyeron sus flujos hídricos al construirse 3 terraplenes que atraviesan el manglar, ocasionando una muerte masiva alrededor de 30 ha. La quema de



combustóleo para la operación de esa Central (ahora se dice que es de gas natural), seguramente ha ocasionado el depósito de compuestos tóxicos que se liberaron al ambiente, incluyendo manglares. La reciente expansión del Puerto de Tuxpan se ha construido sobre manglares y humedales de agua dulce con los que mantiene una conexión vital. La descarga de aguas residuales al río Tuxpan, provenientes de las zonas urbanas, ha afectado la integridad del ecosistema de manglares y otros.

#### D. Conservación, restauración o rehabilitación y relación con la comunidad

8. ¿Conoce proyectos que se hayan o se estén desarrollando en la zona para la conservación, restauración o rehabilitación de manglar en Tuxpan? ¿Cuáles?

Sí, hubo varios intentos no bien logrados por parte de grupos de la Universidad Veracruzana; en los que hubo reforestación con plántulas de mangle rojo en la zona muerta, probablemente provenientes de viveros pues las encontré sembradas aún en tubetes plásticos, antes de que se hiciera alguna restauración hidrológica. Otros (del mismo grupo) incluyeron la construcción de parcelas elevadas de suelo, con siembra de plántulas y malla sombra; también sin éxito. Y los realizados por el Instituto de Ecología A. C. (INECOL), para la rehabilitación de los flujos hídricos son los que han tenido mejor resultado.

9. ¿Cómo percibe la disposición a conservar y restaurar los manglares de las comunidades locales en Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.

Con el proyecto de restauración comunitaria que ha coordinado el Instituto de Ecología, hubo talleres para convocar a las comunidades aledañas a los manglares de Tampamachoco, en los que se les sensibilizó respecto al tema de la importancia de la conservación y restauración de sus manglares. Considero que después de que la comunidad ha trabajado directamente su restauración, han de valorarlo mejor. Por comentarios del equipo del INECOL, sé que participaron más las mujeres que los hombres, aun cuando se requirieron grandes esfuerzos físicos.

10. ¿Conoce si actualmente se aplica algún mecanismo que incentive la conservación de los manglares locales (PSA, subsidios, etc.)?

Actualmente no sé, pero la restauración comunitaria de Tampamachoco, otorgó pagos financiados por un proyecto con CONAFOR.

11. ¿Cuáles considera que son los principales errores o áreas de oportunidad en la implementación de proyectos de conservación y rehabilitación de manglares en materia de involucramiento comunitario?

Tiene que haber una sensibilización muy importante hacia las comunidades aledañas a los manglares, que contemple no sólo un beneficio laboral temporal, sino que arraiguen la idea de defender sus ecosistemas, ante construcciones de “desarrollo urbano”, para un bien

común. La conservación de los ecosistemas (de cualquiera), debe incluir (y no solo excluir) a las sociedades que se ven involucradas directamente, en la que se pueda hacer un uso sostenible de los recursos que pueden aprovechar. Se debe incluir en los proyectos, a personal especializado en manejo comunitario y socio-ecosistemas; no sólo a los científicos que intentan acercarse al lado humano de los problemas ambientales, desde un lenguaje ajeno a las comunidades. El lenguaje, el modo y los medios de comunicación adecuados, son imprescindibles. Hay que recordar también que los manglares no son ecosistemas aislados. Afortunadamente sus especies vegetales están protegidas ante la NOM-SEMARNAT 029, pero es necesario hacer una legislación a favor de la protección de ecosistemas con los que mantiene conexión, principalmente hidrológica y que parecen olvidados: humedales arbóreos y herbáceos de agua dulce, dunas costeras, playas, marismas, pastos marinos y arrecifes.

## Cuestionario 2

### A. Datos Generales

Fecha: 04 de enero de 2021

Nombre: Aníbal Ramírez Soto

Institución: Red de Viveros de Biodiversidad (REVIVE A.C)

Cargo: Presidente

Proyectos en los que ha trabajado relacionados con manglares:

- He coordinado 17 proyectos de conservación, restauración y manejo silvícola de manglares.

Sitios donde se han implementado los proyectos:

- Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Cuenca Baja del río Tuxpan. Costa pacífica de Guatemala y Costa Pacífica de El Salvador.

### B. Servicios ambientales

1. En orden de importancia, ¿cuáles considera que son los tres principales servicios ambientales provistos por los manglares de Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.  
Protección contra huracanes, pesca riveraña y litoral y producción de miel.

2. Desde su perspectiva, ¿cuáles consideraría que son los servicios ecosistémicos más valorados por las comunidades del área de manglares en Tuxpan? (ídem)  
Pesca y protección contra huracanes.

3. ¿Conoce algún estudio sobre valoración económica de los servicios ambientales del manglar en Tuxpan o Veracruz? ¿Cuál?  
No

Basado en investigación de gabinete, se seleccionaron los servicios de Turismo, Extracción y uso de madera y Pesquerías como los servicios más relevantes a evaluar económicamente.

4. ¿Considera que son actividades relevantes para las comunidades locales?  
Sí, sobre todo pesquerías.

5. ¿Considera que son actividades importantes para valorar económicamente?  
Sí, aunque el turismo y la extracción de madera dudo que sean económicamente activos del manglar.

6. ¿Eliminaría o agregaría alguno?  
Agregaría protección contra huracanes.

### C. Amenazas e impactos ambientales

7. ¿Cuáles diría que son las principales causas de degradación de los manglares de Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.

Industria, avance de la frontera pecuaria y avance de la infraestructura portuaria.

D. Conservación, restauración o rehabilitación y relación con la comunidad

8. ¿Conoce proyectos que se hayan o se estén desarrollando en la zona para la conservación, restauración o rehabilitación de manglar en Tuxpan? ¿Cuáles?

INECOL, Dr. Jorge López Portillo, Restauración del manglar de la Termoeléctrica de Tuxpan; REVIVE, M en C. Aníbal Ramírez Soto, Restauración y conservación de manglares en la cuenca del río Tuxpan, hacia una ganadería regenerativa.

9. ¿Cómo percibe la disposición a conservar y restaurar los manglares de las comunidades locales en Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.

Poca disposición. Se requieren proyectos centrados en la economía familiar.

10. ¿Conoce si actualmente se aplica algún mecanismo que incentive la conservación de los manglares locales (PSA, subsidios, etc.)?

En el pasado lo hubo en los ejidos, pero actualmente ya no.

11. ¿Cuáles considera que son los principales errores o áreas de oportunidad en la implementación de proyectos de conservación y rehabilitación de manglares en materia de involucramiento comunitario?

No preguntar a la población, no planear con la comunidad, no involucrar a los locales en la capacitación.

### Cuestionario 3

#### A. Datos Generales

Fecha: 11 de enero de 2021

Nombre: Ana Laura Lara Domínguez

Institución: Instituto de Ecología, A.C.

Cargo: Investigador Titular A

Proyectos en los que ha trabajado relacionados con manglares:

- Importancia Económica de las Funciones Ecológicas de los Ecosistemas de Manglar: Campeche, un Estudio de Caso. Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica, Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica, Secretaría de Educación Pública. Proyecto 3N-01-01 Convenio C91-001-04 SEP/DGICSA. Programa EPOMEX, Sede El Carmen, Área de Ecología y Manejo de Ecosistemas Costeros, 1991-1992.
- Funcionalidad Ecológica de los Sistemas de Manglar en la Península de Yucatán: Estudio Comparativo de la Laguna de Términos, Campeche y Laguna de Celestún, Yucatán. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Clave F467-091100. Programa EPOMEX, Sede El Carmen, Área de Ecología y Manejo de Ecosistemas Costeros 1992-1993.
- Evaluación de los recursos naturales y la productividad pesqueras de dos lagunas costeras ante el impacto del cambio climático y del ascenso del nivel medio del mar: Laguna La Mancha y Laguna del Ostión, Veracruz Golfo de México. Fondos Mixtos CONACYT-Veracruz, 2007-2009.
- Proyecto Programa Regional Para la Caracterización y el Monitoreo de Ecosistemas de Manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: inicio de una red multistitucional. CONABIO FN007, Inició en septiembre de 2008 hasta octubre 2012.
- Restauración Hidráulica en la Laguna de Tampamachoco para la rehabilitación del manglar y sus servicios ambientales. CONABIO HH025, Inicio en septiembre de 2010 y agosto de 2013.
- Restauración Hidráulica en la Laguna de Tampamachoco para la rehabilitación del manglar y sus servicios ambientales. CONABIO MN001 septiembre de 2015 y enero de 2018.
- Proyecto Programa Regional Para la Caracterización y el Monitoreo de Ecosistemas de Manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: inicio de una red multistitucional. Segunda Parte. CONABIO KN002. (Mayo 2013 – Mayo 2016).
- Tuxpan, Addressing Hydrological Flux, Convenio Gulf of Mexico Foundation, Mexico Chapter, A.C. – INECOL 10528. (Marzo 2015 – Marzo 2016).
- Centro Mexicano de Innovación de Energía-Océano (CEMIE-Océano). Subproyecto: Efectos regionales de la instalación de plantas productoras de energías oceánicas en las especies clave y ecosistemas costeros. Instituto de Ingeniería, UNAM – INECOL.

- OUTPUT 3.2. Community based wetland restoration under Component 3. Conserve and restore the quality of coastal and marine ecosystems through community involvement and enhanced bilateral cooperation (2017-2021) UNIDO/GEF Project “Implementation of the Strategic Action Program of the Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem” (GEF ID 6952; 2016-2020 – GoM SAP Implementation Project).
- . “Manglares en el Golfo de México: Estrategias de restauración hidráulica y forestal en 100 ha en los manglares asociados a la barra costera de la Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos, Laguna de Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz”. Programa de Compensación Ambiental por cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de la Comisión Nacional Forestal (CONAFORINECOL 80102). Agosto 2018 – Septiembre 2020.

Sitios donde se han implementado los proyectos:

- Manglares del Estado de Veracruz (Laguna de Pueblo Viejo, Tamiahua, Tumilco, Tampamachoco, Jácome, Tecolutla, Ciénega del Fuerte, Laguna El Llano, Laguna La Mancha, Laguna de Mandinga, Laguna de Sontecomapan, Laguna del Ostión, Río Tonalá) Estado de Campeche (Laguna de Términos y Petenes), Yucatán (Ría Lagartos), Quintana Roo (Cozumel).

## B. Servicios ambientales

1. En orden de importancia, ¿cuáles considera que son los tres principales servicios ambientales provistos por los manglares de Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.
  - Protección y regulación de las inundaciones se encuentran en una barrera arenosa.
  - Prevención y reducción de la erosión costera, se colocaron escolleras en la entrada del Rio Tuxpan y la erosión del lado sur es muy crítica pero ahí se encuentran los manglares del Estero Jácome que protege la línea de costa.
  - Mejorar la calidad del agua ya que enfrente se encuentran el sistema arrecifal de Lobos y es necesario mantener la transparencia del agua.
2. Desde su perspectiva, ¿cuáles consideraría que son los servicios ecosistémicos más valorados por las comunidades del área de manglares en Tuxpan? (ídem)
  - Provisión de hábitat a una alta diversidad de especies, los manglares de Tuxpan se encuentran en la ruta de las aves migratorias (río de rapaces).
  - Captura de CO<sub>2</sub> y almacén de carbono como mitigación a los gases de efecto invernadero es un área que se está desarrollando económicamente, tiene una termoeléctrica, y un desarrollo portuario importante y esto irá acompañado con un desarrollo urbano.
  - Puede representar una actividad económica importante para los pobladores con la capacitación de ecoturismo.

3. ¿Conoce algún estudio sobre valoración económica de los servicios ambientales del manglar en Tuxpan o Veracruz? ¿Cuál?
  - Tesis de maestría Martínez García, M.C. 2021. Evaluación costo-beneficio del servicio ecosistémico de provisión de hábitat de aves del manglar asociado al estero de Jácome, Tuxpan, Veracruz. Maestría en Economía Ambiental y Ecológica, Universidad Veracruzana.
  - Sajurjo Riverta, E. 2001. Valoración Económica de Servicios Ambientales Prestados por Ecosistemas: Humedales en México. Instituto Nacional de Ecología. 45 p. Se enfoca a los humedales del Río Papaloapan

Basado en investigación de gabinete, se seleccionaron los servicios de Turismo, Extracción y uso de madera y Pesquerías como los servicios más relevantes a evaluar económicamente.

4. ¿Considera que son actividades relevantes para las comunidades locales? Turismo, pesquería e industria.
5. ¿Considera que son actividades importantes para valorar económicamente? Turismo, pesquerías y como almacén de carbono
6. ¿Eliminaría o agregaría alguno? Regularía estrictamente la posible extracción y uso de la madera. La extracción de madera, las comunidades saben que es ilegal, pero seguro lo hacen de forma clandestina. Si existen pescadores y creo que ese sería el principal valor, y con una adecuada capacitación el valor potencial para el turismo. Por el desarrollo industrial que se está dando en la zona, sería importante valorar a los manglares como almacén de carbono que puede mitigar los gases que estas actividades arrojan a la atmósfera y tienen un efecto invernadero en el clima global.

#### C. Amenazas e impactos ambientales

7. ¿Cuáles diría que son las principales causas de degradación de los manglares de Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.  
Se basaría en el desarrollo portuario que se está dando en la proximidad de la boca del Río Tuxpan. Justamente donde se ubican los manglares que constituyen un sitio Ramsar y están protegidos por la ley, se encuentran en concesión y hay planes de desarrollar un megaproyecto turístico o desarrollo urbano. El desarrollo portuario está presionando las áreas de manglar para el establecimiento de muelles.

#### D. Conservación, restauración o rehabilitación y relación con la comunidad



8. ¿Conoce proyectos que se hayan o se estén desarrollando en la zona para la conservación, restauración o rehabilitación de manglar en Tuxpan? ¿Cuáles?
- Proyecto Programa Regional Para la Caracterización y el Monitoreo de Ecosistemas de Manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: inicio de una red multistitucional. Segunda Parte. CONABIO KN002. (Mayo 2013 – Mayo 2016).
  - Tuxpan, Addressing Hydrological Flux, Convenio Gulf of Mexico Foundation, Mexico Chapter, A.C. – INECOL 10528. (Marzo 2015 – Marzo 2016).
  - Centro Mexicano de Innovación de Energía-Océano (CEMIE-Océano). Subproyecto: Efectos regionales de la instalación de plantas productoras de energías oceánicas en las especies clave y ecosistemas costeros. Instituto de Ingeniería, UNAM – INECOL.
  - OUTPUT 3.2. Community based wetland restoration under Component 3. Conserve and restore the quality of coastal and marine ecosystems through community involvement and enhanced bilateral cooperation (2017-2021) UNIDO/GEF Project “Implementation of the Strategic Action Program of the Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem” (GEF ID 6952; 2016-2020 – GoM SAP Implementation Project).
  - “Manglares en el Golfo de México: Estrategias de restauración hidráulica y forestal en 100 ha en los manglares asociados a la barra costera de la Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos, Laguna de Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz”. Programa de Compensación Ambiental por cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de la Comisión Nacional Forestal (CONAFORINECOL 80102). Agosto 2018 – Septiembre 2020.
9. ¿Cómo percibe la disposición a conservar y restaurar los manglares de las comunidades locales en Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.
- Los instrumentos de evaluación de impacto ambiental se han implementado bien en la Terminal Portuaria de Tuxpan, pero la presión para desarrollar la actividad portuaria requiere de un plan o programa de desarrollo portuario que se sigan al menos las medidas de mitigación que la Terminal Portuaria de Tuxpan implemento para su muelle y conservar tanto manglares como humedales como un área de conservación.
10. ¿Conoce si actualmente se aplica algún mecanismo que incentive la conservación de los manglares locales (PSA, subsidios, etc.)? No.
11. ¿Cuáles considera que son los principales errores o áreas de oportunidad en la implementación de proyectos de conservación y rehabilitación de manglares en materia de involucramiento comunitario?

No hay suficiente apoyo económico, pero además es necesario programas de monitoreo de largo plazo para aplicar un manejo adaptativo en la restauración de los manglares, particularmente los de Tampamachoco.

## Cuestionario 4

### A. Datos Generales

Fecha: 28 de enero de 2021

Nombre: Agustín de Jesús Basáñez Muñoz

Institución: Universidad Veracruzana

Cargo: Coordinador Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

Proyectos en los que ha trabajado relacionados con manglares:

- 2006, Reproducción y establecimiento de 100,000 plantas de mangle rojo (*rhizophora mangle*), mangle negro (*avicennia germinans*), mangle blanco (*laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*conocarpus erectus*), en los municipios de Catemaco (50,000 plantas para 50 ha) y Tuxpan (50,000 plantas para 50 ha), en el estado de Veracruz (apoyo de CONAFOR).
- 2008, Reforestación de los manglares de Tumilco en Tuxpan, Veracruz (apoyo de CONAFOR).
- 2011, Reforestación del manglar ubicado frente al complejo termoeléctrico "Pdte. Adolfo López Mateos" (apoyo de la CFE).
- 2014, Corredor biológico entre los sitios Ramsar "Laguna de Tamiahua" y "Manglares y humedales de Tuxpan", como generador de bienes y servicios ambientales' (apoyo de fondo para la comunicación y la educación ambiental, A.C.).
- 2016, Corredor biológico Tamiahua-Tuxpan 2da etapa Barra Galindo-Majahual (apoyo de Fondo Ambiental Veracruzano y Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C.).

Sitios donde se han implementado los proyectos:

- Tuxpan, Veracruz.

### B. Servicios ambientales

1. En orden de importancia, ¿cuáles considera que son los tres principales servicios ambientales provistos por los manglares de Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.  
Captura de Carbono, pesquería ribereña o artesanal, y barrera contra vientos del norte y huracanes.
2. Desde su perspectiva, ¿cuáles consideraría que son los servicios ecosistémicos más valorados por las comunidades del área de manglares en Tuxpan? (ídem)  
Pesquería, producción de oxígeno (así le llaman los pobladores) y protección de la biodiversidad.
3. ¿Conoce algún estudio sobre valoración económica de los servicios ambientales del manglar en Tuxpan o Veracruz? ¿Cuál?  
No conozco algún estudio.

Basado en investigación de gabinete, se seleccionaron los servicios de Turismo, Extracción y uso de madera y Pesquerías como los servicios más relevantes a evaluar económicamente.

4. ¿Considera que son actividades relevantes para las comunidades locales? La pesquería es muy relevante, la extracción y uso de la madera, a dos comunidades (Ejido Barra de Galindo y Ejido Cerro de Tumilco, la PROFEPA ya las ha multado por cortar manglar, por lo que se ha reducido drásticamente esta actividad, aunque todavía existe. Sobre el turismo, este servicios es proporcionado por esquiferos del centro de la ciudad de Tuxpan que ofertan paseos, las comunidades no hacen uso de este servicio ambiental. Una comunidad (San Antonio) en 2011 comenzó a ofertar servicios de recorridos en kayacs, pero no tuvo éxito.
5. ¿Considera que son actividades importantes para valorar económicamente? El de pesquería ribereña o artesanal, es muy importante que se haga, el de turismo, relativamente también. En la ciudad de Tecolutla (65 km al sur de Tuxpan), hasta antes de la pandemia era una actividad que otorgaba ingresos a las comunidades.
6. ¿Eliminaría o agregaría alguno? Eliminaría el de extracción y uso de la madera, agregaría el de captura de carbono.

#### C. Amenazas e impactos ambientales

7. ¿Cuáles diría que son las principales causas de degradación de los manglares de Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.  
Por lo que he observado en mis recorridos por las áreas de manglar es su colindancia con el sector agropecuario, principalmente ranchos ganaderos y el crecimiento portuario e industrial.

#### D. Conservación, restauración o rehabilitación y relación con la comunidad

8. ¿Conoce proyectos que se hayan o se estén desarrollando en la zona para la conservación, restauración o rehabilitación de manglar en Tuxpan? ¿Cuáles?  
Sí, Estrategias de restauración hidráulica y forestal en los manglares anexos a la barra costera de la Central Termoeléctrica “Adolfo López Mateos”, laguna de Tampamachoco hasta 2020 por el INECOL, A.C. y apoyado por CONSAFOR.
9. ¿Cómo percibe la disposición a conservar y restaurar los manglares de las comunidades locales en Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el

caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.

Existe una buena disposición, siempre y cuando sea recompensado económicamente esa labor.

10. ¿Conoce si actualmente se aplica algún mecanismo que incentive la conservación de los manglares locales (PSA, subsidios, etc.)?

No conozco, la CONANP apoyó con algunos programas de contratación en comunidades.

11. ¿Cuáles considera que son los principales errores o áreas de oportunidad en la implementación de proyectos de conservación y rehabilitación de manglares en materia de involucramiento comunitario?

No se involucra a las comunidades en el proyecto, solo se contratan como mano de obra. Aunque se les da capacitación y se les explica para qué se realiza, no lo sienten suyo.

## Cuestionario 5

### A. Datos Generales

Fecha: 28 de enero de 2021

Nombre: Jorge Alejandro López Portillo Guzmán

Institución: Instituto de Ecología, A.C.

Cargo: Investigador Titular C

Proyectos en los que ha trabajado relacionados con manglares:

- Ordenamiento del Corredor Cancún-Tulum; Ordenamiento de la sección de Punta Pájaros en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an; Monitoreo de manglares financiado por CONABIO, restauración de los manglares de la Laguna de Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz, entre otros.

Sitios donde se han implementado los proyectos:

- Cozumel y Riviera Maya, Quintana Roo; Ría Lagartos, Yucatán; 32 lagunas costeras en el Estado de Veracruz, desde Pueblo Viejo hasta Coatzacoalcos, Laguna de Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz.

### B. Servicios ambientales

1. En orden de importancia, ¿cuáles considera que son los tres principales servicios ambientales provistos por los manglares de Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.  
Turismo, protección costera y pesquerías.
2. Desde su perspectiva, ¿cuáles consideraría que son los servicios ecosistémicos más valorados por las comunidades del área de manglares en Tuxpan? (ídem) Productividad, redes tróficas sólidas y resilientes.
3. ¿Conoce algún estudio sobre valoración económica de los servicios ambientales del manglar en Tuxpan o Veracruz? ¿Cuál?  
No. Es importante revisar las tesis de la Universidad Veracruzana, Campus Tuxpan.

Basado en investigación de gabinete, se seleccionaron los servicios de Turismo, Extracción y uso de madera y Pesquerías como los servicios más relevantes a evaluar económicamente.

4. ¿Considera que son actividades relevantes para las comunidades locales? Sí lo son, pero, con la excepción del turismo de playa, no están desarrollados en Tuxpan.
5. ¿Considera que son actividades importantes para valorar económicamente? Sí. Para encontrar formas de mejorarlas.

6. ¿Eliminaría o agregaría alguno?  
Pensaría mantener la relacionada con la extracción de madera. ¿Cuál sería la clientela? Tendría que hacerse el estudio de factibilidad, constituir una unidad de manejo ambiental, y obtener los permisos de uso forestal para las comunidades preparadas en talleres.

C. Amenazas e impactos ambientales

7. ¿Cuáles diría que son las principales causas de degradación de los manglares de Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.  
Relleno y cambio de uso del suelo, interrupción de flujos hidrológicos, la forma irracional de realizar los dragados.

D. Conservación, restauración o rehabilitación y relación con la comunidad

8. ¿Conoce proyectos que se hayan o se estén desarrollando en la zona para la conservación, restauración o rehabilitación de manglar en Tuxpan? ¿Cuáles?  
Proyectos realizados por la Universidad Veracruzana, Campus Tuxpan. Nuestro proyecto (INECOL) de restauración frente a la Central Termoeléctrica Presidente Adolfo López Mateos, que ha sido financiado por CONABIO y por CONAFOR.
9. ¿Cómo percibe la disposición a conservar y restaurar los manglares de las comunidades locales en Tuxpan? Nota, si no está familiarizado/a con el caso de Tuxpan, puede hablar desde su experiencia en el Golfo de México u otro sitio del país.  
Su disposición es buena, pero debe tener alguna ventaja importante para las comunidades, idealmente a mediano y largo plazo.
10. ¿Conoce si actualmente se aplica algún mecanismo que incentive la conservación de los manglares locales (PSA, subsidios, etc.)?  
Desde que se acabó el programa de empleo temporal coordinado por CONANP) No hay incentivos ahora. Nosotros pagamos a los restauradores (formados con nuestro equipo de trabajo), sólo por la duración del proyecto. Cuando terminan, buscan algún contrato con la CFE o, en días festivos, preparan las palapas que están en la playa al norte de la boca del Río Tuxpan.
11. ¿Cuáles considera que son los principales errores o áreas de oportunidad en la implementación de proyectos de conservación y rehabilitación de manglares en materia de involucramiento comunitario?  
El principal error es contar con proyectos de corto plazo. La oportunidad tendría que basarse en conseguir recursos para proyectos a largo plazo que involucren el trabajo de un sólido grupo de restauradores locales. Aparte, es necesario generar otros proyectos sustentables para contribuir



a la capitalización y capacitación en habilidades técnicas de los pobladoras y pobladores locales.

#### **Anexo 4.2**

#### **Propuesta metodológica para el cálculo de los beneficios de los manglares de la Cuenca Baja de Tuxpan mediante experimentos de elección**

Debido a la pandemia que se vivió durante la realización del proyecto, la cual impidió realizar visitas a campo, la mayor parte de las estimaciones se realizaron tomando como referencia fuentes bibliográficas de otros contextos en el mundo, por lo que los alcances de la estimación son limitados. En este sentido, para obtener estimaciones más precisas uno de los siguientes pasos es contrastar y/o complementar con información nacional y/o local a través del levantamiento de información in-situ.

##### 1. Revisión de literatura

La definición extensamente aceptada de SE es: “Los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios provistos por ecosistemas a los seres humanos, los cuales contribuyen a que la vida humana sea posible y digna de ser vivida” (Díaz et al., 2006; MA, 2005a, b; Layke et al., 2012; van Oudenhoven et al., 2012). Los SE incluyen bienes, tales como: alimentos o recursos maderables, y servicios asociados al mantenimiento de la biodiversidad o funciones de soporte de la vida (Costanza and Folke, 1997; Costanza et al., 1998; Daily, 1997; Norberg, 1999, Eisfelder et al., 2011; Busch et al., 2011).

Debido a que un número importante de dichos bienes y servicios no pasan por un mercado, los métodos tradicionales de valoración económica no son, en su mayoría, útiles para identificar el valor de los SE<sup>56</sup>. Sorg (1987) y Perman et al. (2011) indican que el valor económico total de un recurso natural o amenidad ambiental comprende valores de uso (uso directo, uso indirecto y de opción) y de no uso (existencia y de legado). Farber et al. (2006) encuentra que los métodos más utilizados para valorar los SE que brindan los manglares son el método de costo evitado, valoración contingente, precios hedónicos, precios de mercado, enfoque de función de producción, costos de reemplazo y costo de viaje.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en el documento *Revisión y análisis sobre valoración económica de los servicios ecosistémicos de México de 1990 a 2019* (INECC, 2020) presenta una revisión de estudios de valoración económica de los SE en México. Tomando como punto de partida el listado de referencias en INECC (2020) y otros estudios que resultaron de una segunda revisión de la literatura, se revisaron aquellos artículos que presentan alguna valoración de los SE que proveen los manglares en diferentes regiones de México. La Tabla 27 muestra una síntesis de los estudios que desarrollan algún tipo de valoración económica de los SE que brindan los manglares en el país. En México, se han llevado a cabo valoraciones en la Laguna de Términos, Campeche;

<sup>56</sup> En este estudio se opta por utilizar el método de precios de mercado debido a la contingencia sanitaria causada por la COVID-19. La contingencia sanitaria no permite la implementación de un método más apropiado, como valoración contingente o de experimentos de elección, puesto que involucra la aplicación de cuestionarios cara a cara.

en la Laguna de Celestún, Yucatán; Boca del Río, Chachalacas y Costa Esmeralda, Veracruz; Laguna de Mexcaltitlán, Nayarit; y en la Laguna de Álvaro, Veracruz. Los métodos más utilizados en México comprenden modelos de pesca, método de ingresos netos, costo alternativo, valoración contingente y transferencia de beneficios.

Con relación a los cuatro SE comprendidos en el presente análisis (protección costera contra inundaciones, tormentas, vientos y huracanes; provisión de recursos pesqueros; provisión de recursos maderables; y servicios de recreación), algunos estudios han llevado a cabo valoraciones económicas en regiones distintas a la cuenca baja de Tuxpan. Por ejemplo, Mendoza-González et al. (2012) utilizan el método de transferencia de beneficios para calcular el valor de los cambios de uso de suelo en términos de pérdida de servicios ecosistémicos, tales como protección costera, belleza escénica y recreación. Cabrera et al. (1998) valoran los SE de recursos maderables y recursos pesqueros provistos por los manglares de la Laguna de Términos mediante los métodos de ingresos netos y el enfoque de productividad, respectivamente.

*Tabla 78. Síntesis de literatura seleccionada sobre valoración económica de SE de manglares: casos de estudio en México*

Estudio	Lugar	Método	Valoración
Barbier y Strand (1998)	Campeche, México (Laguna de Términos)	Modelo de pesca con acceso abierto	Efecto de la cobertura del manglar en la capacidad de carga, la producción y el valor del camarón
Cabrera et al. (1998)	Campeche, México (Laguna de Términos)	Métodos: ingreso neto (recursos maderables), enfoque de productividad (recursos pesqueros), método de costo alternativo (filtración de agua); valoración contingente (hábitat de especies amenazadas)	Valor económico de los servicios ecológicos del ecosistema de manglar: i) recursos maderables; ii) recursos pesqueros; iii) servicios de filtración de agua; iv) hábitat de especies amenazadas
Lara-Pulido et al. (2018)	México	Revisión de literatura para valores económicos de servicios y bienes ecosistémicos en México (regresión lineal)	Valor económico de servicios ecosistémicos de humedales
Márquez (2015)	Yucatán, México (Laguna de Celestún)	Método de ingresos netos	Cálculo del valor de uso directo por hectárea de manglar al año estimado a partir de los ingresos netos obtenidos de las principales actividades económicas que se llevan a cabo en el ecosistema (tesis)
Mendoza - González et al. (2012)	Veracruz, México (Boca del Río, Chachalacas y Costa Esmeralda)	Método de transferencia de beneficios	Cálculo del valor de los cambios de uso de suelo en términos de pérdida de servicios ecosistémicos, tales como, protección costera, belleza escénica y recreación.

Sanjurjo et al. (2005a)	Nayarit, México (Laguna de Mexcaltitlán)	Modelo bioeconómico	Cálculo del valor económico del servicio de protección de pesquerías por manglares
Vázquez-González et al. (2016)	Veracruz, México (Laguna de Álvarado)	Metodología de REDD+	Compara el beneficio económico potencial de la conservación de humedales costeros con los beneficios potenciales de transformarlos en campos de cultivo de caña de azúcar y de ganadería.

Fuente: elaboración propia con base en la revisión de literatura en INECC (2020) y otros.

En los diferentes métodos de valoración económica, se debe tener en cuenta que dichas estimaciones deben considerar valores de uso: recursos pesqueros, maderables o recreación, y no uso: protección costera o biodiversidad. La teoría de valoración económica clasifica a los diferentes métodos en aquellos que se basan en preferencias reveladas, e.g. precios hedónicos o costo de viaje; y en preferencias declaradas, e.g. valoración contingente, experimentos de elección. La gran ventaja de los métodos basados en preferencias declaradas es que toman en cuenta los valores de uso y no uso, mientras que los métodos que se basan en preferencias reveladas suelen no tomar en cuenta los valores de no uso de los bienes y amenidades ambientales (Perman et al., 2011). En este estudio, se utilizará el método de experimentos de elección para la valoración de beneficios y el método de ingresos netos para la valoración de costos de la conservación de manglares como medida de AbE en la cuenca baja de Tuxpan.

En años recientes, el método de experimentos de elección se ha vuelto muy popular en la valoración económica de beneficios y costos de mejoras y deterioros ambientales (Petrolia et al., 2020). La mayor ventaja de este método sobre otras alternativas es su capacidad para incorporar valores de uso y no uso (Perman et al., 2011). Asimismo, su flexibilidad para comparar diferentes alternativas de un proyecto ambiental ha incrementado su popularidad respecto al método de valoración contingente.

La disponibilidad de información es un factor relevante en la elección del método de valoración. En la mayoría de los casos, no existe información sobre la provisión de SE o de sus precios, puesto que los bienes y amenidades ambientales no suelen pasar por un mercado. Cuando no es posible obtener información sobre los SE, Perman et al. (2011) sugiere utilizar métodos que se basan en la creación de mercados hipotéticos, tales como los experimentos de elección. En el caso de los SE de los manglares en la cuenca baja de Tuxpan, no es posible observar algunas variables como el precio de la protección costera (disposición marginal a pagar por la protección) o el valor de la recreación (disposición marginal a pagar por llevar a cabo este tipo de actividades). Por lo tanto, dada la posibilidad de identificar valores de uso y no uso, su flexibilidad para comparar diferentes alternativas de un proyecto ambiental y la falta de información estadística, en el ejercicio de valoración de beneficios se utilizará el método de experimentos de elección.

En algunos estudios que se muestran en la Tabla A se ha utilizado el método de ingresos netos para identificar el costo de oportunidad de mantener las tierras

en estado de conservación. Por ejemplo, algún propietario de un área de manglar puede tener el incentivo de convertir su tierra en uso agrícola y esto estará en función de los ingresos netos que podría obtener al hacer un cambio de uso de suelo de esa naturaleza. De manera similar, se podría considerar el valor-precio de las tierras cercanas a desarrollos urbanos, puesto que estas tierras suelen ser demandadas para desarrollo urbano o turístico. Asimismo, los ejercicios de valoración que incluye la Tabla A también sugieren utilizar el método de transferencia de beneficios para identificar los costos de conservación, i.e. utilizar valores por superficie de otras regiones para identificar el valor en la zona de análisis. En este ejercicio se utilizará el método de ingresos netos para la valoración de costos y se describe en la sección de metodología.

## 2. Metodología

El método de experimentos de elección se ha vuelto muy popular en valoraciones de bienes y amenidades ambientales llevadas a cabo en los últimos años (Pretolia et al., 2020). Este incremento de popularidad se debe en gran medida a su capacidad para incorporar valores de uso y no uso en la valoración económica y a su flexibilidad para comparar diferentes alternativas para los proyectos ambientales en cuestión (Perman et al., 2011; Pretolia et al., 2020). De acuerdo con Perman et al. (2011), la implementación del método de experimentos de elección comprende los siguientes pasos.

**Diseñar la encuesta:** el diseño del experimento de elección incluye lo siguiente. Primero, se eligen los atributos, es decir, los SE de interés, del proyecto ambiental que se pretende evaluar. Perman et al. (2011) sugieren seleccionar entre 3 o 5 atributos. Segundo, se determinan los niveles que pueden tomar dichos atributos. Generalmente, se espera que al menos existan dos niveles para cada atributo y que los niveles planteados cubran el rango de interés para el encargado de la valoración económica. Por ejemplo, la aportación por hogar para la conservación no debe salir del rango de ingresos de los hogares de la región de estudio. La Tabla 28 presenta el conjunto de atributos y sus niveles correspondientes para el caso de la valoración económica de los beneficios que provee el ecosistema de manglares de la cuenca baja de Tuxpan.

Tabla 79. Atributos y niveles del proyecto

Atributos	Descripción	Niveles del atributo
Protección costera	Proporción de casas protegidas de vientos e inundaciones	(25%, 50%, 75%, 100%) porcentaje de hogares protegidos de vientos e inundaciones
Recursos pesqueros	Pesca comercial	(0%, 15%, 30%) incremento en la pesca anual
Recreación/turismo	Acceso y uso de áreas de manglares para actividades de recreación	Acceso abierto, acceso limitado, <b>acceso totalmente restringido.</b>
Recursos maderables	Áreas para aprovechamiento maderable del manglar	(1%, 5%, 10%) de la superficie total para explotación

Aportación Aportación anual para **\$0, \$100, \$250, \$500** conservar y restaurar el manglar por hogar (en pesos)

Fuente: elaboración propia con información de línea base. Nota: se señala en negritas la línea base del análisis. Para el caso de la protección costera, se asume que de no llevar a cabo actividades de conservación se perdería el 75% de la extensión lineal del manglar (inacción). Este porcentaje se toma como valor de referencia debido a que no existe algún estudio que nos indique la pérdida de cobertura esperada del mangle en los próximos años. Para la pesca, se asume que no hay extracción actualmente. Para las actividades de recreación se asume que no hay acceso para la protección de los hábitats y que el público estaría dispuesto a pagar cierta cantidad por entrar al ecosistema a llevar a cabo actividades de recreación/turismo. Para los recursos maderables se asume que la superficie de donde se obtienen dichos recursos representa el 1% del total del área del ecosistema, es decir, 44 has. Para la aportación se toma el valor actual de lo que se paga por conservar el manglar, esto es, un pago de \$0.

Tercero, se construyen conjuntos de elección que comprendan varias alternativas. Este último paso es el más complicado y merece la pena explicarlo en extenso. Al elegir, por ejemplo, 4 atributos y 3 niveles para cada uno de los atributos se obtendrían  $3^4=81$  combinaciones posibles de atributos y niveles, los cuales representan diferentes opciones de provisión de SE y disposiciones a pagar por las opciones correspondientes. Dichas combinaciones de atributos y niveles pueden ser mezcladas de manera aleatoria para formar un conjunto de elección con un número finito de alternativas, es decir, 3 o 4 alternativas en el conjunto de elección. Cuando se utilizan todas las combinaciones de todos los niveles posibles de los atributos, se trata de un diseño factorial completo. Sin embargo, no es muy práctico utilizar todas las combinaciones posibles. En su lugar, se puede utilizar un diseño factorial fraccional, el cual utiliza un subconjunto de las combinaciones posibles<sup>57</sup>. Con este subconjunto de combinaciones se construyen los conjuntos de elección, los cuales no deben contener alternativas dominadas o combinaciones de atributos imposibles.

Utilizando los atributos y niveles de la Tabla 28, se desarrolla el diseño factorial fraccional en el programa SPSS. La tabla 29 muestra los resultados de dicho diseño. Como resultado del diseño factorial fraccional, se obtienen 17 tarjetas con las combinaciones de atributos y niveles correspondientes, de las cuales, se presentarán 5 de manera aleatoria a los entrevistados.

Tabla 80. Diseño factorial fraccional (conjunto de combinaciones del experimento)

Protección costera			Recursos pesqueros			Recreación			Recursos maderables			Aportación anual			Tarjeta
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
25%	50%	<b>75%</b>	<b>0%</b>	15%	15%	Restringido	Abierto	Abierto	1%	5%	5%	\$0	\$250	\$500	1
25%	<b>100%</b>	75%	<b>0%</b>	<b>30%</b>	15%	Restringido	Discrecional	Discrecional	1%	<b>10%</b>	5%	\$0	\$500	\$100	2
25%	75%	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>30%</b>	15%	Restringido	Discrecional	Discrecional	1%	5%	<b>10%</b>	\$0	\$250	\$250	3
25%	<b>75%</b>	50%	<b>0%</b>	30%	30%	Restringido	Abierto	Abierto	1%	5%	<b>10%</b>	\$0	\$500	\$100	4

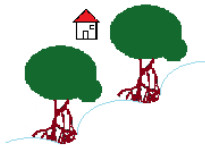








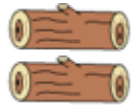
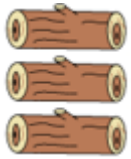
<sup>57</sup> El proceso de diseño factorial fraccional se puede llevar a cabo en el software SPSS.



25%	<b>100%</b>	50%	<b>0%</b>	15%	<b>30%</b>	Restringido	Discrecional	Discrecional	1%	5%	<b>10%</b>	\$0	\$250	\$500	5
25%	50%	50%	<b>0%</b>	15%	<b>30%</b>	Restringido	Discrecional	Discrecional	1%	10%	10%	\$0	\$100	\$250	6
25%	75%	75%	<b>0%</b>	15%	<b>30%</b>	Restringido	<b>Abierto</b>	Discrecional	1%	<b>10%</b>	5%	\$0	\$100	\$100	7
25%	100%	100%	<b>0%</b>	30%	30%	Restringido	Discrecional	<b>Abierto</b>	1%	<b>10%</b>	5%	\$0	\$100	\$500	8
25%	<b>100%</b>	50%	<b>0%</b>	15%	15%	Restringido	Discrecional	Discrecional	1%	5%	5%	\$0	<b>\$250</b>	\$100	9
25%	75%	<b>100%</b>	<b>0%</b>	15%	15%	Restringido	Discrecional	Discrecional	1%	<b>10%</b>	5%	\$0	\$250	\$500	10
25%	50%	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>30%</b>	15%	Restringido	Discrecional	Discrecional	1%	5%	5%	\$0	\$500	\$100	11
25%	100%	100%	<b>0%</b>	15%	15%	Restringido	Abierto	Abierto	1%	5%	5%	\$0	\$100	\$250	12
25%	<b>75%</b>	50%	<b>0%</b>	15%	15%	Restringido	Discrecional	<b>Abierto</b>	1%	<b>10%</b>	5%	\$0	\$500	\$250	13
25%	<b>100%</b>	75%	<b>0%</b>	15%	15%	Restringido	<b>Abierto</b>	Discrecional	1%	5%	<b>10%</b>	\$0	\$500	\$250	14
25%	50%	<b>100%</b>	<b>0%</b>	15%	15%	Restringido	<b>Abierto</b>	Discrecional	1%	10%	10%	\$0	\$500	\$500	15
25%	75%	75%	<b>0%</b>	15%	15%	Restringido	Discrecional	Discrecional	1%	5%	5%	\$0	\$100	\$250	16
25%	75%	75%	<b>0%</b>	<b>30%</b>	15%	Restringido	Discrecional	Discrecional	1%	5%	<b>10%</b>	\$0	\$100	\$500	17

Fuente: elaboración propia con base en la Tabla B y el diseño factorial fraccional

Tabla 81. Ejemplo de un conjunto de opciones (experimento de elección)

Por favor considere cada una de las siguientes opciones de provisión de Servicios Ecosistémicos. Suponga que estas son las únicas opciones disponibles ¿Cuál de ellas le parece la mejor opción? No olvide que la aportación representa el pago anual que usted tendría que hacer en caso de darse las modificaciones en los niveles de provisión de los Servicios Ecosistémicos.

Atributo	A	B	C
Protección costera	 25%	 50%	 100%
Aumento en el nivel de pesca	0%	 15%	 30%
Acceso para recreación	 Restringido	 Limitado	 Abierto
Recursos maderables	 1%	 5%	 10%

<b>Aportación anual</b>	\$0	 \$100	 \$500
<b><i>Por favor señale su opción preferida:</i></b>			
<b>A</b>	<b>Elijo la opción A con una aportación anual de \$0</b>		
<b>B</b>	<b>Elijo la opción B con una aportación anual de \$100</b>		
<b>C</b>	<b>Elijo la opción C con una aportación anual de \$500</b>		

Siguiendo los procedimientos indicados en la sección metodológica de experimentos de elección, se diseña el instrumento para la recolección de información necesaria para identificar los beneficios de la conservación de los manglares. Este incluye preguntas para identificar las actitudes del entrevistado respecto al medio ambiente y sus características sociodemográficas como: ingreso, ocupación, nivel de educación, edad, sexo, pertenencia a grupos indígenas/afrodescendientes que permiten determinar la disposición a pagar por los servicios que reciben y definen la toma de decisiones. A continuación, se presenta el instrumento para la recolección de información. El instrumento se encuentra disponible en:

[https://corexmsmy6c8v6y7qcrl.ca1.qualtrics.com/jfe/form/SV\\_8xoTgXUg2qlhidf](https://corexmsmy6c8v6y7qcrl.ca1.qualtrics.com/jfe/form/SV_8xoTgXUg2qlhidf).

### **Encuesta de los servicios ecosistémicos que brindan los manglares de la cuenca baja de Tuxpan**

Esta es una encuesta realizada por World Resources Institute en conjunto con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

El objetivo es ver qué tan familiarizado estás con los servicios ecosistémicos que brindan los manglares ubicados en la cuenca baja de Tuxpan, Veracruz. Esta encuesta está dirigida a habitantes de Tuxpan y, en general, a usuarios de los manglares que se encuentran en este municipio (aplica para aquellos que habitan fuera de la zona del manglar).

Tomará aproximadamente 5-7 minutos responderla y es completamente anónima.

1. ¿Eres habitante de Tuxpan?

Sí (1)

No (2)

2. ¿Alguna vez has visitado los manglares de la cuenca baja de Tuxpan?

Sí (1)



No (2)

**Instrucciones:** por favor, lea la siguiente información.

El ecosistema de manglar de la cuenca baja de Tuxpan se encuentra dentro de la Región Terrestre Prioritaria RTP-103 “Laguna de Tamiahua” de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Esta zona comprende los manglares de la Isla del Ídolo, las orillas de la laguna de Tamiahua, los de la laguna de Tampamachoco y los esteros de Tumilco y Jácome.


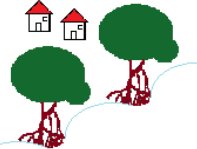

Vo et al. (2012) indican que los manglares proveen servicios ecosistémicos relacionados con la provisión de recursos maderables, recursos pesqueros, servicios de filtración de agua, hábitat de especies, protección costera, belleza escénica, recreación y captura de carbono. Con base en una consulta a expertas y expertos, los principales servicios ecosistémicos que proveen los manglares de Tuxpan son los siguientes:







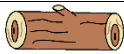
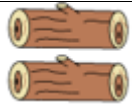



- protección costera,
- recursos pesqueros,
- recursos maderables y
- recreación.

Bajo estas condiciones, la conservación del manglar representa diversos beneficios para los usuarios de los servicios ecosistémicos del territorio que comprende el manglar.

El diagnóstico social y ambiental de Tuxpan indica que el manglar ha sufrido algunas perturbaciones causadas por actividades humanas, las cuales incluyen: desarrollo turístico, desarrollo urbano, desarrollo industrial, cambio de uso de suelo para la agricultura y ganadería.

**Instrucciones:** Por favor considere cada una de las siguientes opciones de provisión de Servicios Ecosistémicos. Suponga que estas son las únicas opciones disponibles ¿Cuál de ellas le parece la mejor opción? No olvide que la aportación representa el pago anual que usted tendría que hacer en caso de darse las modificaciones en los niveles de los atributos

Atributo	A	B	C
Protección costera	 25%	 50%	 100%

<b>Aumento en el nivel de pesca</b>	0% 	15% 	30% 
<b>Acceso para recreación</b>	 Restringido	 Discrecional	 Abierto
<b>Recursos maderables</b>	 1%	 5%	 10%
<b>Aportación anual</b>	\$0	 \$100	 \$500
<b>Por favor señale su opción preferida:</b>			
<b>Elijo la opción A con una aportación de \$0</b>			<b>A</b>
<b>Elijo la opción B con una aportación de \$100</b>			<b>B</b>
<b>Elijo la opción C con una aportación de \$500</b>			<b>C</b>

3. ¿Qué tan fácil le resultó elegir cada opción?

1) Muy fácil ( )    2) Fácil ( )    3) Difícil ( )    4) Muy difícil ( )

4. ¿Qué características consideraste más importantes al momento de elegir?

**Instrucciones:** ordena las siguientes características comenzando por la más importante con el número 1 y la menos importante con el número 4

- \_\_\_ Protección costera
- \_\_\_ Recursos pesqueros
- \_\_\_ Recreación/turismo
- \_\_\_ Recursos maderables

5. ¿Alguna de las características fue irrelevante en tu decisión?

**Instrucciones:** seleccione una o varias características

- \_\_\_ Protección costera
- \_\_\_ Recursos pesqueros
- \_\_\_ Recreación/turismo
- \_\_\_ Recursos maderables
- \_\_\_ Todas las características fueron relevantes

6. Sexo:

- 1) Hombre ( )      2) Mujer ( )      3) Prefiero no declarar ( )

7. Edad: \_\_\_\_\_

1. Menor de 18 ( )      2. 18-30 ( )      3. 30-60 ( )      4. Más de 60 ( )

8. Escolaridad:

- 1) Primaria ( )  
 2) Secundaria ( )  
 3) Bachillerato/Vocacional / Carrera técnica ( )  
 4) Licenciatura ( )  
 5) Posgrado ( )

9. ¿Cuál es tu rango de ingresos mensuales?

- 1) \$3,700 pesos o menos ( )  
 2) \$ 3,700-\$7,500 pesos ( )  
 3) \$7,501-\$11,200 pesos ( )  
 4) \$11,201- \$15,000 pesos ( )  
 5) \$15,001-\$18,700 pesos ( )  
 6) \$18,001- \$22,000 pesos ( )  
 7) Mas de \$22, 000 pesos ( )

10. Por favor indica la localidad o comunidad en la que vives: \_\_\_\_\_

**Elegir el formato de entrevista:** para obtener la información de los experimentos de elección existen al menos tres posibilidades. Se puede hacer mediante entrevistas presenciales. Esta forma de entrevista puede ser costosa, pero tiene las ventajas de elevar la tasa de respuesta y que pueden llevarse a cabo en el sitio de interés. Las entrevistas también pueden ser distribuidas por correo electrónico, lo cual es mucho menos costoso. Sin embargo, la tasa de respuesta suele ser baja y puede perderse el control sobre quién la responde. Además de ello, se puede presentar el problema de sesgo por autoselección, esto es, la contestarán aquellos que estén muy interesados en cuestiones ambientales. Las entrevistas por teléfono tienen costos inferiores pero limitan la presentación de información gráfica, la cual es importante en las selecciones del experimento de elección. Para recolectar la información del experimento de elección para el cálculo del valor de los beneficios, se realizarán entrevistas cara a cara en la zona de interés.

**Identificar a la población de interés y desarrollar la estrategia de muestreo:** para obtener el valor económico que se deriva de un cambio en el nivel de provisión de un bien o amenidad ambiental, se tiene que identificar a la

población que será afectada o beneficiada por dicho cambio. Una vez que se identifica a la población de interés se desarrolla una estrategia de muestreo aleatorio simple donde el tamaño de muestra se encontrará determinado por la precisión estadística deseada y por el costo financiero del levantamiento de las entrevistas. El tamaño de la muestra se obtiene con la siguiente expresión:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 pqN}{\varepsilon^2(N-1) + Z^2 pq}$$

donde,  $n$  es el tamaño de muestra;  $Z_{\alpha/2}^2$  es el valor correspondiente de la distribución con un nivel de confianza de  $(1-\alpha)$ ,  $N$  es el tamaño de la población (número de hogares);  $p$  es la prevalencia esperada del parámetro a estudiar el cual se asume desconocido por lo cual  $p$  es igual a 0.5;  $q$  es igual a  $(1-p)$ ; y  $\varepsilon$  es el error muestral (Anderson, et. al. 2008). Asumiendo que el número de hogares  $N$  es igual a 30,377 (ver figura 4), un nivel de confianza del 95% y un error muestral  $\varepsilon$  de 7.5%<sup>58</sup>, se tiene un tamaño de muestra de 170 hogares.

**Analizar las respuestas de la encuesta para obtener la disposición a pagar por la mejora en la calidad o cantidad del bien o amenidad ambiental:** una vez que se tienen las respuestas del experimento de elección y de las preguntas de control en la encuesta, dicha información se analiza mediante un análisis econométrico. Este análisis se basa en el modelo de utilidad aleatoria, el cual indica que el individuo  $i$  elegirá la alternativa  $g$  de un conjunto de alternativas  $j = 1, \dots, J$  siempre y cuando se cumpla la siguiente condición:

$$u_{ig} \geq u_{ij} \forall j \neq g \quad (1)$$

donde,  $u$  es la utilidad asociada a la elección correspondiente. Reconociendo que existen características de los entrevistados que no podemos capturar en la encuesta, podemos asumir que la utilidad  $u$  comprende una parte determinística,  $v$ , (observable) y un componente estocástico,  $\varepsilon$ , (no observable). Con base en ello, podemos reescribir la ecuación (1) como sigue:

$$v_{ig} + \varepsilon_{ig} \geq v_{ij} + \varepsilon_{ij} \forall j \neq g \quad (2)$$

Entonces, la probabilidad de que el individuo  $i$  elija la opción  $g$  de un conjunto de  $J$  opciones se encuentra dada por la siguiente expresión:

$$\Pr(j = g) = \frac{\exp(v_{ig})}{\sum_{j=1}^J \exp(v_{ij})} \quad (3)$$

La cual corresponde al modelo logístico condicional (Train, 2009). La estimación de los parámetros del modelo logístico condicional se lleva a cabo mediante el método de máxima verosimilitud y se obtiene la siguiente expresión:

$$v_{ij} = \sum_{q=1}^Q \beta_q X_{qij} \quad (4)$$

donde,  $v_{ij}$  es la utilidad indirecta que obtiene el individuo  $i$  cuando elige la alternativa  $j$ ,  $Q$  es el número total de atributos,  $X_q$  es el atributo  $q$  y  $\beta_q$  son los parámetros asociados a cada uno de los atributos. Una vez que se obtienen los parámetros  $\beta_q$ , incluyendo el atributo del costo, la disposición marginal a pagar o valor implícito del atributo  $q$ ,  $DMAP$ , se obtiene como sigue:

$$DMAP = -\frac{\beta_q}{\beta_{costo}} \quad (5)$$

<sup>58</sup> Se asume este error muestral por contingencia sanitaria.

Asimismo, la disposición a pagar o valor implícito de un paquete específico ( $DAP$ ) se encuentra dado por la diferencia entre la utilidad indirecta que genera el paquete propuesto,  $v^1$ , menos la utilidad indirecta del estatus quo o situación actual,  $v^0$ , dividida entre el coeficiente asociado al costo, esto es:

$$DAP = -\frac{v^1 - v^0}{\beta_{costo}} \quad (6)$$

**Agregación de la disposición a pagar sobre la población de interés:** una vez que se obtiene la  $DAP$ , esta se multiplica por el número de hogares o beneficiarios en la población de interés para obtener el valor económico total, esto es:

$$DAP_{total} = N * DAP_h \quad (7)$$

donde,  $DAP_{total}$  es la disposición a pagar total por los beneficios que brindan los SE del ecosistema del manglar,  $N$  es el número de hogares beneficiados por los SE y  $DAP_h$  es la disposición a pagar del hogar  $h$ .

### Anexo 4.3 Revisión de literatura sobre valoración de SE de manglares (evidencia internacional)

Autor	Tipo de estudio	Lugar	Servicios Ecosistémicos	Método
Jakovac et al. (2020)	Caso de estudio	Global	Carbono azul	Actualización de mapas globales de áreas con manglares y stocks de carbono con sus costos de oportunidad asociados
Tanner et al. (2019)	Caso de estudio	Ecuador y países dentro de la región Oriente del Pacífico Tropical (TEP) (manglares en Galápagos)	Almacenamiento de carbono, soporte de pesca artesanal, y turismo basado en manglares.	Ingresos netos (pesca), precios de mercado y costo social del carbono (carbono) e ingresos totales (turismo)
Barbier (2016a)	Revisión de literatura	Costa de Louisiana (USA)	Valor de protección	Función de daño esperado
Interis y Pretolia (2016)	Caso de estudio	Louisiana (USA)	Calidad del agua, protección contra inundaciones, soporte de pesca, y hábitat de aves.	Experimentos de elección
Das (2017)	Caso de estudio	El estado de Gujarat en el Occidente de India	Pesca	Función de producción
Pupo-García Parada-Corrales (2015)	Caso de estudio	Golfo de Tribugá Chocó, Colombia	Pesca deportiva, recorridos por el manglar, avistamiento de ballenas	Valoración contingente y experimentos de elección
Barbier (2007)	Caso de estudio	Tailandia	Provisión de un hábitat de cría y cría para la pesca y el servicio de protección contra tormentas	Función de producción (pesca) y función de daños esperados (protección contra tormentas)
Brander et al. (2006)	Meta-análisis	Varias regiones	Protección contra inundaciones (uso indirecto), protección contra tormentas (uso indirecto), provisión de agua (uso indirecto), mejoramiento de la calidad del agua (uso indirecto), depósito de desechos (uso directo), pesca y caza comercial (uso directo), pesca y caza de recreación (uso directo), extracción de recursos naturales (uso directo), recursos energéticos (uso directo), apreciación de la existencia de especies (no uso), estabilización del clima (uso indirecto), reducción del calentamiento global (uso indirecto), amenidades (uso directo), actividades de recreación (uso directo), apreciación de la singularidad cultural y de patrimonio (no uso).	Costos de reemplazo, precios de mercado y costo de oportunidad (protección contra inundaciones), costos de reemplazo y función de producción (protección contra tormentas), función de producción, ingresos netos, costos de reemplazo (provisión de agua), valoración contingente (mejora en la calidad del agua), costos de reemplazo (depósitos de desechos), precios de mercado e ingresos netos (caza y pesca comercial), costo de viaje y valoración contingente (caza y pesca de recreación), precios de mercado (extracción de recursos naturales), precios de mercado (recursos energéticos), valoración contingente (apreciación de especies existentes), función de producción (estabilización del clima), costo de reemplazo (reducción del

					calentamiento global), precios hedónicos y valoración contingente (amenidades), valoración contingente y costo de viaje (actividades de recreación), valoración contingente (apreciación de atributos culturales y de herencia)
León et al. (2015)	Caso de estudio	Parque Nacional de El Rosario y San Bernardo, cerca de Cartagena de Indias, Caribe Colombiano.	Mejoras en los servicios ecosistémicos (arrecifes de coral, manglares, bosques secos, ecosistemas costeros y arenosos).	Experimentos de elección	
Adhikari et al. (2010)	Caso de estudio	Provincia de Balochistan, Pakistan	Pesquerías en tierra (valores directos-provisión de hábitat)	Precios de mercado (pesca y crustáceos)	
Mendoza-González et al. (2012)	Caso de estudio	Boca del Río, Chachalacas y Costa Esmeralda. Golfo de Mexico, Mexico.	Varios	Transferencia de beneficios	
Rönnbäck Primavera (2000)	Revisión de literatura	Filipinas	Acuicultura, servicios ecológicos, pesca.	Revisión de literatura	
Rönnbäck (1999)	Revisión de literatura	Asia y Australia	Producción de mariscos	Revisión de literatura	
Barbier (2013)	Caso de estudio	Tailandia	Protección contra tormentas, pesca, madera y secuestro de carbono.	Función del Producto Neto Doméstico	
Barbier y Strand (1998)	Caso de estudio	Campeche, México	Pesca, centrándose en los vínculos de producción de camarón.	Modelo de pesca de acceso abierto	
Barbier (2000)	Revisión de literatura	NA	Recursos pesqueros	Revisión de literatura	
Khalil (2000)	Revisión de literatura	Karachi, Pakistan	Soporte vital, suministro de materias primas, absorción de desechos, suministro de servicios de esparcimiento.	Revisión de literatura	
Ron y Padilla (1999)	Meta-análisis	Pagbilao, Filipinas	El valor de los productos y servicios generados (eficiencia económica), productos forestales, pesca, acuicultura y ecoturismo.	Meta-análisis	
Kaplowitz (2000)	Revisión de Literatura	Yucatán, México	Acampar, caza, recolección de leña, pesca, cultivos, provisión de aire limpio.	Revisión de literatura	
Othman et al. (2004)	Caso de estudio	Malasia	Recreación en humedales: navegación en ríos, pesca deportiva, avistamiento de aves y visita a sitios arqueológicos.	Experimentos de elección	
Ashournejad et al. (2019)	Caso de estudio	Zona Especial de Economía de la Energia de Pars (PSEEZ) en el sur de Iran y costa norte del Golfo Persa	Pesca, ecoturismo y recreación, protección costera, abatimiento de la contaminación, alimentos, recursos energéticos, secuestro de carbono y miel.	Modelo en Costanza et al. (1997)	
Owour et al. (2019)	Caso de estudio	Mida Creek, Kenia	(I) Provisión de servicios ecosistémicos (pescado, leña, carbón, postes, miel, hierbas	Experimentos de elección	



			medicinales, alimentos silvestres y pesca). (2) Servicios de regulación (secuestro de carbono, ciclo de nutrientes, polinización, regulación de sedimentos, purificación de agua, protección contra la erosión de la costa). (3) Servicios de apoyo y (4) Servicios culturales.	
Akanni et al. (2018)	Caso de estudio	Nigeria	Servicios de regulación, servicios de aprovisionamiento, servicios culturales y servicios de soporte.	Experimentos de elección
Brander et al. (2012)	Meta-análisis	NA	Protección costera, calidad del agua, pesca, leña, materias primas	Meta-análisis
Vo et al. (2015)	Caso de Estudio	Vietnam	Pesca, secuestro de carbono y protección contra tormentas.	Precios de mercado (pesca y secuestro de carbono) y costos de reemplazo (protección contra tormentas)
Wang et al. (2018)	Caso de Estudio	China	Protección costera, secuestro de carbono, retención de nutrientes y retención de metales pesados.	Precios de mercado (secuestro de carbono) y costos de reemplazo (protección costera, retención de nutrientes, retención de metales pesados)
Kuenzer y Tuan (2013)	Caso de Estudio	Vietnam	Secuestro de carbono, capacidad de purificación de agua, protección costera y turismo.	Precios de mercado (madera, pesca) y transferencia de beneficios (usos indirectos)
Seary et al. (2020)	Caso de Estudio	Cambodia	Pesca	Precios de mercado
Uddin et al. (2013)	Caso de Estudio	Bangladesh	Servicios culturales	Ingresos totales
Trégarot et al. (2021)	Caso de estudio	Francia	Protección costera, secuestro de carbono, purificación de agua, producción de biomasa de peces.	Función de producción
Iqbal (2020)	Caso de estudio	Bangladesh (Siete Villa de Sundarbans)	Servicios sin valor de mercado, como peces, camarones, captura de cangrejos, recolección de hojas, hierbas y ramas, frutas y miel.	Experimentos de elección
Himes-Cornell et al. (2018a)	Revisión de literatura	Africa, Asia, Australia, América central y del sur, Medio oriente y Norte América	Todos los servicios de los ecosistemas que contribuyen al bienestar	Revisión de literatura
Anneboina y Kumar (2017)	Caso de estudio	India	Pesca	Función de producción
Dai et al. (2018a)	Caso de estudio	Atlantic coast of USA and Caribbean of Mexico	Secuestro de carbono	Modelo <i>Mangrove-Carbon-Assessment-Tool-DeNitrification-Decomposition</i>
Menendez et al. (2018)	Caso de estudio	Filipinas	Protección costera	Metodología de varios pasos
Vo et al. (2012)	Revisión de literatura	Global	Varios	Valoración contingente, costos evitados y costos de reemplazo (regulación de gas), valoración contingente

(regulación del clima), costos evitados (regulación de disturbios), costos evitados y función de producción (regulación biológica), precios de mercado, costos evitados, costos de reemplazo, precios hedónicos, función de producción y valoración contingente (regulación de recursos hídricos), costos evitados, costos de reemplazo y precios hedónicos (retención de suelos), costo de reemplazo, costos evitados y valoración contingente (regulación de desechos), costos evitados y valoración contingente (regulación de nutrientes), costos evitados, costos de reemplazo, precios de mercado y costo de viaje (provisión de agua), precios de mercado y función de producción (alimentos y materias primas), precios de mercado y costos evitados (recursos genéticos), costos evitados, costos de reemplazo y función de producción (recursos medicinales), costos evitados, costos de reemplazo y precios hedónicos (recursos ornamentales), costo de viaje, valoración contingente y rankings (recreación), precios hedónicos, valoración contingente, costo de viaje y rankings (estética), ranking (ciencia y educación) y valoración contingente y rankings (valor espiritual e histórico)

Barbier (2016b)	Revisión de literatura	India, Indonesia, Kenia y Tailandia	Protección de las comunidades costeras contra daños a la propiedad, pérdida de vidas y lesiones.	Costos evitados, función de daños esperados, costos de reemplazo
Dai et al. (2018b)	Caso de Estudio	USA y México	Secuestro de carbono	Modelo <i>Mangrove-Carbon-Assessment-Tool-DeNitrification-Decomposition</i>
Das y Crépin (2013)	Caso de Estudio	Región Odisha de India (801 comunidades)	Protección contra tormentas y viento	Función de daño esperado
Clüsener-Godt y Tomažič (2016)	Revisión de Literatura	Global	Alimentos, leña, materiales de construcción, almacenamiento y secuestro de carbono, protección costera, entre otros.	Revisión de literatura

Spalding y Parrett (2019)	Caso de Estudio	Global	Servicios de recreación	Mapeo de la distribución de los manglares que cuentan con actividades de turismo en el mundo
Janekarnkij (2010)	Caso de estudio	Estuario del Río Krabi, Tailandia	Servicios de aprovisionamiento, recreación, actividades acuícolas y agrícolas	Precios de mercado y transferencia de beneficios agrícolas
Hamuna et al. (2019)	Caso de estudio	Bahía de Youtefa, Jayapura, Indonesia	Valor de existencia	Valoración contingente
Sopheak y Hoeurn (2016)	Caso de estudio	Koh Kong, Kep, Kampot, y Preah Sihanouk, Cambodia	Valor de uso directo de los productos de los manglares recolectados por los hogares, incluida la leña, el carbón vegetal, la madera para materiales de construcción, el pescado y los caracoles. También estima el valor de uso indirecto del bosque de manglar resultante de sus servicios de vivero y criadero de peces de importancia comercial.	Función de producción
Gammage (1997)	Caso de estudio	Golfe Fonseca, El Salvador.	Varios	Precios de mercado
Sathirathai y Barbier (2001)	Caso de estudio	Sur de Tailandia	Servicios de aprovisionamiento (ingresos netos de productos maderables y no maderables), pesca, protección costera y estabilización del litoral	Precios de mercado
Susilo et al. (2017)	Caso de estudio	Delta de Mahakam, Indonesia	Varios	Valoración contingente
Naylor y Drew (1998)	Caso de estudio	Kosrae, Micronesia	Varios	Precios de mercado y valoración contingente
Jerath et al. (2016)	Caso de estudio	Parque Nacional de Everglades (ENP), Florida, USA.	Almacenamiento de carbono orgánico	Costo social del carbono, costo marginal de abatimiento y precios de mercado
Vo et al. (2020)	Caso de estudio	Parque Nacional de Xuan Thuy, Vietnam.	Varios	Valoración contingente
Rao et al. (2015)	Meta-análisis	Región del Caribe	Protección costera	Meta-análisis
Failler et al. (2015)	Caso de estudio	Martinica en el Caribe	Provisión de productos pesqueros, provisión de áreas turísticas, hábitat de peces, protección costera, producción de biomasa pesquera, secuestro y almacenamiento de carbono, tratamiento de aguas y desechos, valor de opción, valor de legado.	Precios de mercado (actividades comerciales), costo de reemplazo (protección costera y tratamiento de aguas), precios de mercado (secuestro de carbono y producción de biomasa), experimentos de elección y gasto público (valores de no uso)
Rumahorbo et al. (2020)	Caso de estudio	Provincia de Papua, Indonesia	Provisión de productos pesqueros, provisión de leña, hábitat de peces, protección costera, secuestro y almacenamiento de carbono, prevención de la intrusión de	Ingresos netos, costos de reemplazo, transferencia de beneficios y valoración contingente

			agua de mar, servicio de biodiversidad y servicios de existencia y servicios de legado en las áreas costeras.	
Abdullah et al. (2020)	Caso de estudio	Reserva Natural de las marismas de Selabat, Kuching, Sarawak, Malasia	Protección contra la erosión costera	Valoración contingente
Nayak et al. (2018)	Caso de estudio	Parque Nacional de Bhitarkanika, India.	Varios	Percepciones sobre los valores de los SE
Guha y Ghosh (2009)	Caso de estudio	Indian Sundarban, India y Bangladesh.	Servicios de recreación	Costo de viaje
De la Peña et al. (2010)	Caso de estudio	Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia.	Almacenamiento de carbono	Precios de mercado
Estoque et al. (2018)	Caso de estudio	Manglar de Myanmar	Mantenimiento de los hábitats, recursos pesqueros y protección costera	Transferencia de beneficios
Zhang et al. (2013)	Caso de estudio	Reserva Natural Nacional de manglares del estuario de Zhangjiang, provincia de Fujian, China.	Servicio de producción orgánica, servicio de regulación de gas, servicio de protección contra inundaciones, servicio de mantenimiento de suelos y reducción de la erosión, servicio de depuración de agua ambiental, almacenamiento de agua y servicio de hábitat.	Precios de mercado, costos de oportunidad y método de proyecto sombra
Himes-Cornell et al. (2018b)	Revisión de literatura	Global	Varios	Costo evitado (moderación de eventos extremos, tratamiento de desechos, mantenimiento de los ciclos de vida de las especies migratorias), transferencia de beneficios (alimentos, recursos genéticos, recursos medicinales, materias primas, agua, control biológico, regulación climática, prevención de erosión mantenimiento de la fertilidad del suelo, moderación de eventos extremos, regulación de flujos de agua, tratamiento de desechos, mantenimiento de la diversidad genética, mantenimiento de los ciclos de la vida de especies migratorias, estética, información para el desarrollo cognitivo, oportunidades de turismo y recreación y experiencia espiritual), experimentos de elección (alimentos, materias primas, oportunidades de turismo y recreación), valoración contingente (alimentos, moderación de eventos

extremos), función de producción (alimentos, materias primas, control biológico, regulación del clima, mantenimiento del ciclo de la vida de especies migratorias, oportunidades de turismo y recreación), costo marginal de abatimiento (regulación del clima), precios de mercado (alimentos, materias primas, regulación del clima, mantenimiento del ciclo de la vida de especies migratorias, información para desarrollo cognitivo, oportunidades de turismo y recreación), precio neto (materias primas), costo de oportunidad (materias primas y regulación del clima), valoración participativa (alimentos, materias primas, regulación de la calidad del aire, regulación del clima, mantenimiento de la fertilidad del suelo, moderación de eventos extremos, tratamiento de desechos, mantenimiento de la diversidad genética, mantenimiento de los ciclos de la vida de especies migratorias, información estética, información para el desarrollo cognitivo, oportunidades de turismo y recreación) y costo de reemplazo (mantenimiento de la fertilidad del suelo, moderación de eventos extremos, regulación de flujos de agua, tratamiento de desechos)

Getzner y Islam (2020)	Meta-análisis	Global	Varios		Meta-análisis
Wiwatthanapornchai et al. (2014)	Caso de estudio	Laem Phak Bia, Tailandia.	Servicios de regulación, funciones de producción, funciones de hábitat y funciones de información.		Valoración participativa

Fuente: elaboración propia con información de diversa literatura

## Anexo 6.1 Indicadores propuestos para orientar el proceso de M&E en medidas AbE.

Los indicadores que se presentan a continuación son una muestra para orientar a los actores clave en el M&E de las medidas, pero no son restrictivos ni imperativos. Son propuestos como una herramienta para orientar el proceso de M&E en medidas AbE.

La tabla generada se organiza en los siguientes campos:

- **Indicador.** - Se refiere al nombre con el que se identifica al indicador.
- **Tipo.** - Se refiere a si el indicador corresponde a Monitoreo (M) o Evaluación (E) o ambos (M&E).
- **Justificación.** - Presenta el argumento por el cual se propone ese indicador.
- **Competencia.** - Se menciona quién proporciona o proporcionará la información. Para los casos en los que se señale local, se refiere a que será competencia de las autoridades locales generar el dato. Para los casos en que la información la genera una dependencia federal, se agregó la liga que lleva a los datos en el campo indicador.
- **Línea base.** - Se refiere al dato que servirá como referencia para medir el avance, retroceso u otros cambios necesarios para monitorear y evaluar las medidas.
- **Unidad de medida.** - Se indica la unidad con la que será reportado el indicador.
- **Periodicidad.** - Se refiere al tiempo que pasa para que se actualice el indicador. Para el caso de los datos que se extraen en campo (local), el tiempo puede variar según las necesidades de los responsables de la medida.

La matriz agrupa a los indicadores en 4 temas, que surgieron a partir de una breve exploración por los temas que abordaban las 18 medidas propuestas en el entregable 3:

- *Indicadores relacionados con el tema de medio ambiente.* - Como su nombre lo indica contiene indicadores relacionados aspectos ambientales, como la reforestación, la extensión de manglares, pago por servicios ambientales, Etc.
- *Indicadores relacionados con el tema agua.* - Aquí se encuentran indicadores que tienen que ver con el tema hídrico, como cantidad de agua concesionada o volumen de agua extraído de los mantos acuíferos, número de sistemas de captación de agua de lluvia, gestión y uso del agua, etc.
- *Indicadores relacionados con el tema de gestión del riesgo.* - Contiene indicadores enfocados en medir el manejo de amenazas o de riesgos como lo son total de hectáreas afectadas por incendios, casos y defunciones por dengue, vulnerabilidad por ondas cálidas, Etc.

- *Indicadores relacionados con los temas sociales y de beneficiarios de la medida.* - Se encuentran aquellos indicadores para monitorear o evaluar los impactos de la medida en la población como el índice de marginación, grado de vulnerabilidad social, nivel de aceptación de la medida de adaptación, personas que cuentan con agua potable, Etc.

**INDICADORES PROPUESTOS PARA ORIENTAR EN EL M&E DE MEDIDAS ABE CON MANGLARES Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS RELACIONADAS CON ELLOS.**

Indicador	Ti p o	Justificación	Compe tencia	Línea base	Unidad de medida	Periodici dad
<b>Indicadores relacionados con el tema de medio ambiente</b>						
Número de hectáreas forestales en el municipio ( <a href="https://snigf.cnf.gob.mx/inventario-estatales/">https://snigf.cnf.gob.mx/inventario-estatales/</a> )	M	Permitirá monitorear los avances de las medidas que contemplen la reforestación/conservación de sus recursos forestales.	SNIGF	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hectáreas	Anual
Incendios forestales por entidad ( <a href="https://datos.gob.mx/busca/organization/conafor">https://datos.gob.mx/busca/organization/conafor</a> ; <a href="http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA05_01&amp;IBIC_user=dgeia_mce&amp;IBIC_pass=dgeia_mce&amp;NO_MBREENTIDAD=*&amp;NO_MBREANIO=*)">http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA05_01&amp;IBIC_user=dgeia_mce&amp;IBIC_pass=dgeia_mce&amp;NO_MBREENTIDAD=*&amp;NO_MBREANIO=*)</a> )	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	SEMAR NAT	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de incendios	Anual
Programas de Adaptación al Cambio Climático en ANP ( <a href="https://www.gob.mx/conanp/documentos/programas-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-areas-naturales-protegidas">https://www.gob.mx/conanp/documentos/programas-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-areas-naturales-protegidas</a> )	M & E	Permite monitorear la inclusión del tema de cambio climático en los instrumentos políticos para ANP. Útil para aquellas medidas que contemplan el desarrollo/implementación de programas con enfoque de adaptación al cambio climático. También permite conocer el contexto del sitio o ANP donde se pretende implementar/diseñar la medida.	CONAN P	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	No aplica	Anual
Medidas de adaptación al cambio climático derivadas de los planes de manejo de las ANP	M & E	Permite identificar si la medida implementada promovió o derivó en la ejecución de otras medidas en el sitio	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de medidas	Anual



Número de beneficiarios por Pago de Servicios Ambientales en el estado (Diferenciarlos por edad y sexo).	M	Permite monitorear los avances de las medidas con metas de conservación, restauración de ecosistemas que utilizan los PSA como mecanismos para alcanzarlos. También permite conocer la distribución de estos beneficiarios, para conocer brechas de género, que podrían orientar en ajustes o lecciones aprendidas dentro de la misma medida.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de beneficiarios	Anual
Hectáreas reforestadas anualmente por estado ( <a href="http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA09_06&amp;IBIC_user=dgeia_mce&amp;IBIC_pass=dgeia_mce&amp;NOMBREENTIDAD=*%&amp;NOMBREANIO=*">http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA09_06&amp;IBIC_user=dgeia_mce&amp;IBIC_pass=dgeia_mce&amp;NOMBREENTIDAD=*%&amp;NOMBREANIO=*</a> )	M	Permitirá monitorear los avances de las medidas que contemplen la reforestación/conservación de sus recursos forestales entre sus metas.	SEMARNAT	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hectáreas	Anual
Número de programas estatales y municipales implementados que contemplen entre sus objetivos la restauración de manglares degradados.	E	Permite evaluar el contexto ambiental para detectar necesidades al momento de diseñar medidas o acciones dentro de las medidas AbE.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de programas	Anual
Extensión de humedales y zonas costeras (por estado, Total de manglar bajo protección por estado, Total de sitios prioritarios de manglar por estado, Extensión de línea de costa por estado ( <a href="https://www.biodiversidad.gob.mx/v_ingles/ecosystems/mangroves/nationalInventory1.html">https://www.biodiversidad.gob.mx/v_ingles/ecosystems/mangroves/nationalInventory1.html</a> ))	M	Permitirá monitorear los avances de las medidas que contemplen la conservación de ecosistemas entre sus metas.	CONABIO (Están actualizando la liga)	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hectáreas	*
Porcentaje de superficie degradada/superficie total del sitio	M & E	Permitirá conocer el avance de la medida hacia los objetivos y con el tiempo, también permitirá evaluar si se cumplieron o no las metas de la medida AbE	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	% año	Anual
Número de hectáreas de manglar rehabilitadas y reforestadas	M	Permitirá monitorear los avances de las medidas que contemplen la rehabilitación y reforestación del manglar entre sus metas.	Local	Número de hectáreas de manglar propuestas en el proyecto	Hectáreas	Anual

				para rehabilitar		
Tasa de cambio de uso de suelo en el ecosistema de manglar.	M	Permitirá monitorear los avances de las medidas que contemplen la conservación o reforestación de manglar entre sus metas.	Local	Tasa de cambio de uso de suelo al momento de iniciar la implementación de la medida	%/año	Anual
*Número de proyectos de conservación, restauración y protección que se desarrollan para el humedal <a href="https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/cb/CP/index.html">https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/cb/CP/index.html</a>	E	Permite evaluar el contexto ambiental para detectar necesidades al momento de diseñar medidas o acciones dentro de las medidas AbE.	CONABIO (Están actualizando la liga)	Número de proyectos de conservación, restauración y protección que se desarrollan para el humedal al momento de iniciar la implementación de la medida	Número de proyectos	Anual
* Estos proyectos pueden tener múltiples fuentes de financiamiento: presupuesto público asignado a nivel estatal, organismos de conservación internacionales, cofinanciamiento (organizaciones locales-internacionales).						
Numero de programas estatales/municipales creados para la protección y conservación de los humedales desde la implementación del proyecto y que han incidido o con potencial de incidencia en él.	E	Permite evaluar el contexto ambiental para detectar necesidades al momento de diseñar medidas o acciones dentro de las medidas AbE.	Estatal/Municipal	Numero de programas estatales/municipales para la protección y conservación que se desarrollan para el humedal al momento de iniciar la implementación de la medida	Número de programas	Anual
Principales especies de flora y fauna amenazados por cambio climático en la entidad (agregar una lista de especies y al lado una columna para agregar la categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059)	E	Permite evaluar co-beneficios para aquellas medidas que contemplan entre sus metas la conservación/rehabilitación de ecosistemas.	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Listado de especies amenazadas	Anual

## Indicadores relacionados con el tema agua

Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas, Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea, Descarga Natural Comprometida, Recarga Media Anual, Monitoreo sobre calidad del agua ( <a href="https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html">https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html</a> )	M & E	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que contemplan la conservación/rehabilitación de los servicios ecosistémicos de los manglares. También sirve para evaluar las condiciones ambientales actuales del sitio donde se implementará/diseñará la medida.	CONAG UA	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hm3/año	Anual
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) activas en la zona ( <a href="https://agua.org.mx/biblioteca/catalogo-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-2016/">https://agua.org.mx/biblioteca/catalogo-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-2016/</a> )	E	Permite evaluar el contexto local para aquellas medidas contemplan entre sus metas acciones relacionadas con el recurso hídrico o los servicios ecosistémicos hidrológicos.	CONAG UA	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de plantas	Anual
Plantas potabilizadoras en la zona ( <a href="https://agua.org.mx/biblioteca/inventario-plantas-potabilizadoras-municipales-2016/">https://agua.org.mx/biblioteca/inventario-plantas-potabilizadoras-municipales-2016/</a> )	E	Permite evaluar el contexto local para aquellas medidas contemplan entre sus metas acciones relacionadas con el recurso hídrico o los servicios ecosistémicos hidrológicos.	CONAG UA	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de plantas	Anual
Número de instrumentos normativos legales (convenios, acuerdos, contratos de comodato, etc.) entre municipios o estados encaminados a fortalecer la gestión del agua en las cuencas hidrográficas.	E	Permite evaluar el contexto local para aquellas medidas contemplan entre sus metas acciones relacionadas con el recurso hídrico o los servicios ecosistémicos hidrológicos.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de convenios	Anual
Número de sistemas de captura de agua de lluvia en la entidad/municipio	M	Permite monitorear los avances de las medidas que contemplan entre sus metas la instalación de sistemas de captura de agua de lluvia.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de sistemas	Anual

#### Indicadores relacionados con el tema de gestión de riesgos

Número de habitantes (diferenciados por sexo y edad) que viven en zonas consideradas de alto riesgo por inundaciones, deslaves y huracanes, (Atlas de riesgo municipal o estatal).	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro, así como la evaluación de los diferentes riesgos que enfrentan hombres y mujeres.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
--	---	---	-------	--	--------------------	-------

Total de hectáreas afectadas por incendio por año por estado ( <a href="https://www.gob.mx/conafor/documentos/reporte-semanal-de-incendios">https://www.gob.mx/conafor/documentos/reporte-semanal-de-incendios</a> )	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	CONAFOR	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hectáreas	Anual
Duración promedio de los incendios en el año por entidad ( <a href="https://www.gob.mx/conafor/documentos/reporte-semanal-de-incendios">https://www.gob.mx/conafor/documentos/reporte-semanal-de-incendios</a> )	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	CONAFOR	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Horas	Anual
Número de hectáreas anuales afectadas por incendios en las ANP del municipio/estado ( <a href="http://incendios.conabio.gob.mx/">http://incendios.conabio.gob.mx/</a> )	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	CONABIO	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Hectáreas	Anual
Casos de dengue y defunciones por dengue 2019 por estado ( <a href="https://www.gob.mx/salud/documentos/panorama-epidemiologico-de-dengue-2019">https://www.gob.mx/salud/documentos/panorama-epidemiologico-de-dengue-2019</a> )	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	SS	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de caso	Anual
Defunciones por dengue a nivel municipal 2017 ( <a href="https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/407/study-description?idPro=">https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/407/study-description?idPro=</a> )	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	INEGI	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de defunciones	Anual
Vulnerabilidad por ondas cálidas 2019 ( <a href="http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html">http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html</a> )	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	CENAPRED	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo	*
Planes de protección civil con criterios de cambio climático existentes publicados y en operación en el municipio/entidad actualizados al 2018.	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos del sitio donde se implementará la medida.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de planes	Anual

Número de brigadas contra incendios por estado	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de brigadas	Anual
Número de talleres de capacitación a las brigadas contra incendios al año, por estado	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de capacitaciones	Anual
Número de comunicados y campañas para la prevención de los incendios forestales (considerar campañas en radios locales, comunicados en medios de difusión local)	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de comunicados	Anual
Número de personas (diferenciadas por sexo y edad) involucradas para la implementación de la medida.	E	Permite evaluar el aspecto de inclusión de la población para la implementación de la medida.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
Número de personas capacitadas para el manejo de incendios en el estado (diferencias por sexo y edad).	M	Permite monitorear los avances de las medidas que consideren el control de incendios o manejo del fuego entre sus metas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
Número de programas que contemplen mecanismos de planeación intermunicipales para la contención del dengue, chikungunya y zika (reportarlos separados).	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de programas	Anual
Número de programas intermunicipales, convenios o acuerdos institucionales que contemplen la descacharrización para evitar enfermedades transmitidas por vectores.	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de convenios o acuerdos	Anual

Número de programas o acciones dentro del municipio encaminadas a la reducción de casos de dengue, chikungunya y/o zika).	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de programas	Anual
Número de casos de dengue, chikungunya, zika (separados) reportados anualmente en el municipio.	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de casos	Anual
Número de acciones, programas, convenios, Etc. intermunicipales que contemple el desazolve, rehabilitación de sistemas riparios.	M	Permite monitorear las medidas que contemplen entre sus metas la conservación/rehabilitación de ecosistemas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de acciones/programas/convenios	Anual
Número de oficinas, dependencias o áreas encargadas directamente de la contención de enfermedades transmitidas por vector.	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de áreas/dependencias	Anual
Programas de comunicación social orientados a la prevención y alerta de inicios de las temporadas de contagio (dengue y zika)	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con riesgos epidemiológicos del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de programas	Anual
Grado de peligro por ciclones tropicales hasta el 2015, según el CENAPRED <a href="http://www.atlasmnacion.gob.mx/arc_hivo/visor-capas.html">http://www.atlasmnacion.gob.mx/arc_hivo/visor-capas.html</a>	E	Permite evaluar el contexto relacionado con peligros por ciclones tropicales del sitio donde se implementará la medida.	CENAPRED	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Muy alto, medio, bajo, muy bajo	10 años
Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones del ANVCC <a href="https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/">https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/</a>	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con vulnerabilidad del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	INECC	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	No aplica	*

Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves del ANVCC <a href="https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/">https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/</a>	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con vulnerabilidad del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	INECC	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	No aplica	*
Vulnerabilidad de la población ante incremento de distribución de dengue del ANVCC <a href="https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/">https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/</a>	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con vulnerabilidad del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	INECC	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	No aplica	*
Número de declaratorias en el municipio por fenómenos hidrometeorológicos ( <a href="http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/">http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/</a> )	E	Permite evaluar el contexto relacionado con fenómenos hidrometeorológicos que han afectado el sitio donde se implementará la medida.	CENAP RED	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de declaratorias	Anual
Número de talleres organizados para informar a la comunidad sobre la medida de adaptación, número de participantes por sexo, edad y condición étnica.	E	Permite evaluar el aspecto de inclusión de la población para la implementación de la medida.	Local	Número de talleres relacionados con la medida de implementación, es decir, habría cero en el momento previo a la implementación de la medida.	Número de talleres	Anual
Número de personas que enferman anualmente de padecimientos relacionados con la calidad del agua, (diferenciarlos por edad, sexo, localidad)	E	Permite evaluar el contexto social relacionado con calidad del agua del sitio donde se implementará la medida. Esta línea base también permitiría la medición de co-beneficios en el futuro.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	Anual

Para el caso de calidad del agua, la Red Nacional de la Calidad del Agua propone una serie de indicadores que, dado el conocimiento técnico que se necesita para su selección, se dejará a criterio de los expertos implementadores la base de datos, para que ellos elijan según los criterios que mejor les convengan. La información se encuentra en la siguiente forma Sistema Nacional de información del agua: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=calidadAgua> Documento que explica cómo se usan los indicadores: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/mapas/Calidaddelagua.pdf> Bases de datos en Excel de los indicadores por estado y municipio: <https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua>

#### Indicadores relacionados con el contexto social y los beneficiarios de la medida

Proporción* de la población en situación de pobreza por municipio/estado	E	Permite evaluar el contexto social del sitio donde se implementará la medida.	CONEV AL	El dato más actualizado o que se	Número de personas en	10 años
--	---	---	----------	----------------------------------	-----------------------	---------



<a href="https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx">https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx</a> .					tenga, antes de la implementación de la medida.	situación de pobreza/población total del sitio	
*Población en pobreza/Población total							
Población con carencia a espacios de salud, seguridad social y servicios básicos en la vivienda por estado ( <a href="https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx">https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2018.aspx</a> )	E	Permite evaluar el contexto social del sitio donde se implementará la medida.	CONEVAL	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas	10 años	
Índice de marginación, grado de vulnerabilidad social, población indígena, población con discapacidad, población de mujeres ( <a href="http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html">http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html</a> )	E	Permite evaluar el contexto social del sitio donde se implementará la medida.	CENAPRED	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	No aplica	10 años	
Proporción* de la población que cuenta con abastecimiento de agua potable ( <a href="https://datos.gob.mx/busca/dataset?tags=agua-potable">https://datos.gob.mx/busca/dataset?tags=agua-potable</a> ; <a href="https://www.inegi.org.mx/temas/agua/default.html#Mapas">https://www.inegi.org.mx/temas/agua/default.html#Mapas</a> )	E	Permite evaluar el contexto social del sitio donde se implementará la medida.	INEGI	El dato más actualizado o que se tenga, antes de la implementación de la medida.	Número de personas con abastecimiento de agua/población total del sitio	10 años	
*Población que cuenta con abastecimiento de agua/Población total							
Número de personas beneficiadas directamente con la implementación de la medida. (diferenciadas por sexo y edad)	E	Permite evaluar el aspecto de beneficiarios de la medida.	Local	Número de personas beneficiadas directamente con la medida de implementación, es decir, habría cero en el momento previo a la implementación de la medida.	Número de personas	Anual	
Nivel de aceptación de la medida por parte de grupos étnicos, comunidades, pueblos indígenas, organizaciones civiles, y/o la población en general. (Obtenerlo a partir de sondeos,	E	Permite evaluar el aspecto de inclusión de la población para la implementación de la medida y las condiciones que la hacen de viabilidad.	Local	Resultado cuestionario de aceptación de la medida, antes de la implementación	Número de personas que a) Acepta totalmente la medida	Anual	

encuestas, cuestionarios y/o instrumentos de recolección de información en campo)				ación de la medida.	b) Acepta parcialmente la medida c) No acepta la medida	
Percepción de la población que identifica cambios en su vulnerabilidad al cambio climático y/o la de su entorno. (Obtenerlo a partir de sondeos, encuestas, cuestionarios y/o instrumentos de recolección de información en campo)	E	Permite evaluar la percepción de la población en lo que respecta a los resultados de la medida. Esto puede orientar para las lecciones aprendidas y a localizar áreas de oportunidad en otros sitios donde se desee implementar.	Local	Resultado cuestionario o de percepción de riesgos relacionados con cambio climático, antes de la implementación de la medida.	a) Alta percepción de cambios identificados en el entorno b) Mediana percepción de cambios identificados en el entorno c) Baja percepción de cambios identificados en el entorno.	Anual
Número de reuniones entre los responsables de la medida y los actores clave de la localidad para la implementación y seguimiento	E	Permite evaluar el aspecto de inclusión de la población para la implementación de la medida y las condiciones que la hacen de viabilidad.	Local	Número de reuniones relacionadas con la implementación, es decir, habría cero en el momento previo a la implementación de la medida.	Número de reuniones	Anual
<b>Indicadores relacionados con actividades económicas</b>						
Número de toneladas capturadas de la especie de mayor valor comercial en la zona	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que contemplan cambios en la producción pesquera entre sus metas.	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de toneladas	Anual
Número de personas que se dedican a actividades relacionadas con la pesca en la zona (diferenciadas por sexo y edad)	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que contemplan cambios en la producción pesquera entre sus metas.	Local	El dato más actualizado que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de personas dedicadas a la actividad pesquera / población total	Anual

Número de programas de producción sustentable de especies piscícolas que se han implementado en la zona	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que contemplan producción pesquera sustentable entre sus metas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de programas	Anual
Número de empresas privadas que se dedican al aprovechamiento del manglar en la zona de estudio	M	Permite monitorear si la medida implementada promovió el desarrollo de esta actividad económica entre la población. Podría usarse para detectar co-beneficios.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de empresas	Anual
Número de pescadores que han participado en talleres de capacitación por implementar programas de pesca sustentable	M	Permite monitorear los avances aquellas medidas que contemplan producción pesquera sustentable entre sus metas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de pescadores	Anual
Proporción de los pescadores que realizan un manejo sustentable pesquero.	M	Permite monitorear los avances aquellas medidas que contemplan producción pesquera sustentable entre sus metas.	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de pescadores con prácticas de manejo sustentable/Número de pescadores totales en la zona.	Anual
Número de agencias u hoteles que promueven actividades ecoturísticas en la zona relacionadas con el manglar.	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que entre sus metas consideran el uso del ecoturismo para conservación del manglar	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de agencias y/u hoteles	Anual
Número de personas que anualmente solicitan recreación en actividades ecoturísticas relacionadas con el manglar	M	Permite monitorear los avances de aquellas medidas que entre sus metas consideran el uso del ecoturismo para conservación del manglar	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de personas	Anual

Número de personas que se dedican a actividades ecoturísticas relacionadas con el manglar	M Permite monitorear los avances de aquellas medidas que entre sus metas consideran el uso del ecoturismo para conservación del manglar	Local	El dato más actualizado o que se tenga, antes y durante la implementación de la medida.	Número de personas	Anual
---	--	-------	---	--------------------	-------

\*Indica que no existe certeza de la temporalidad en la que se actualiza el índice

## Anexo 6.2 Matriz con aportaciones de los grupos de Celestún y Tuxpan a la dinámica 2 del taller

Tema de aportación de los expertos	Principal objetivo/utilidad percibida		Actores que se considera pueden involucrarse		Etapa o fase idónea de aplicación	
	Celestún	Tuxpan	Celestún	Tuxpan	Celestún	Tuxpan
<b>Ficha Técnica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Obtener una caracterización del área y los actores principales</li> <li>-Debe especificar indicadores (corto, mediano y largo plazos) incluyendo umbrales de las diversas variables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Obtener información sobre cada medida y sus parámetros</li> <li>-Conocer el estado antes, durante y después de la implementación</li> <li>-Uso eficiente de los recursos financieros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mujeres y hombres considerando contextos socioculturales y los impactos de las medidas en estos grupos</li> <li>-Sectores: investigación, gobierno y comunidad</li> <li>-Representantes de autoridades locales, instancias municipales y OSC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Representantes de los pescadores</li> <li>-Autoridades municipales, estatales y federales, empresas API</li> <li>-Representantes del sector turístico</li> <li>-Financiadore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Durante las diversas fases, se trata de un documento dinámico</li> <li>-Al inicio, durante y al final del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Desde el inicio del proyecto</li> <li>-En la fase de planeación</li> </ul>
<b>Cuestionario a implementadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Identificar el compromiso de las autoridades locales con el proyecto</li> <li>-Tener antecedentes de otras medidas AbE implementadas y sus aspectos como éxitos, barreras, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Obtener antecedentes de la implementación de proyectos similares</li> <li>-Al inicio ajustar el proyecto conforme a experiencia y prácticas</li> <li>-Determinar aspectos de mejora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Agencias implementadoras</li> <li>-Diferentes niveles de actores involucrados en la implementación</li> <li>-Cuestionario implementado por terceros ajenos al proyecto ("auditores")</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Investigadores</li> <li>-Usuarios de la laguna</li> <li>-Consultores</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Antes y después de la implementación</li> </ul>
<b>Cuestionario a beneficiarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Evaluar su percepción ante este tipo de proyectos</li> <li>-Identificar la percepción de los cobeneficios obtenidos a partir de la implementación de medidas AbE</li> <li>-Identificar las necesidades y retos a los que de enfrentaron durante la implementación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Conocer el impacto de la medida</li> <li>-Contrastar contra lo planificado</li> <li>-Obtener retroalimentación del proyecto</li> <li>-Determinar aspectos de mejora</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Grupos beneficiados como pescadores</li> <li>-Comunidades que dependen económicamente del manglar</li> <li>-Empresas y consultores</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Antes, durante y después de la implementación</li> </ul>
<b>Taller participativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Intercambio de saberes entre conocimientos tradicionales y técnicos</li> <li>-Identificar necesidades, problemas, opiniones y propuestas de los participantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fomentar la apropiación local para el éxito en el territorio</li> <li>-Involucrar a los actores relevantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Comunidades locales pues cuentan con información de primera mano</li> <li>-Actores clave de todos los sectores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Organizaciones de la Sociedad Civil</li> <li>-Beneficiarios de los proyectos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Antes de implementar, para reconocer posibles escenarios y generar la socialización de los procesos. Después para difundir resultados</li> <li>-Debe ser un proceso adaptativo a medida que avanza el proyecto de implementación de medidas AbE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-En fase inicial para definir; durante, para retroalimentar proyecto</li> <li>-Considerar realizar un taller presentación del proyecto y un de avances para medir cambio en el percepción</li> </ul>

### Anexo 6.3 Descripción del Taller

El evento tuvo como objetivo principal y objetivos específicos los mostrados en la tabla 6.6:

**Tabla 6.82. Objetivos del taller con expertos.**

<b>Objetivo general</b>	Generar insumos para el diseño de una propuesta de sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) a partir de ejercicios basados en las herramientas creadas por el INECC y de las experiencias de actores clave con medidas de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) en la zona del Golfo de México.
<b>Específico 1</b>	Sensibilizar a los participantes sobre la importancia de un sistema de M&E para el éxito de las medidas AbE.
<b>Específico 2</b>	Promover la disseminación de las herramientas INECC para el M&E entre actores clave locales que han participado en la implementación de medidas AbE.
<b>Específico 3</b>	Recopilación de insumos para el diseño de un sistema de M&E para el proyecto A460.

El taller tuvo una duración de tres horas, de 10 am a 1 pm. Se contó con la participación de actores de los sectores gubernamental, internacional, académico, social tanto de las zonas de Tuxpan como de Celestún. Los asistentes provenían de las siguientes instituciones: CONAFOR, CONANP, CONABIO, CINVESTAV Unidad Mérida, UNAM, Universidad Veracruzana, INECOL, PRONATURA Veracruz, PRONATURA Península de Yucatán, Fundación Pedro y Elena, Ducks Unlimited AC, Sinergia Plus (PNUD) y Pladeyra SC.

El perfil de participantes al que originalmente se enfocó el taller consistió en “actores clave locales que han participado en la implementación de medidas AbE en el Golfo de México, con énfasis en los sitios de Tuxpan y Celestún; así como actores con experiencia relevante en la implementación de sistemas M&E de medidas AbE en otras regiones.”<sup>59</sup> El taller contó con el INECC como anfitrión y como apoyo técnico a WRI y The Ocean Foundation y estuvo dividido en secciones siete segmentos, como se muestra en la figura 6.3.

<sup>59</sup> Extracto de la carta descriptiva del taller celebrado el 19 de mayo de 2021.

Horario	Actividad
10:00 – 10:10	<b>Palabras de bienvenida</b> Dra. Margarita Caso Chávez Coordinadora General de Adaptación al Cambio Climático del INECC
10:10 – 10:25	<b>Presentación general del proyecto marco del taller y los objetivos esperados.</b> Mtro. Javier Warman Director de bosques y océanos, WRI México
10:25-10:45	<b>Importancia del M&amp;E para el éxito de las medidas de adaptación.</b> Aram Rodríguez de los Santos Subdirector de Instrumentos de Planeación para la Adaptación, INECC
10:45 – 11:05	<b>Presentación de medidas de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) propuestas para ejecución y sus indicadores</b> Pablo Hernández Avila WRI-TOF
11:05-11:15	Preguntas y respuestas
11:15-11:55	<b>Dinámica 1: Medidas de adaptación e indicadores apropiados para la región.</b> Aníbal Ramírez WRI-TOF
11:55 – 12:05	Receso/Dinámica
12:05-12:45	<b>Dinámica 2: Caja de herramientas M&amp;E del INECC y exploración de métodos para la colecta de información para indicadores.</b> Hugo González Manrique. R. WRI-TOF
12:45-13:05	<b>Intercambio de experiencias resultantes de los ejercicios anteriores y de la participación en proyectos de M&amp;E en AbE.</b> Participantes del taller
13:05	<b>Cierre</b>

Figura 6. 1. Extracto de la agenda del taller.

### **Dinámicas** en grupo para obtener insumos para la propuesta de metodología de M&E

Dos de los segmentos del taller correspondieron a dinámicas aprobadas por el INECC e impartidas por WRI y TOF, con el fin de obtener insumos para la propuesta de metodología de indicadores de los sistemas de M&E para AbE, así como de la especificación al contexto local, de las herramientas de M&E que el INECC ha desarrollado recientemente entre 2019 y 2020. El objetivo principal fue entonces, tanto la obtención de insumos, como su ajuste y contextualización a la realidad local.

### **Síntesis de la implementación y resultados de la dinámica 1**



Esta dinámica estuvo enfocada en involucrar a los participantes en el tema de M&E para cada sitio (Tuxpan y Celestún), ubicándolos en situaciones donde, a partir de categorías temáticas de medidas AbE, debían proponer una serie de elementos de soporte en el territorio para su monitoreo y evaluación, cuidando que:

- Promueva la institucionalización para la sostenibilidad del sistema
- Consideren el escalamiento de los datos
- Involucren actores de diferentes niveles
- Identifiquen actores clave
- Señalen riesgos y posibles soluciones

Los principales resultados, clasificados por algunos elementos importantes tanto para el diseño como para la implementación de sistemas de M&E en AbE, se mencionan a continuación:

### **Actividades**

Para el propósito de identificar actividades principales que se deben considerar al momento de diseñar un sistema de M&E, los asistentes mencionaron que era muy importante definir un objetivo claro, que realmente cumpla con medir los procesos relevantes. Se debe delimitar claramente ¿qué es lo que se quiere medir? Esta pregunta se resolvió identificando cuáles son los detonantes de la vulnerabilidad socioambiental en el sitio y qué impacto tienen sobre las condiciones socioeconómicas de la población. Partir de estos elementos para el diseño de un sistema de M&E, permite medir aquellos procesos que proporcionen información valiosa sobre los cambios (positivos o negativos) derivados de la implementación de la medida AbE.

Un factor importante para el desarrollo de estas actividades es el involucramiento de la población. Ellos apoyaron en la definición de criterios que se deben considerar para abordar el tema y cómo manejarlo.

El mapeo de actores clave que puedan participar es otro punto que los asistentes señalaron como un punto importante que se debe tomar en cuenta. Algunos de estos actores pueden ser las OSC posicionados en el territorio. Ellos podrían funcionar como intermediarios entre los pobladores y las autoridades responsables de la ejecución de la medida.

Al momento de diseñar indicadores se reflexionó sobre los pasos que se deben seguir para tener buenos indicadores. Mencionaron que era importante definir criterios, umbrales y las variables (sociales, económicas o ecológicas) al momento de medir.

### **Actores involucrados (y nivel de planeación)**

El diseño de un sistema de M&E debe incorporar la participación de la población local y actores relacionados con las actividades productivas que se desarrollan en la localidad. Para el caso de las medidas AbE que incorporen manglares y actividades productivas relacionadas con ellos, es importante integrar la visión de los pescadores y cooperativas, así como actores que aprovechen los servicios ecosistémicos para la promoción de actividades ecoturísticas. También se debe tomar en cuenta a la población involucrada en actividades de post proceso.

### **Fuentes de información**

Los asistentes coincidieron en que CONAFOR es una fuente de información valiosa que brinda datos que pueden considerarse para sus sistemas de M&E. Además, señalaron que ellos proporcionan, en ocasiones, financiamiento y que cuentan con criterios que pueden considerarse para el M&E.

La inclusión de la academia es un factor que se debe tomar en cuenta, ya que en ocasiones ellos realizan mediciones y generan datos que pueden servir para el sistema. Así mismo, las cooperativas tienen estadísticas pesqueras, como CONAPESCA y sus Centros Regionales de Investigación Pesquera (CRIP) que realizan muestreos de distintas variables relacionadas con el sector pesquero.

### **Factores de riesgo y barreras para el M&E**

Entre los elementos que los participantes de esta mesa identificaron como factores de riesgo o barreras, mencionaron la falta de financiamiento para la sostenibilidad del sistema. Las acciones AbE son medidas cuyos resultados de impacto son perceptibles a largo plazo, incluso tiempo después de que el proyecto ha terminado y el recurso se ha invertido en su totalidad.

Los cambios en la política son otro factor que puede impedir sistemas de M&E robustos, porque los cambios de administración generalmente van acompañados de cambios en la política, que depende de las prioridades del gobierno en curso.

Por otra parte, una población que no ha sido consultada e incluida sobre las actividades que se desarrollan relacionadas con el M&E, puede representar una desventaja para el sistema de M&E. Se han presentado casos en los que las actividades de monitoreo relacionadas con la colecta de datos en sitio son percibidas con desconfianza, y en ocasiones hasta impedidas, por la población local.

### **Posibles soluciones**

Para el caso donde la población no permite las actividades propias del sistema de M&E, se mencionó que un elemento que puede apoyar a resolver este tipo de conflictos es la integración de gente que tenga experiencia y conocimiento del sitio donde se implementará el M&E y que, además, tenga la confianza de la población.

No se mencionaron posibles soluciones para las demás barreras.

### **Otros elementos que se pueden considerar para el M&E**

La CONANP mencionó que cuenta con algunas herramientas que presentan una serie de pasos para el diseño de una medida AbE. Se recomienda un consenso de metodologías entre instituciones competentes en el tema para los distintos sectores.

Así mismo, se mencionó la herramienta weTable como un elemento que puede funcionar dentro de talleres como apoyo para la identificación de prioridades y desarrollo de planes y estrategias para el diseño del M&E. La Red Interinstitucional de Cambio Climático del Sureste desarrolló una versión para Yucatán que le llamaron Maya Table, la cual dejaron de usar por falta de financiamiento, pero la herramienta ya existe.

### ***Síntesis de la implementación y resultados de la dinámica 2, Celestún y Tuxpan***

Esta dinámica estuvo enfocada en diseminar las herramientas INECC para el monitoreo y evaluación de las medidas AbE entre los participantes, y su vinculación, a nivel de seguimiento, de los elementos detectados en la Dinámica 1. La información de las aportaciones de los participantes se concentró en la tabla que se incluye en el anexo 6.2 de este documento. La siguiente subsección condensa dichos resultados.

### **Principal objetivo o utilidad percibida**

En la primera sección del ejercicio por grupos se describieron de forma general los atributos y alcances de cada una de las cuatro herramientas para el M&E. En el caso de la *ficha técnica*, los participantes de ambos grupos coincidieron en señalar que se trata de un instrumento que facilita la obtención de información general y detallada del proyecto y sus medidas, que además no es un documento inmutable si no flexible y que debe acompañar al proyecto en sus cambios y reflejarlos de forma adecuada, por lo que se espera contar con diferentes versiones, lo que abona al monitoreo. Otras características relevantes son que debe contener elementos técnicos como indicadores y sus umbrales, así como aportar al monitoreo de un uso eficiente de los recursos.

En el caso de los *cuestionarios a implementadores*, los participantes de ambos grupos señalaron que la utilidad consiste en obtener información de primera mano sobre antecedentes de otros proyectos y medidas AbE implementadas en ese territorio o en otros cuyas experiencias puedan ser aprovechadas. Esto incluye obtener información sobre el proyecto mismo lo que permite idear estrategias de mejora.

En particular sobre el *cuestionario a beneficiarios*, los participantes opinaron que puede ser una herramienta útil para evaluar la percepción general sobre el proyecto y sus co-beneficios, identificar retos y barreras a la implementación previo a esta fase, y cuando se aplica posteriormente a esta, a identificar y contrastar entre los resultados y la planeación.

Respecto al taller participativo, la utilidad u objetivo de este se percibe como un intercambio entre los saberes técnicos y los conocimientos tradicionales, lo que permite identificar necesidades, problemas, opiniones y propuestas de los involucrados, para fomentar la apropiación local, la participación efectiva y en último término, el éxito del proyecto.

### **Actores que se considera relevante sean involucrados**

En los casos de las cuatro herramientas, los participantes opinaron que deben ser involucrados todos los actores necesarios, con relevancia y/o interés en el tema, territorio e instituciones. Para el caso de Celestún las aportaciones fueron más generales, aunque se hizo énfasis en considerar a mujeres y hombres de forma equitativa. En el llenado de la *ficha de proyecto*, los participantes opinaron que además se deben incorporar las participaciones de sectores como el de la investigación, el gubernamental y las comunidades y autoridades locales, así como OSC y, en el caso de Tuxpan en concreto, los representantes del sector turístico de la pesca y los financiadores del proyecto.

En el caso de los *cuestionarios*, además de los diferentes niveles de gobierno involucrados en la implementación, en el grupo de Celestún se propuso que esta herramienta sea aplicada por entidades y actores ajenos al proyecto, bajo un

formato de auditores. En el caso de Tuxpan, se recomendó incluir a los investigadores, a los usuarios de la laguna y a consultores involucrados.

En cuanto al taller participativo, los participantes propusieron integrar a las OSC, las comunidades locales y a los beneficiarios del proyecto, al tratarse de los actores que cuentan con información de primera mano.

### **Etapa o fase idónea de aplicación**

En los casos de los dos grupos, la opinión en consenso es que la *ficha del proyecto* se trata de un documento dinámico que debe ser integrado desde la fase inicial de planeación y diseño, y que debe reflejar los diversos cambios. Se trata además del documento primario de consulta sobre los principales aspectos del proyecto, de ahí la relevancia de mantenerlo actualizado.

En el caso de los *cuestionarios* también se obtuvo una opinión similar, que vislumbra la importancia de estas herramientas como parte del proceso continuo de M&E, por lo que se considera adecuado que sean aplicadas antes, durante y después de la fase de implementación.

La herramienta de taller participativo suscitó la mayor cantidad de aportaciones en este rubro sobre la etapa idónea para su aplicación. De forma general, en el sentido de su importancia clave en el proceso de socialización del proyecto, por lo que se considera importante contar al menos con un taller antes de la implementación y preferiblemente durante el diseño del proyecto, además de considerar la viabilidad de realizar otro de avances y/o posterior a la implementación, para difundir resultados, obtener retroalimentación y medir cambios en la percepción. En una aportación del grupo de Celestún se le denominó como sujeto a un “proceso adaptativo a medida que avanza el proyecto de implementación de medidas AbE”.

### **Análisis de la encuesta de evaluación del taller**

Como parte de las actividades que se desarrollaron para el “Taller con actores clave para obtener insumos que contribuyan a una propuesta metodológica para la implementación de un sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de medidas de adaptación”, se elaboró un cuestionario de evaluación que se envió a los asistentes en los días posteriores al evento. Esta serie de preguntas tuvo como objetivo obtener retroalimentación sobre la organización y elementos generales que se abordaron y cómo se abordaron dentro del taller. Además, buscó identificar el perfil del grupo participante en términos de sus conocimientos sobre medidas AbE.

Del total de 20 asistentes, 13 contestaron la encuesta. De este grupo el 30% dijo que no tenía alguna experiencia en el tema de indicadores AbE.

¿En cuál de las siguientes áreas sobre indicadores para el M&E de medidas AbE con manglares tiene experiencia?  
13 respuestas

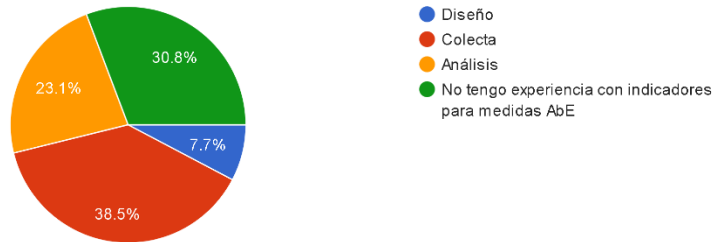


Figura 6. 2. Respuestas obtenidas en el cuestionario de seguimiento.

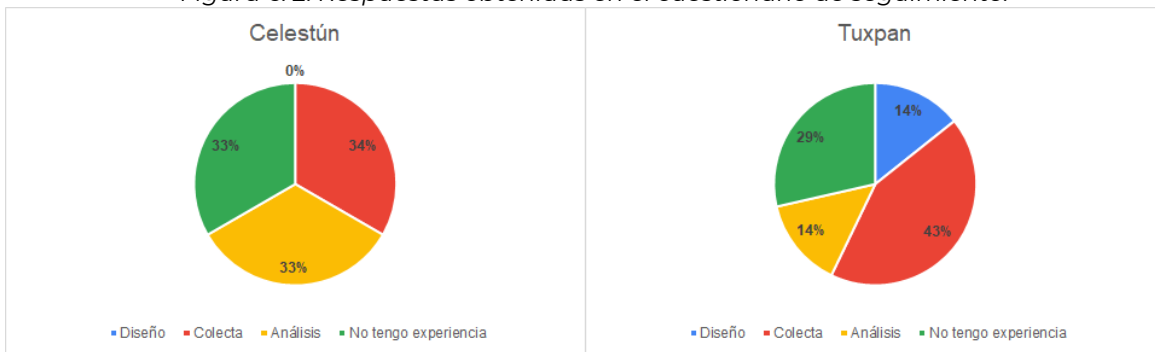


Figura 6. 3. Proporción de participantes con experiencia en las áreas de M&E por región.

Partiendo de lo anterior, es importante mencionar que de las 13 personas que respondieron la encuesta, el 61% no mostró un manejo claro de los conceptos de AbE, para la pregunta: ¿Cuáles considera que son los componentes que debe tener una medida para ser considerada como Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)? Eligieron elementos que dejaron fuera la aplicación de AbE como una medida para atender una problemática asociada al clima (escenarios de cambio climático) y/o el aumento de la resiliencia de la población.

¿Cuáles considera que son los componentes que debe tener una medida para ser considerada como Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)?  
13 respuestas

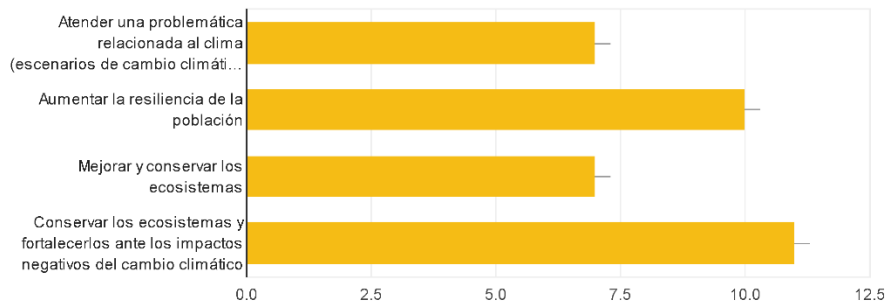


Figura 6. 4. Opinión de los participantes del taller sobre los componentes de una medida AbE. En lo que respecta a la pregunta “Seleccione la o las medidas de la siguiente lista que usted considere como Adaptación basada en Ecosistemas:” el 61% de ellos

eligió alguna medida que estaba definida únicamente dentro de la SbN como conservación del manglar y no atendía necesidades de la población. Cabe resaltar que este 61% no coincide en individuos con la misma cifra detallada en el párrafo anterior, es decir, los integrantes de este grupo son distintos (en 3 personas), lo que aumenta el porcentaje de personas que no manejan claramente los conceptos AbE.

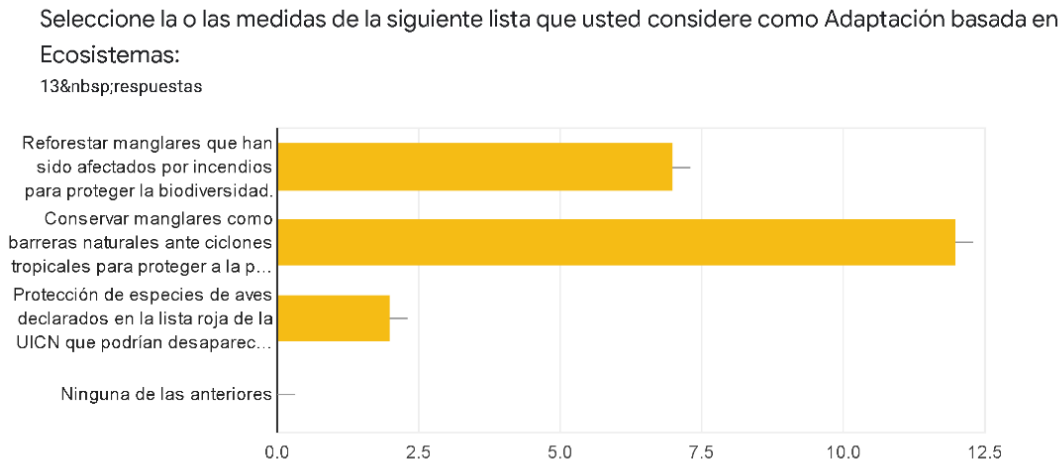


Figura 6. 5. Respuesta de los participantes del taller sobre medidas AbE.

En lo que refiere a la pregunta “¿Cuáles son los marcos de resultado que ha utilizado para la selección de indicadores en el contexto de medidas AbE?” el 77% de la muestra mencionó que nunca ha usado un marco de resultados o que se basaba en su experiencia.

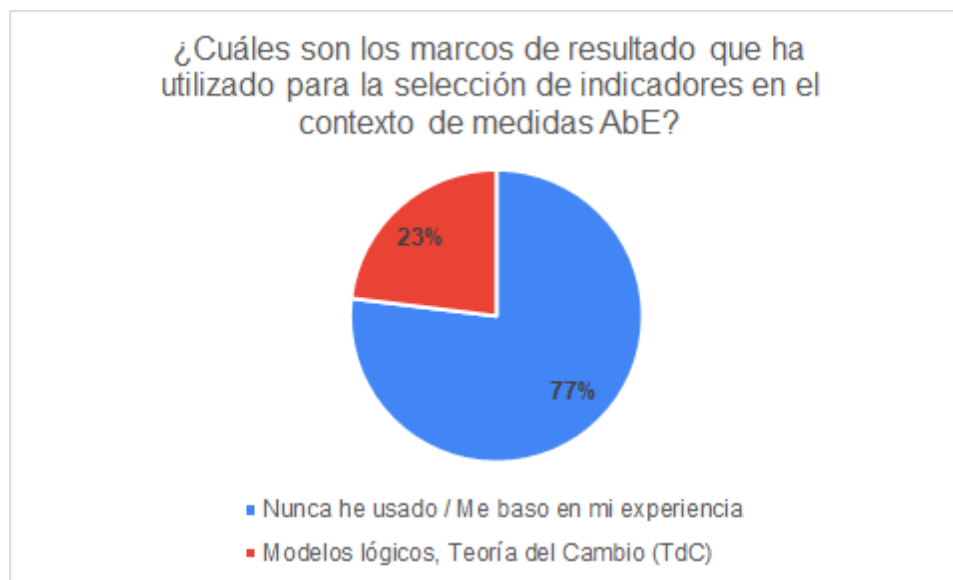


Figura 6. 6. Marcos de resultados usados por los participantes del taller.

A partir del análisis de la encuesta se sugieren algunas recomendaciones para fortalecer el proceso de M&E.

Es importante destacar la necesidad de construir capacidades para el M&E que partan desde el adecuado manejo de conceptos de cómo el proceso de adaptación y AbE, en todos los niveles involucrados: instituciones, autoridades y población de la localidad. Implementar talleres enfocados en este objetivo, puede ser un elemento para asegurar un manejo adecuado de los términos.

Se debe continuar con la tarea de fortalecer el marco conceptual del M&E, sus procesos y las herramientas existentes y canalizar estos estudios desde nivel institucional hasta el local, recibiendo retroalimentación de cada uno de los actores que se vayan involucrando. Esto permitirá generar documentos/herramientas robustas que atiendan los contextos culturales, socioeconómicos, geográficos y de necesidades de información de cada actor.

Es fundamental continuar promoviendo un proceso de adaptación completo, que integre la totalidad de las cuatro fases y resaltar la importancia de cada una de ellas y su interrelación. Un área de oportunidad enmarcada en este contexto es la propuesta y/o fortalecimiento de metodologías para el diseño, implementación, selección y colecta de indicadores.

### **Anexo 7.1**

#### **Metodología para la cuantificación de carbono a escala local**

##### ***Diseño de muestreo***

Los sitios se definen por medio de técnicas de percepción remota apoyadas con Sistemas de Información Geográfica (SIG), esto de acuerdo con la estratificación designada en el área de estudio. La estratificación se realiza con ayuda de fotografías aéreas, imágenes satelitales, SIG, mapas de vegetación, suelo y topografía, vuelos con drones, así como la experiencia en campo y el conocimiento local. Esto permite que se reduzca el número de muestras necesarias y aumentar la exactitud de la estimación de las existencias de carbono, además de capturar la variabilidad intra y entre localidades.

Cada estrato se representa por unidades de muestreo, definidas como parcelas y el carbono estimado se reporta como Mega gramos de carbono por hectárea ( $\text{Mg C ha}^{-1}$ ). La ubicación de las parcelas se distribuye de manera aleatoria para cada estrato. Se establecen parcelas con una extensión máxima de  $100 \text{ m}^2$ , con un diseño anidado. Se miden los árboles adultos en la parcela de  $100 \text{ m}^2$ , mientras que los individuos juveniles se muestrean en subparcelas de  $25 \text{ m}^2$  y plántulas en subparcelas de  $1 \text{ m}^2$ .

##### ***Estimación de los almacenes de carbono***

La estimación de los almacenes de carbono se realiza a través de tres pasos principales: 1) trabajo en campo: mediciones y colecta de muestras según el componente; 2) análisis en laboratorio: estimación de biomasa (peso seco) y contenido de carbono orgánico, a través de ecuaciones alométricas o por medición directa en laboratorio y 3) estimación de los almacenes de carbono.

##### ***Trabajo en campo: mediciones y colecta de material***

En campo se llevan a cabo mediciones de datos biométricos y colecta de muestras de acuerdo con el componente en cuestión. Descritas a continuación:

##### **a) Biomasa aérea**

La biomasa aérea está conformada por toda la vegetación que se desarrolla por encima del suelo, sus componentes son: árboles adultos (en forma arbórea o arbustiva), juveniles, plántulas, neumatóforos y herbáceas.

##### **Árboles adultos**



Se consideran árboles adultos a aquellos individuos con diámetros igual o mayor a 2.5 cm y aquellos que han alcanzado su etapa reproductiva. Las variables evaluadas dependerán del tipo fisionómico de manglar (franja, cuenca, chaparro, riveroño) Las variables se describen a continuación:

**Composición:** frecuencia y número de especies presentes.

**Diámetro normal (DN):** también conocido como diámetro a la altura del pecho (dap), el cual se mide dependiendo de la edad del individuo y su forma de crecimiento (Foto 1A y 1B). En comunidades menores a 2 m (manglares de tipo arbustivo) se mide a 30 cm, y en comunidades mayores a 2 m (manglares de tipo arbóreo), a 130 cm.

**Altura:** es la longitud de la línea recta que va desde el nivel del suelo hasta la terminación de la copa (Foto 1C y 1D).



Foto 1. Medición de variables estructurales de adultos. A) diámetro normal; B) marcaje de individuos con pintura; C y D) altura en árboles adultos. Fuente: Archivo Lab. Producción Primaria-CINVESTAV.

En árboles arbustivos se mide además la altura del suelo al inicio del dosel, ancho y largo del dosel con una regla de 1 m de largo y en el caso de *Rhizophora mangle*, se cuenta el número de raíces aéreas de cada tronco.

#### Plántulas y juveniles

Una plántula es aquel individuo con una altura menor a 50 cm y juvenil a individuos con una altura mayor a 50 cm y diámetro menor a 2.5 cm. La biomasa de plántulas y juveniles se calcula a través de la colecta de individuos para la creación de fórmulas alométricas. En campo es necesario evaluar las variables descritas a continuación:

**Composición de especies:** se registran las especies observadas y su frecuencia (número de individuos en la subparcela).

**Densidad de individuos:** se contabilizan todas las plántulas presentes en la subparcela. Se recomienda hacer el conteo desde una esquina, para evitar que

las plántulas sean pisadas o maltratadas durante la colecta de las demás variables (Rodríguez et al., 2018).

**Longitud del tallo (cm):** la medición se toma desde donde comienza el tallo hasta la última hoja (Foto 2).

**Diámetro del tallo (cm):** el diámetro del tallo principal se mide por arriba del primer nudo de la plántula (correspondiente al par de cotiledones) y en juveniles la medida se hace a la mitad de la distancia de su altura. Para el caso de especies con propágulo como *R. mangle* se recomienda tomar una medición a la mitad del propágulo y otra medición a la mitad del tallo (Foto 2).



Foto 2. Medición del diámetro y altura de plántulas. Fuente: Archivo Lab. Producción Primaria - CINVESTAV

Si fuera necesario crear ecuaciones alométricas, se colectan individuos (aproximadamente 50 individuos) de diferentes alturas y diámetros de tallo. Las muestras se procesan en el laboratorio. La colecta y procesamiento de estos individuos en conjunto con los datos estructurales obtenidos en campo, permite la estimación de la biomasa y por tanto del carbono.

#### Neumatóforos

Cuando la densidad de neumatóforos es alta (>100 individuos) se establece un cuadrante de 30 x 30 cm este se puede marcar con un cuadrante elaborado con tubos de PVC ensamblados entre sí.



Foto 3. Cuadrante de 1 X 1 m para medición de neumatóforos. Fuente: Archivo Lab. Producción Primaria-CINVESTAV.

Dentro del cuadrante delimitado se cuentan todos los individuos (Foto 3), y de manera aleatoria se seleccionan individuos para medir el diámetro de la base (cm) y la altura (cm) desde el nivel del suelo hasta el punto máximo del neumatóforo.

#### Madera muerta

Este componente representa una proporción importante en sitios degradados o que han sido impactados por eventos hidrometeorológicos, como huracanes, o por acciones antrópicas como el cambio de uso de suelo.



Foto 4. Madera muerta en pie y caída con diferentes grados de descomposición. Fuente: Archivo Lab. Producción Primaria-CINVESTAV.

La madera muerta consiste en la madera muerta en pie y madera muerta caída. Para cuantificar carbono en la madera muerta se realizan las mismas mediciones morfométricas que para los árboles vivos y de acuerdo con el grado de descomposición se estima el porcentaje que corresponde a la biomasa remanente (Foto 4). Para madera muerta caída, se recomienda seguir el método de la intersección de las líneas de acuerdo con Cifuentes et al. (2018), en la que se consideran troncos, ramas, raíces, tallos de árboles y arbustos caídos o desprendidos.

#### b) Mantillo

Se refiere al material orgánico muerto sobre la superficie del suelo como hojas muertas, flores, frutos, propágulos, pedazos de corteza y madera muerta de < 2.5 cm que se depositan en la superficie del suelo (Kauffman et al., 2013; Howard et al. 2014; Cifuentes et al., 2018; Rodríguez et al. 2018). Para su medición, se establecen al menos tres cuadrantes de 20 x 20 cm y se colecta todo el mantillo que esté dentro (Foto 5A y 5B), la muestra colectada se lleva a laboratorio en una bolsa hermética para su posterior análisis y estimación de biomasa.



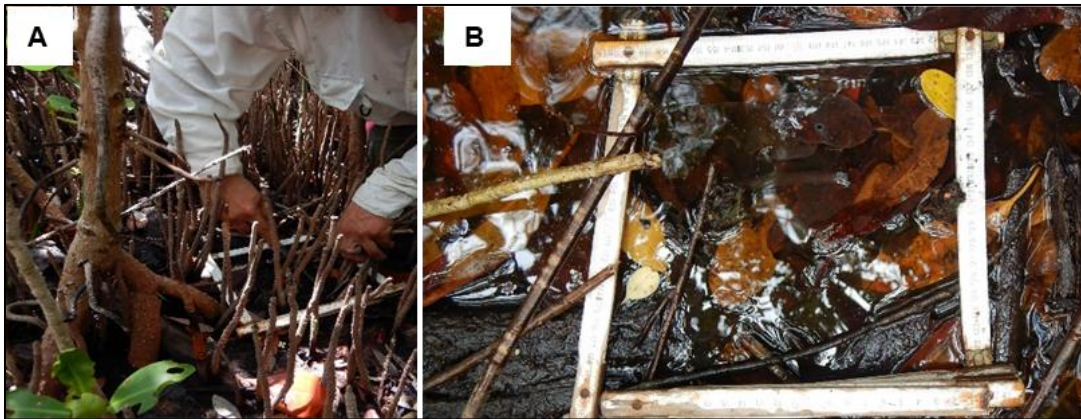


Foto 5. Cuadrante para la para el muestreo del mantillo. Fuente: Archivo Lab. Producción Primaria-CINVESTAV.

### c) Raíces

Se consideran raíces finas a aquellas menores a  $< 2\text{mm}$  que sirven para la absorción de agua y nutrientes, raíces gruesas a aquellas mayores  $> 2\text{mm}$  que sirven como estructuras de transporte y sostén (Gleason y Ewel, 2002). Debido a que se observa que el uso de ecuaciones para sitios en los que no han sido desarrolladas puede sobre estimar de 40 a 1000% el contenido de biomasa de raíces (Adame et al., 2017), se recomienda realizar la medición directa a través de toma de muestras de acuerdo con las buenas prácticas del IPCC (2006) como se observa en la Foto 6A y B. Las muestras de suelo (núcleos) se obtienen en cada una de las parcelas definidas usando un nucleador de acero inoxidable de 10 cm de diámetro y 35 cm de longitud que abarca la zona con mayor cantidad de raíces (Hernández-Saavedra, 2011; Adame et al., 2014). Las muestras se etiquetan y transportan en frío para su posterior análisis en el laboratorio (Foto 6C).

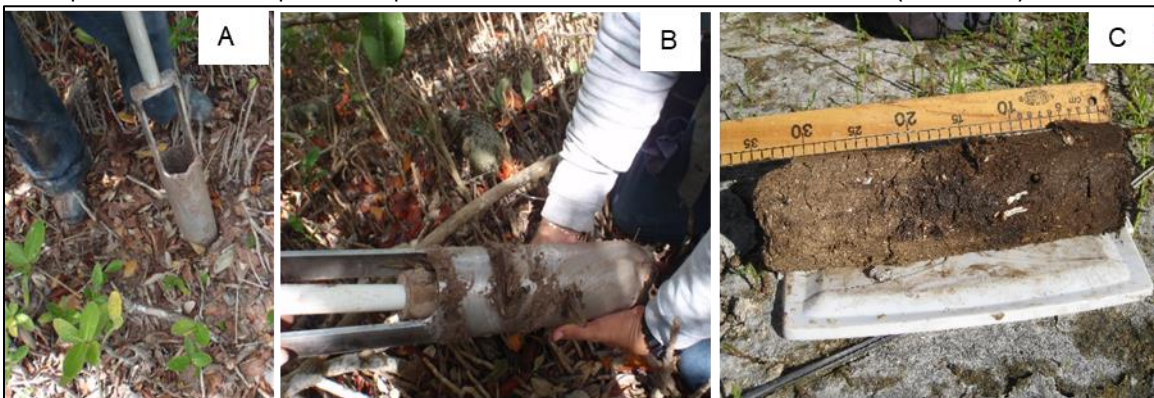


Foto 6. A y B) Nucleador de acero inoxidable; C) núcleo de sedimento de 35 cm para la medición de carbono orgánico en raíces. Fuente: Archivo Lab. Producción Primaria-CINVESTAV.

### d) Suelo

Las muestras de suelo para la estimación de carbono orgánico se obtienen mediante un nucleador de barrena de acero inoxidable (Foto 7A). Para la extracción del núcleo se selecciona un sitio donde no hubiera plántulas ni neumatóforos y se retira cualquier material depositado en el suelo (hojarasca, ramas, madera muerta caída, etc.) antes de introducir el nucleador.

De acuerdo con Kauffman et al. (2013), el núcleo colectado se segmenta en intervalos (0 a 15, 15 a 30, 31 -50, 51 a 100 cm), donde en cada intervalo se colectan

submuestras de 5 a 15 cm de longitud (Fig. 12). Una vez colectada cada submuestra, se transportan en frío para su posterior análisis en el laboratorio (Foto 7B) (Howard et al., 2014; Kauffman et al., 2013).

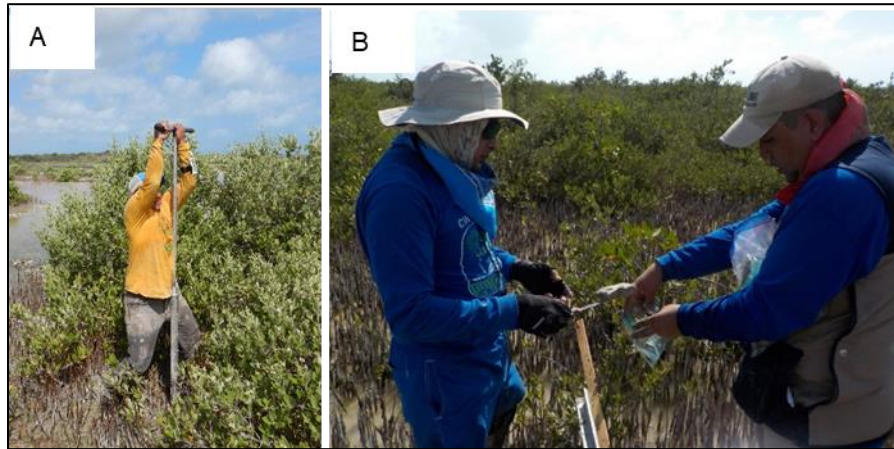


Foto 7. A) Extracción del núcleo con un nucleador de acero inoxidable, B) colecta de submuestras de cada intervalo en el núcleo de sedimento. Fuente: Archivo Lab. Producción Primaria-CINVESTAV.



Foto 8. Perfil del suelo e intervalos para la colecta de submuestras para la cuantificación de carbono orgánico de acuerdo con Kauffman et al. (2011) y Donato et al. (2011). Fuente: Archivo Lab. Producción Primaria-CINVESTAV

#### Cálculo de biomasa y carbono por componente: análisis de laboratorio y estimaciones

Una vez realizado el trabajo en campo se estima la biomasa para obtener el contenido de carbono orgánico de los diferentes componentes de la biomasa (aérea y subterránea) y necromasa (madera muerta y mantillo), así como del



carbono orgánico del suelo. La biomasa y carbono orgánico se obtiene por la medición directa en el laboratorio de las muestras colectadas en campo (e.g. mantillo, raíces, suelo) y a través de fórmulas alométricas con los datos de estructura medidos en campo (biomasa aérea).

A continuación, se describen las metodologías para la estimación de biomasa y carbono orgánico de: a) biomasa viva (biomasa aérea, biomasa subterránea), necromasa (mantillo, madera muerta) y b) carbono orgánico del suelo.

a) Biomasa viva aérea, madera muerta y mantillo

El cálculo de la biomasa aérea viva y necromasa se obtiene indirectamente a través de fórmulas alométricas ya establecidas, como es el caso de los adultos (vivos y muertos). En el caso de las herbáceas, neumatóforos, la madera muerta caída y el mantillo es necesario realizar la medición directa de la biomasa (peso seco) de cada componente en el laboratorio (Fig. 9). Con los datos de peso seco obtenidos en el laboratorio y las mediciones realizadas en campo se crean ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa de plántulas, juveniles y neumatóforos.



Foto 9. A) Muestras colectadas en campo. B) Secado de las muestras en la estufa a 60°, c) Peso de la biomasa seca. Fuente: Archivo Lab. Producción Primaria-CINVESTAV

#### Estimación de carbono orgánico de cada componente

Una vez que se estima la biomasa de cada componente (biomasa aérea viva, madera muerta, mantillo) se multiplica por el factor de conversión de carbono correspondiente (Cuadro 1). Este factor representa la fracción de carbono orgánico que contiene la biomasa de cada componente. El factor de conversión se determina en el laboratorio con un autoanizador elemental o por el método de porcentaje de pérdida por ignición (% LOI) o empleando factores de conversión ya publicados específicos para cada especie y componente (Howard et al., 2014).

Cuadro 1. Factor de conversión para obtener el porcentaje de carbono orgánico de la biomasa de los diferentes componentes en el manglar. Fuente: Howard et al. (2014).

	Componente	Factor de conversión
Biomasa viva aérea	Plántulas	0.45 – 0.5
	Árboles juveniles y adultos	0.46 – 0.5
	Neumatóforos	0.39

Necromasa		Hojarasca (mantillo)	0.45
		Madera muerta en caída o en pie	0.5
Biomasa subterránea	viva	Raíces	0.39

Para la obtención del  $C_{org}$  por medio del autoanalizador elemental de acuerdo con Rodríguez-Zúñiga et al., (2018) (Foto 10). El análisis se realiza por individuo, especie y componente. En el caso de plántulas o juveniles se incluye raíces, hojas y tallos.

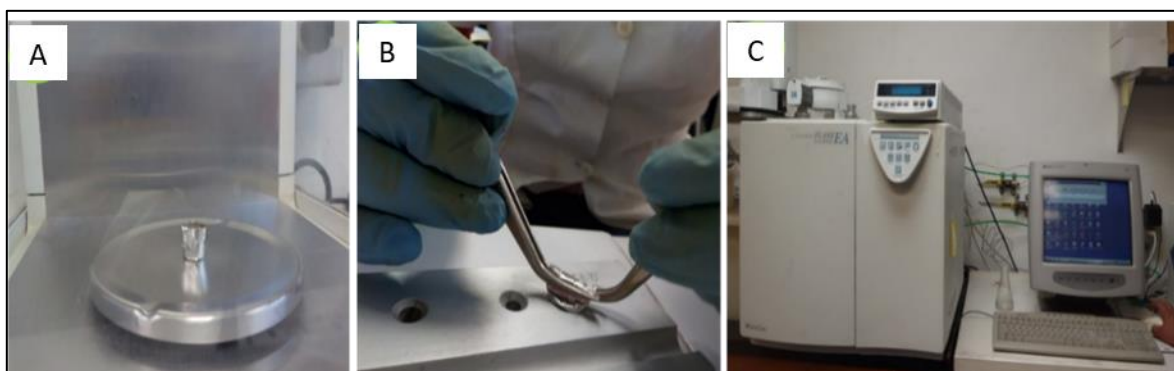


Foto 10. Procesamiento de muestra en autoanalizador elemental. A) peso de muestra; B) encapsulación en cápsulas de estaño; C) autoanalizador elemental. Fuente: Archivo Lab. Producción Primaria-CINVESTAV.

Para obtener el  $C_{org}$  de cada individuo colectado (e.g. plántulas, juveniles, adultos, etc.), se multiplica su biomasa por el  $C_{org}$  (%) (obtenido en el autoanalizador o por el factor de conversión publicado). El  $C_{org}$  puede ser calculado a partir de la biomasa de cada individuo o de la suma de todos los individuos de una subparcela. La suma del  $C_{org}$  de todos los individuos de una parcela permiten obtener el contenido de carbono total del componente por subparcela o parcela (g C), según sea el caso, al dividirlo entre el tamaño de la parcela ( $m^2$ ), se obtiene el carbono total por componente en un área determinada ( $g C m^{-2}$ ). El resultado debe expresarse siempre en  $Mg C ha^{-1}$ , que son las unidades usadas para reportar las existencias de carbono. En caso de que el componente se haya medido en subparcelas (e.g. plántulas, juveniles, mantillo, etc.), el carbono por componente por parcela será el promedio del carbono por componente de las subparcelas, obteniendo además su variabilidad asociada (i.e. desviación estándar, error estándar, intervalo de confianza).

#### b) Raíces

Las muestras colectadas se separan del sedimento y se enjuagan para el análisis de las raíces. Una vez separadas las raíces se secan con ayuda de una estufa a  $60^{\circ}C$  por un lapso de 72 hrs. hasta obtener un peso constante (Foto 11). Una vez que se obtiene la biomasa es multiplicada por el factor de conversión de carbono reportado para la biomasa viva subterránea 0.39 (Kauffman et al., 2013), o bien a través de la obtención del % del carbono orgánico, descrito en la sección anterior.





Foto 11. A) Separación de raíces del sedimento, B) Raíces separadas del sedimento, incluyendo raíces finas y gruesas, C) lavado de raíces para su secado en la estufa. Fuente: Archivo Lab. Producción Primaria-CINVESTAV.

### c) Suelo

A cada muestra colectada se le elimina el contenido de corteza, ramas, hojas, tallos, etc., y se secan en el horno a 60°C entre 48 - 72 horas para obtener el peso seco. La muestra será tamizada y macerada hasta obtener un polvo fino para su posterior análisis (Foto 12). El contenido de carbono (%) de una muestra de suelo se mide mediante varios métodos; estos pueden ser a través del autoanalizador elemental o por el método de pérdida por ignición (LOI). El autoanalizador elemental mide el % de carbono total que incluye el C orgánico e inorgánico. Por lo que, en suelos con evidencia de carbonatos, se corrige midiendo el porcentaje de carbono inorgánico ( $C_i$ ), para restarlo del porcentaje del carbono total y obtener el porcentaje de carbono orgánico ( $C_{org}$ ) y evitar su sobreestimación de acuerdo con Howard et al., (2014).

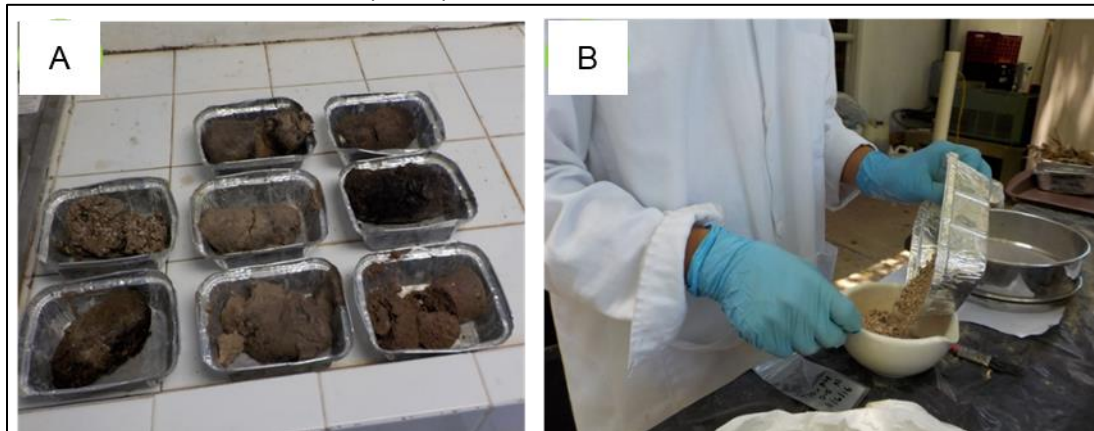


Foto 12. Preparación de muestras de suelo para la obtención del peso seco. Las muestras se analizan por sección y núcleo independientemente. B) Maceración del suelo para la determinación del %C orgánico.

Para calcular el carbono de cada intervalo, se calcula la densidad aparente (DA) obtenida como el cociente entre el peso seco (g) y el volumen de la submuestra colectada ( $\text{cm}^3$ ). El carbono total se estima de acuerdo con la fórmula descrita en Kauffman et al., (2013). El carbono total del núcleo se obtiene de la sumatoria del carbono de cada intervalo.

### **Estimación del carbono total del área**

Para la estimación del carbono total del área se obtiene el carbono total de cada estrato, como la suma del carbono de cada componente ( $\text{Mg C ha}^{-1}$ ) de acuerdo con la ecuación 2. El carbono total por estrato de cada componente se obtiene

como el promedio obtenido para las parcelas muestreadas que corresponden a ese estrato, con su respectivo error asociado.

La incertidumbre de cada componente puede estimarse de dos maneras: puntual, por medio del estimador muestral ( $\bar{Y}$ ) y la desviación estándar de la muestra ( $s$ ), o por intervalo de confianza (IC) y su error máximo de estimación (EME). Un IC es el rango de valores donde, con cierto nivel de confianza ( $1-\alpha$ ), para reportes de carbono suele utilizarse un IC de 95% (Kauffman et al., 2013). En Kauffman et al., (2013) y Casanoves et al. (2017) se encuentran los detalles metodológicos para la estimación de la incertidumbre asociada al carbono.

Para el cálculo del carbono total se propaga el error a través del método simple o el de Montecarlo. Para el método simple, la incertidumbre total corresponde a la raíz de la suma del cuadrado de las incertidumbres que corresponden a cada componente:

Para obtener el carbono total (CT) por estrato es necesario multiplicar el carbono total o de cada componente (según sea el caso) por el área total del estrato. Para la obtención del CT del área se debe sumar el carbono de todos los estratos. Es fundamental siempre incluir en los cálculos la incertidumbre asociada, así como propagación de la incertidumbre entre los componentes del almacén.

Los almacenes de carbono totales se obtienen considerando el carbono total ( $\text{Mg C ha}^{-1}$ ) y el área de distribución de los manglares (ha) y se pueden reportar en teragramos de carbono ( $\text{Tg C}$ ). Las estimaciones de emisiones y absorción de  $\text{CO}_2$  derivadas del conocimiento de los almacenes de C y los cambios en el tiempo de la cobertura del ecosistema (ha) generalmente se reportan en toneladas o millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente ( $\text{t CO}_2\text{e}$  o  $\text{M t CO}_2\text{e}$ ), para lo cual los datos de  $\text{Mg C}$  se multiplican por 3.67, este valor es la proporción del peso molecular de carbono en  $\text{CO}_2$  (IPCC, 2014a; Howard et al., 2014).

## Anexo 8.1

### Proceso de socialización en la práctica: resultados del taller con implementadores AbE

Con el fin de fortalecer la elaboración de este capítulo, se diseñó y celebró un taller enfocado en obtener insumos por parte de implementadores de proyectos AbE para la elaboración de la propuesta de una estrategia de socialización. Éste se llevó a cabo de forma virtual, siguiendo los protocolos actuales de trabajo vía remota durante la pandemia por COVID-19 en México. Se celebró el 2 de julio de 2021, bajo el nombre de “Taller implementadores para obtener insumos relacionados con los procesos de socialización y fortalecimiento de capacidades locales en la implementación de proyectos AbE y SbN”.

El taller buscó reunir a implementadores expertos y otros actores con experiencia en las áreas de interés del proyecto. El evento tuvo como objetivo principal y objetivos específicos los mostrados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

*Tabla 8.83 Objetivos del taller con implementadores*

<b>Objetivo general</b>	Obtener insumos relacionados con la experiencia obtenida en procesos de comunicación, socialización y fortalecimiento de capacidades locales en el diseño e implementación de medidas de AbE y SbN en las localidades de Tuxpan y Celestún.
<b>Específico 1</b>	Conocer las experiencias de implementadores de proyectos AbE y SbN que permitan identificar buenas prácticas y lecciones aprendidas en los procesos de socialización de dichos proyectos.
<b>Específico 2</b>	Recopilar insumos para la generación de una estrategia de socialización y que contribuyan al fortalecimiento de capacidades locales en la implementación de AbE y SbN.

El taller tuvo una duración de dos horas y media, en un horario de 10:00 a 12:30 pm. Se contó con la participación de 46 actores de los sectores social, académico y gubernamental. Los asistentes provenían de las siguientes instituciones: Fundación Pedro y Elena, Ducks Unlimited (DUMAC), Fondo Golfo de México (FOGOMEX), Pronatura Veracruz, Fundación San Crisanto, Red de Viveros de Biodiversidad AC, Sinergiaplus, Universidad Veracruzana (UV), Instituto Nacional de Ecología (INECOL), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), INECC, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) Veracruz y Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU) Yucatán.

El perfil de participantes al que fue orientado el taller consistió en tres grupos de implementadores de proyectos:

- d) Académicos.
- e) Servidores públicos de los 3 niveles de gobierno.
- f) Técnicos implementadores pertenecientes a Organismos de la Sociedad Civil, Grupos Comunitarios cooperación internacional o academia.

Durante la convocatoria se hizo énfasis en que la composición de participantes fuera equilibrada entre hombres y mujeres. El registro final muestra que asistieron 21 hombres y 25 mujeres.

El taller contó con el INECC como anfitrión y como apoyo técnico a WRI y The Ocean Foundation. Este fue dividido en secciones como se muestra a continuación en la Figura 8.217.

Figura 8.217. Extracto de la agenda del taller

Horario	Actividad
10:00 – 10:10	<b>Palabras de bienvenida</b> Aram Rodríguez de los Santos Coordinación General de Adaptación al Cambio Climático y Ecología, INECC  Javier Warman, WRI/TOF
10:10 – 10:15	<b>Presentación de los objetivos generales del taller y resultados esperados</b>  Alejandra Navarrete - WRI/TOF
10:15-10:45	<b>Las capacidades adaptativas a nivel local y su relevancia en el proceso de adaptación</b>  Arcelia Tánori Villa Coordinación General de Adaptación al Cambio Climático y Ecología, INECC
10:45 – 11:05	<b>El fortalecimiento de capacidades locales a través del proyecto: Adaptación Basada en Ecosistemas Costeros: Cuenca Baja de Tuxpan</b>  Hugo González Manrique - WRI-TOF
11:05-11:15	Preguntas y respuestas
11:15-11:45	<b>Mesa de trabajo 1: Experiencias en procesos de socialización de proyectos AbE</b>  Pablo Hernández Ávila– WRI/TOF
11:45 – 11:50	Receso/Dinámica
11:50-12:20	<b>Mesa de trabajo 2: Experiencias en procesos de fortalecimiento de capacidades en proyectos AbE</b>  Hugo González Manrique – WRI/TOF
12:20-12:30	Cierre

Se realizó una dinámica con implementadores para obtener insumos para la propuesta de estrategia de socialización. Esta dinámica tuvo como objetivo conocer las opiniones y aportaciones de actores involucrados en el diseño e implementación de proyectos AbE, respecto a la estrategia y actividades de

socialización de este tipo de iniciativas. A partir de preguntas clave y una matriz de facilitación, se buscó sistematizar la información y puntos de vista proporcionados por los participantes del taller.

### Síntesis de la implementación y resultados de la dinámica 1

Para la implementación de esta dinámica, se diseñó un Mural digital con las preguntas mencionadas en la Tabla 2. Las respuestas se enfocaron en tres tipos de actores que se involucran la ejecución de medidas AbE: la comunidad, las autoridades gubernamentales y otros actores que no estuvieron considerados, pero que los expertos implementadores consideran importante tomar en cuenta.

Tabla 8.84. Preguntas utilizadas en la dinámica 1

¿Qué momento o de la ejecución de la medida considera que es el mejor para iniciar el proceso socialización/inclusión en las actividades?	Enumere los pasos que sigue como estrategia para los procesos de socialización/inclusión que ha implementado	De los pasos menciona ¿En cuál existe más probabilidad de presentar algún problema, por qué y cómo se atendió el caso que conoce?	Con respecto a los actores gubernamentales y otros actores ¿cuáles son los principales desafíos que ha tenido para que haya coordinación institucional entre dichos actores?	Conoce y/o aplica alguna herramienta para la estrategia de socialización (guías de trabajo, software, etc.)	¿Cuál considera que es el factor o factores que detonan el empoderamiento de la comunidad y la apropiación de las actividades de la medida implementada?	¿Podría mencionarnos un caso de éxito? De ser posible añada alguna liga o contacto para conocer más sobre el proyecto.
---	--	---	--	---	--	--

Socialización/inclusión de la población en las actividades de la media.

Socialización/inclusión de actores gubernamentales relevantes

Otros actores que usted considere pertinentes (por favor indíquelo)

La dinámica fue muy bien aceptada por los asistentes al taller y hubo mucha participación en su llenado. El resultado final se presenta en la Figura 2 (Anexo 8.1).



Figura 8.218. Matriz final con las respuestas de los asistentes.

En el apartado siguiente, se presenta la sistematización para estos resultados:

**Actividades**

**1. ¿Qué momento de la ejecución de la medida considera que es el mejor para iniciar el proceso socialización/ inclusión en las actividades?**

**Socialización/inclusión de la población en las actividades de la medida.**

Sobre este tema se tuvieron diversas respuestas, pero todas confluían en un solo punto: es necesario considerar a la población desde la primera fase del proceso de adaptación.

Entre las respuestas se enunciaron las siguientes: considerar a la población desde la fase de diseño, es decir, desde la identificación de la problemática relacionada con el clima.

Algunas respuestas que se consideran importantes de señalar fueron aquellas que se relacionaban con “actividades antes de iniciar el proyecto”. Se dijo, por ejemplo, que se debería iniciar el proceso de socialización desde que el proyecto ha sido aprobado desde las instituciones, para no generar falsas expectativas. Esto es, que se indique con claridad los alcances del proyecto, qué beneficios se obtendrán del mismo, quiénes serán los beneficiados y cuáles son las estrategias (financieras, sociales e institucionales) para que sea sustentable en el tiempo.

**Socialización/inclusión de actores gubernamentales relevantes.**

Siguiendo con la lógica reportada en la respuesta anterior, los participantes señalaron que las autoridades gubernamentales deben considerarse en la primera fase del proyecto.

Las diferencias que se encontraron fueron aquellas con asuntos más específicos, por ejemplo, incluir a las autoridades en la identificación de la problemática, otros señalaron que después de terminar el trabajo de gabinete, pero antes de la implementación de la medida.



Este último párrafo da pauta para identificar áreas de oportunidad sobre una definición clara de las actividades que enmarcan el inicio del proceso de adaptación, aunque es importante señalar que estas fueron respuesta prácticamente aisladas.

**Otros actores que usted considere pertinentes (por favor indíquelo).**

Las respuestas se enfocaron en señalar quiénes son esos otros actores que deben incluirse, por ejemplo, Organizaciones de la Sociedad Civil, (OSC), líderes comunitarios, sector privado, academia (instituciones de nivel superior en el área) con conocimiento ambiental, social local e involucrarlos a través de servicios sociales o prácticas profesionales.

Se señaló que generalmente no se considera al sector privado, esto tal vez por conflicto de intereses con el mismo proyecto.

Finalmente, aunque en menor frecuencia, también se mencionó que deben ser considerados al inicio del proyecto para que se apropien de él.

**2. Enumere los pasos que sigue como estrategia para los procesos de socialización/inclusión que ha implementado.**

***Socialización/inclusión de la población en las actividades de la media.***

En este apartado las respuestas fueron más diversas en extensión y en los pasos propuestos. Sin embargo, predominó como primer paso la identificación de actores clave/líderes en la comunidad. Alguna respuesta para el primer paso mencionaba la importancia de hacer una encuesta, sobre la percepción que tiene la comunidad en relación con la problemática.

Como pasos dos y tres, la respuesta más común mencionó una reunión/taller con los actores identificados con el objetivo de sensibilizarlos sobre el proyecto y la problemática abordada. También se mencionó que en este paso se puede invitar a la población a participar en el proyecto. Aunque no se ahondó más sobre este punto, es importante considerar en esta reunión la percepción que la comunidad tiene de la problemática, recabar sus necesidades como insumo para hacer ajustes pertinentes en el proyecto.

Para el paso 4, los implementadores mencionaron el diseño del proyecto en conjunto o el ajuste atendiendo las experiencias y necesidades locales.

Muy pocas respuestas se extendieron más allá de un paso 4. Además, se debe agregar que, aunque hubo elementos en común, existieron también otros diferentes, por ejemplo, se resaltó mucho la necesidad de conceptualizar el proyecto (probablemente refiriéndose al hecho de dejar objetivos claros y establecer un vocabulario común a usar) También plantearon un taller para intercambio de experiencias Habría que identificar si estas diferencias obedecen a factores locales o a la falta de alguna guía sobre este tema. Para esto será necesario ahondar más en sus estrategias, usando tal vez las lecciones aprendidas en cada caso y la evaluación de sus procesos de socialización.

***Socialización/inclusión de actores gubernamentales relevantes.***

Para este caso la participación fue un poco menor, probablemente sea un signo de que no saben cómo integrar a las autoridades en los procesos del proyecto.

En general se mencionó como paso uno la conceptualización del proyecto y su contexto y en un paso dos llevar a cabo reuniones o talleres con los actores involucrados.

**Otros actores que usted considere pertinentes (por favor indíquelo).**



Sobre este aspecto, básicamente se mencionaron los pasos definidos previamente y se señaló considerar a las instancias u organizaciones relacionadas indirectamente con el proyecto.

**3. De los pasos mencionados ¿En cuál existe más probabilidad de presentar alguna barrera? ¿Por qué? ¿Qué sugiere para atenderlo?**

***Socialización/inclusión de la población en las actividades de la media.***

En esta pregunta se tuvieron algunas respuestas diferentes. Por ejemplo, hubo quienes identificaron en los primeros pasos la mayor posibilidad de enfrentar barreras y se relacionaban con la falta de interés, que podría incluso darse desde la conformación del equipo. Como posible solución se plantearon talleres, charlas informativas, visitas al sitio y convivencia con los actores.

Otras respuestas indicaron que, de no incluir la visión de la comunidad desde el inicio, la probabilidad de encontrar barreras iba a aumentar.

Otras barreras mencionadas fueron la desconfianza de las comunidades hacia los implementadores, tanto del gobierno como de instancias no gubernamentales, posiblemente derivado de conflicto de intereses por el uso de los recursos. Los problemas internos de la comunidad también pueden ser un factor de riesgo.

***Socialización/inclusión de actores gubernamentales relevantes.***

Para el proceso de inclusión/socialización de actores gubernamentales se mencionó que el acercamiento con las autoridades muchas veces depende de que ellos identifiquen un beneficio, en ocasiones económico. Para estos casos se recomienda alinear el proyecto con el plan de desarrollo municipal o de la comunidad.

También se agregó que la probabilidad de encontrar barreras al inicio podría deberse a las competencias, y se propusieron reuniones, trabajo y recorridos en conjunto para conocer la situación y cómo sería el involucramiento de las instancias.

Así mismo, se considera que existe una probabilidad de encontrar barreras durante la implementación debido a mal manejo de los términos y percepciones en campo, ya que se tienen diferentes visiones. Un elemento que puede ayudar a atender esta problemática es el intercambio de experiencias con otras comunidades, antes de implementar el proyecto. Eso permite la sensibilización y que los participantes se interesen.

Finalmente, se mencionó considerar un enfoque integrativo, de fácil manejo y económico, es decir, que el enfoque deberá considerar un costo accesible en la implementación y el gobierno debe acompañar en todo momento.

***Otros actores que usted considere pertinentes (por favor indíquelo).***

Para este punto se consideró la participación de todos los sectores en cada una de los pasos y comunicación permanente entre todos los actores como mecanismo para atender posibles barreras.

Se identificaron otros problemas como la falta de recursos. Maximizar los recursos puede ayudar a que se incorporen otros actores.

**4. Con respecto a los actores gubernamentales y otros actores ¿cuáles son los principales desafíos que ha tenido que superar para que haya coordinación institucional entre dichos actores?**

***Socialización/inclusión de la población en las actividades de la media.***

Entre los desafíos se mencionó la diferencia de objetivos. En muchas ocasiones, los actores no tienen una comprensión clara sobre los beneficios del proyecto. También se indicó la falta de recursos, de personal, desconocimiento del tema, una planeación que no considera el tema de cambio climático, diferentes enfoques según la administración en turno. Otro conflicto señalado fue el conflicto de intereses entre actores y sectores (productivo, ambiental).

***Socialización/inclusión de actores gubernamentales relevantes.***

Entre los desafíos se mencionó la falta de conocimiento sobre el tema de cambio climático entre las autoridades a nivel estatal y municipal, lo cual se señaló como detonante de la falta de compromiso con los proyectos. También sobre las autoridades se mencionó que están en función de sus presupuestos, lo que muchas veces limita su participación. Se añadió que un desafío ocurre cuando los objetivos del plan gubernamental son contrarios a los intereses y necesidades identificadas por la comunidad.

Otros desafíos mencionados fueron el surgimiento de otras prioridades, la falta de integración y coordinación entre distintas dependencias y el temor de acercarse a autoridades por miedo a irregularidades.

Las acciones que se propusieron para atenderlos fueron integración de procesos de capacitación a funcionarios públicos sobre el tema de cambio climático atendiendo el criterio de los beneficios. Así mismo se sugirió utilizar enfoques de vulnerabilidad integrativos y con un costo bajo para su implementación.

***Otros actores que usted considere pertinentes (por favor indíquelo).***

Para el caso de otros elementos, se mencionó la importancia de involucrar la protección ambiental jurídica como la Corte Interamericana de Derechos al Cuidado de la Madre Tierra para que asesoren pertinentemente.

Adicionalmente, es importante considerar financiamiento externo, como el proveniente de convocatorias internacionales.

**5. ¿Conoce y/o aplica alguna herramienta para la estrategia de socialización (guías de trabajo, software, etc.)?**

***Socialización/inclusión de la población en las actividades de la media.***

Entre las herramientas mencionadas, se indicó una matriz de conflictos y potencialidades, donde la comunidad anota lo positivo y negativo y posteriormente se separan aquellos puntos donde pueden actuar y hacer cambios. A partir de esto, pueden jerarquizar los problemas. Esta técnica ayuda a que la comunidad se vea reflejada en el proyecto que se esté trabajando.

Se mencionó el uso de herramientas como la cartografía participativa y las guías como las de Oliver Dollfus, que son sistemas de información geográfica participativos. También se mencionaron las reuniones virtuales entre dependencias y organizaciones civiles.

Entre los mecanismos que pueden detonar estos procesos, se indicó a la voluntad política y el empoderamiento de los actores locales.

***Socialización/inclusión de actores gubernamentales relevantes.***

Se mencionó un manual de usuario/Guía para la puesta en práctica de proyectos, adaptados a distintos actores (productores, organizaciones, autoridades municipales) así como un diagnóstico participativo, talleres de sensibilización socioeconómica y ecológica.

***Otros actores que usted considere pertinentes (por favor indíquelo).***

Se mencionó que es importante considerar a un órgano consultivo de colaboración, por ejemplo, un grupo de trabajo de gestión integral del territorio y a partir de este instrumento difundir avances e implementar medidas.

**6. ¿Cuál considera que es el factor o factores que detonan el empoderamiento de la comunidad y la apropiación de las actividades de la medida implementada?**

***Socialización/inclusión de la población en las actividades de la medida.***

Entre los elementos a nivel comunidad que se mencionaron como detonantes de la apropiación de medidas se indicaron:

- Que la comunidad descubra sus problemas o las oportunidades. Para ello es importante integrarlos desde el inicio del proceso, desde la identificación de la problemática.
- Se debe propiciar que las medidas tengan un impacto en la economía de las familias o mencionarles otros beneficios directos que el proyecto dejará sobre ellos y de qué manera pueden mantenerlo a largo plazo.
- Es importante recuperar los saberes locales y la integración de otros grupos, como las mujeres. Es fundamental escuchar realmente a las personas y entender cuáles son las problemáticas que enfrentan. Otro aspecto que los animará será ver los resultados de su participación.

***Socialización/inclusión de actores gubernamentales relevantes.***

Para el caso de las autoridades es importante promover un diálogo horizontal con la comunidad y el equipo técnico, esto disminuye/elimina estereotipos entre los actores.

Promover la confianza con la sociedad, no como institución, sino como un agente más cercano a ellos.

Señalar los beneficios que se tendrán al atender el problema y no reaccionar a él.

***Otros actores que usted considere pertinentes (por favor indíquelo).***

Se debe procurar la comprensión de la medida y sus acciones y vincularlo a la vida diaria.

Es importante resaltar los beneficios que puede obtener el sector privado y las OSC.

Una población informada que forma parte de un proceso de consulta puede apropiarse con mayor efectividad de la medida a implementar. Esta implementación deberá considerar el contexto sociocultural y, en función de esto, proponer herramientas que respondan a las necesidades locales.

**7. ¿Podría mencionarnos un caso de éxito? De ser posible añada alguna liga o contacto para conocer más sobre el proyecto.**

***Socialización/inclusión de la población en las actividades de la medida.***

Entre los proyectos mencionados se encuentran:

- Museo del agua, <http://www.museodelagua.org.mx/>
- Proyecto GEF City Adapt desarrollado en Xalapa, Veracruz a cargo de ONU Medio Ambiente y Fondo Golfo de México, A.C.
- Agua y Educación. Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental (FCEA), A. C.

- Inicio de un corredor biológico intra costeros Tuxpan-Tamiahua Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C.

#### **Socialización/inclusión de actores gubernamentales relevantes**

- El gobierno de Guanajuato impulsa el proyecto de captación de agua de lluvia en sus comunidades.
- Mundo manglar, <https://www.mundomanglar.com/> es un proyecto que integra SbN.

#### **Otros actores que usted considere pertinentes (por favor indíquelo)**

- Rotoplás tiene un programa para impulsar la captación de agua de lluvia.

#### **Lecciones aprendidas**

En general, se observó un buen manejo del tema en lo referente a la integración de la población de las comunidades en los proyectos de adaptación; se entiende cuál es su importancia y se identifican factores para detonarlo y sostenerlo en el tiempo. Incluso, se señalaron varias herramientas para este tipo de procesos como la cartografía participativa de Oliver Dollfus, matriz de conflictos y potencialidades y reuniones virtuales.

Sin embargo, no se notó una participación igual de fluida para lo correspondiente a la integración de las autoridades. La mayoría de las razones expuestas cuando se buscó un factor detonante para involucrarlos, señalaron conflictos de intereses, tanto económicos, políticos, de planeación y se añadió también el factor de irregularidades en las autoridades. Si bien, la participación general de los invitados no dio una postura clara sobre el involucramiento de las autoridades, es pertinente resaltar que para los procesos de adaptación en el territorio se requiere del involucramiento y participación de todos los sectores en el área de intervención.

#### **Síntesis de la implementación y resultados de la dinámica 2**

Esta dinámica estuvo enfocada en conocer la experiencia de los implementadores de proyectos, en torno al fortalecimiento de capacidades en temas relevantes para la implementación de proyectos AbE. Para facilitar el ejercicio se diseñó una matriz que posteriormente fue desarrollada como un Mural.

*Tabla 8.85. Matriz con preguntas y temas de la dinámica 2*

	Financiamiento	Gobernanza	Ciencia ciudadana / saberes	Cobeneficios	Otros
¿Qué elementos sobre fortalecimiento de capacidades propone o ha utilizado para el tema de...?					
¿Cuáles considera que son las principales barreras para fortalecer capacidades en cuanto a...?					
¿Qué soluciones ha implementado o implementaría para derribar dichas barreras?					

¿Cuáles considera que son los principales factores que facilitan el fortalecimiento de capacidades en...? ¿Qué elementos añadiría para fortalecer dichos factores?

¿Conoce alguna herramienta que facilite el fortalecimiento de capacidades para el tema de...?

¿Conoce algún caso de éxito de proyectos de AbE en el que se hayan fortalecido capacidades en este tema?

¿Qué información adicional añadiría?

La intención de la dinámica consistió en identificar y plasmar las experiencias de los asistentes respecto a preguntas sobre el tipo de actividades de fortalecimiento que han implementado, las barreras que han encontrado, cómo las han superado, qué factores consideran son clave para facilitar el fortalecimiento de capacidades, si han utilizado herramientas, métodos, aplicaciones o programas relacionados y sugerencias de casos exitosos. Al igual que en la dinámica 1, la participación fue muy nutrida y se obtuvieron diversas perspectivas sobre cada pregunta. A continuación, se muestra la figura final con las aportaciones de los participantes (Anexo I).

*Figura 8.219. Mural final con aportaciones de los participantes a la dinámica 2*



En el apartado siguiente se muestra la sistematización de resultados.

**Actividades**

**1. ¿Qué elementos sobre fortalecimiento de capacidades propone o ha utilizado para el tema de...?**

**Financiamiento**

Por la parte del diseño y las variables que pueden controlar los implementadores, los participantes señalaron que es relevante crear espacios de diseño participativo en los que se discuta la arquitectura de los proyectos a nivel local, incluyendo el tema de financiamiento. Otro aspecto considerado relevante es fortalecer las capacidades y competencias referidas a temas administrativos y de gestión. Englobando ambos rubros, se sugirió que desde el inicio del proyecto estén considerados los montos de M&E, pues en la experiencia de los asistentes, recurrentemente los proyectos concluyen sin recurso y por ende sin actividades de monitoreo y evaluación, lo cual impacta además en la calidad de las intervenciones.

**Gobernanza**

Un aspecto relevante es la sensibilización de las autoridades locales, además de una socialización exhaustiva con los actores y sectores relevantes en el territorio. Es importante generar capacidades de diálogo y negociación, lo que puede ayudar a suavizar posturas fuertes, incentivar la cooperación y abrir canales de comunicación fluida y con transparencia. En este sentido, otra lección compartida consiste en ampliar el alcance del dialogo a más sectores que el meramente ambiental, pues existe un sesgo en solo considerar a este tipo de actores e instituciones.



Se hizo énfasis en la confianza de los procesos, por ejemplo, durante la selección de consejos y comités, y en general en el diseño y puesta en marcha de arreglos institucionales.

### **Ciencia ciudadana**

Este se considera un tema clave que aporta a los procesos de socialización y apropiación, además de permitir la generación y el fortalecimiento de capacidades. Al respecto, se citó como ejemplo el Programa Aves Urbanas, de la CONABIO y de la Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte – México (NACBI – México).

Se mencionó que existen oportunidades de rescatar saberes locales a partir de la integración de grupos sociales clave. Entre las posibilidades también se considera que este tema aporta a los procesos del tipo aprender haciendo, lo que influye directamente en el fortalecimiento de capacidades locales.

En seguimiento a las aportaciones sobre crear espacios de diseño participativo, en el caso de este tema, se sugirió aprovechar estos conocimientos locales para fortalecer los diagnósticos y líneas base de indicadores.

### **Cobeneficios**

Para este rubro, la participación fue más dispersa y abocada a temas disimilares. Por ejemplo, alguna de las aportaciones señalaba la relevancia de crear alianzas, aunque no se explicó a detalle el sentido o utilidad de éstas. Otra aportación señaló directamente la necesidad de transversalizar la participación de diferentes agencias de gobierno. En otro caso, se señaló que la derrama económica de los proyectos AbE debe mantenerse dentro de la comunidad.

En ninguno de los casos se habló específicamente de un caso exitoso o experiencia respecto a la socialización o comunicación de los cobeneficios de un proyecto. Esto podría señalar precisamente una carencia de los implementadores y de los métodos bajo los que se diseñan los proyectos, lo que impacta directamente en el posible nivel de apropiación por parte de la comunidad.

### **Otros**

El fortalecimiento de capacidades debe considerar a los individuos como sujetos de derechos, conscientes de las responsabilidades ambientales, sociales, políticas y económicas, lo cual apuntala la toma de decisiones en la comunidad.

## **2. ¿Cuáles considera que son las principales barreras para fortalecer capacidades en cuanto a ...?**

### **Financiamiento**

Entre las barreras mencionadas, se encuentra carecer de capacitación para el acceso a fondos, que las convocatorias estén diseñadas para instituciones y dejen de lado el tipo de comunicación que se requiere para que las comunidades tengan acceso a estas. También se mencionó la creciente competencia por fondos y, en complemento, los límites en los montos a financiar.

### **Gobernanza**

Un reto importante son los temas políticos, o en específico la politización de discusiones técnicas y de política pública como en el caso de proyectos AbE. Es necesario que se integren los diferentes sectores desde etapas tempranas, mediante diseños sencillos que integren de forma eficaz las estrategias y



acciones a implementar. En este sentido, es relevante considerar la integración de especialistas en temas de comunicación.

#### **Ciencia ciudadana**

Es importante tomar en consideración que una vez definidas las actividades, hay que considerar el conocimiento local para integrarlo en los procesos de implementación. En este sentido, los saberes locales y la información proveniente de procesos de ciencia ciudadana apuntan directamente al objetivo de contextualizar las medidas y acompañar a los diagnósticos e información técnica.

#### **Cobeneficios**

Se considera relevante comunicar la importancia de impulsar procesos sostenibles, para que los beneficios del proyecto se perciban más allá de la etapa inicial de ejecución y por ende de los posibles beneficios económicos derivados. Señalar los beneficios en diversos ámbitos y de mediano y largo plazo, contribuye a una socialización adecuada del proyecto y fortalece la apropiación por parte de las comunidades.

#### **Otros**

En este caso no se señalaron aportaciones de otros temas.

### **3. ¿Qué soluciones ha implementado o implementaría para derribar dichas barreras?**

#### **Financiamiento**

Directamente relacionado con el tema de M&E, se sugirió justificar las actividades de monitoreo y evaluación como parte central del proyecto, por lo tanto, estar incluidas desde la solicitud de recursos.

En cuanto al acceso general a financiamiento, continuar con la preparación, asistir a capacitaciones y en general mantenerse actualizado. Esto se complementa con otros insumos que señalaron fortalecer la capacitación en temas administrativos. Además de acompañar estas actividades con recursos multimedia, que hagan más accesible su comprensión.

#### **Gobernanza**

Estas barreras se pueden superar fortaleciendo los procesos incluyentes bajo el formato de reuniones, talleres y procesos de fortalecimiento de capacidades de auto gestión. Es importante comunicar con claridad los beneficios, para así poder sumar a actores interesados.

#### **Ciencia ciudadana**

Es importante reconocer el valor de las aportaciones que puede dar la comunidad y como esto puede contribuir al éxito del proyecto. Otro aspecto que puede aportar a superar las barreras en este tema es documentar y compartir casos de éxito sobre ciencia ciudadana, para mejorar la replicabilidad y apoyar el empoderamiento de mujeres, jóvenes, etc. Finalmente, capacitar a miembros de la comunidad para que apoyen como interlocutores entre temas de conocimiento tradicional y técnicos.

#### **Cobeneficios**

Partiendo del diagnóstico y las posteriores fases del proceso de adaptación, tomar en cuenta la variable del tiempo ayudará a ordenar prioridades. Aunque la aportación se realizó en este tema, se considera de importancia transversal.

#### **Otros**

No se recibieron comentarios.

**4. Cuáles considera que son los principales factores que facilitan el fortalecimiento de capacidades en...? ¿Qué elementos añadiría para fortalecer dichos factores?**

**Financiamiento**

Establecer alianzas con diversas organizaciones nacionales e internacionales contribuye a facilitar el proceso de socialización y el fortalecimiento de capacidades. Así mismo, el entrar en contacto directo y buscar capacitación con entidades financiadoras.

**Gobernanza**

Establecer co-coordinaciones de proyecto con actores de los diversos sectores. Comunicar de forma efectiva los impactos positivos más allá de los temas ambientales, para que más sectores y actores se sumen al proceso de fortalecimiento de capacidades.

**Ciencia ciudadana**

Incorporar expertos de áreas que contribuyan a recopilar y sistematizar el conocimiento, tales como sociólogos y educadores.

Reconocer la importancia de los saberes tradicionales, además de mejorar la comunicación entre equipos técnicos y beneficiarios o actores relevantes (*stakeholders*), manteniendo una actitud de horizontalidad.

**Cobeneficios**

No se recibieron aportaciones.

**Otros**

No se recibieron aportaciones.

**5. ¿Conoce alguna herramienta que facilite el fortalecimiento de capacidades para el tema de...?**

**Financiamiento**

Blindaje de inversiones para la formulación de proyectos con enfoque de resiliencia de PNUD.

**Gobernanza**

Talleres de manejo participativo de integración comunitaria.

Step Center cuenta con metodologías novedosas.

**Ciencia ciudadana**

Enfoque de análisis de vulnerabilidad de tiburones y rayas por efectos estresores de pesca y cambio climático (adaptable a otros objetivos de estudio).

Estudio pionero realizado a la par de los análisis de vulnerabilidad para México, realizado en Australia: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/faf.12571>

**Cobeneficios**

No se recibieron aportaciones.

**Otros**

No se recibieron aportaciones.

**6. ¿Conoce algún caso de éxito de proyectos de AbE en el que se hayan fortalecido capacidades en este tema?**

**Financiamiento**

Proyecto City Adapt en Xalapa, Veracruz, [cityadapt.com](http://cityadapt.com), financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y ejecutado por la Oficina Regional para

América Latina y el Caribe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y SEMARNAT.

De la Sierra al Mar, FCEA A.C.

#### **Gobernanza**

No se recibieron aportaciones.

#### **Ciencia ciudadana**

Proyecto en proceso en Pacífico mexicano, área de Nayarit.

Grupos de atención a arrecifes después de huracán en el caribe, CONANP.

#### **Cobeneficios**

No se recibieron aportaciones.

#### **Otros**

No se recibieron aportaciones.

### **7. ¿Qué información adicional añadiría?**

Se considera relevante incorporar profesionales de la economía en los análisis a nivel local, para que las propuestas mantengan la viabilidad económica mientras aseguran beneficios a las comunidades y sus medios de vida.

#### **Financiamiento**

De acuerdo con la información que vaciaron los participantes, se señaló la importancia de integrar a la población en el diseño de los proyectos, incluido el tema del financiamiento, posiblemente como un mecanismo de transparencia. Así mismo, es importante fortalecer capacidades en el ámbito de las competencias administrativas y de gestión para tener acceso a fondos. Se indicó que los recursos multimedia podrían apoyar en este tema.

A momento de proponer el financiamiento, es importante que este contemple los montos de M&E, porque en ocasiones no se contempla recurso para esta fase. Se mencionó el establecimiento de alianzas entre diversas instituciones nacionales e internacionales para facilitar el proceso de socialización y financiamiento.

En lo que refiere a herramientas no hubo mucha participación, lo que probablemente obedece a un desconocimiento del tema. Esto da pie a un área que se puede fortalecer.

#### **Gobernanza**

El tema político se posicionó como un reto a vencer, dado que los participantes señalaron que se politiza mucho el tema medioambiental y de cambio climático. La sensibilización sobre el proyecto y su importancia para el atendimento de una problemática en la comunidad y sus beneficios son fundamentales para integrar y coordinar a autoridades locales y otros actores y sectores relevantes en el territorio (no solo el ambiental). Se mencionó que era importante integrar a especialistas en temas de comunicación. La construcción de capacidades en el ámbito del diálogo y la negociación considerando elementos de cooperación y de transparencia, facilitará el involucramiento de más actores.

Entre las herramientas para estas tareas se mencionaron talleres con las comunidades y las metodologías de Steps Centre, que se detallan en esta liga: <https://steps-centre.org/methods/>.

#### **Ciencia ciudadana**

Este rubro se centró en el fortalecimiento de capacidades a partir de rescatar saberes locales integrando grupos sociales clave para el proyecto. Es importante

reconocer el valor de las aportaciones de la comunidad y cómo contribuye al éxito del proyecto. Estos conocimientos servirían para retroalimentar los diagnósticos de la problemática y las líneas base (contexto inicial) para el M&E. Se resaltó la importancia de crear espacios de diseño participativo. Se añadió como un elemento que puede apoyar en la atención de barreras en este tema, la documentación de casos de éxito sobre ciencia ciudadana y compartir esos con énfasis en el empoderamiento de mujeres, jóvenes, etc., y capacitar a miembros de la comunidad para que funjan de interlocutores en temas de conocimiento tradicional y técnicos. La comunicación entre los actores técnicos y beneficiarios debe mantenerse horizontal.

Se mencionó la relevancia de integrar a expertos, tales como sociólogos y educadores para recopilar y sistematizar el conocimiento tradicional.

### **Cobeneficios**

La participación no fue clara en este rubro, los temas que se incluyeron atendían a temas transversales, como el tiempo considerado para el proyecto, la difusión de los beneficios esperados, etc.

Lo que probablemente obedece a la falta de mecanismos para medir este tipo de resultados en los proyectos. Esto representa un área de oportunidad y resalta la importancia de generar herramientas que permitan identificar co-beneficios socioeconómicos y ambientales, a partir de la implementación de medidas AbE.

### **Otros**

En lo que respecta a otros temas que los asistentes consideraran importantes de abordar, se mencionó que era muy relevante considerar a las personas como individuos sujetos a derechos, consientes de responsabilidades ambientales y sociales, políticas y económicas.

### **Análisis de la encuesta de evaluación del taller**

Como parte del seguimiento de los objetivos que se propusieron para el “Taller con implementadores para obtener insumos relacionados con los procesos de socialización y fortalecimiento de capacidades locales en la implementación de proyectos AbE y SbN”, se envió una encuesta de evaluación a los asistentes del taller.

De las 46 personas que atendieron la convocatoria, sólo 10 contestaron la encuesta a pesar de que se dieron más días para atenderla. Dado lo anterior, las estadísticas mencionadas a continuación son un ejercicio de exploración cuyos resultados deberán ser tomados con reserva. La figura 4 muestra la composición de la muestra que atendió la encuesta de evaluación. Para el caso de “Comunidad” se consideraron los participantes que tienen algún cargo en el municipio o que pertenecen a una OSC.

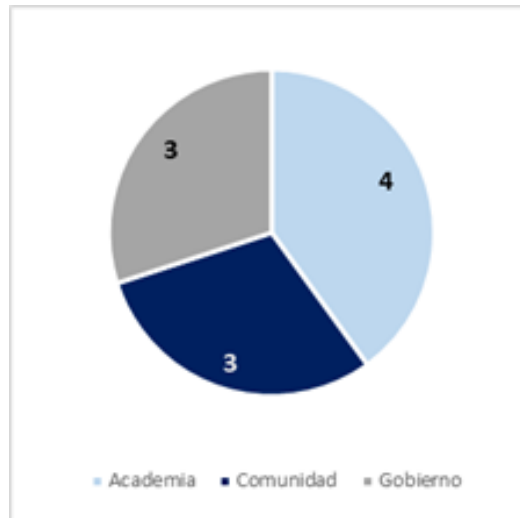


Figura 8.220. Composición de la muestra que atendió la encuesta de evaluación

Para el análisis de la encuesta, las preguntas se organizaron en dos grupos, en el primero se encuentran aquellas cuestiones relacionadas con la percepción de los asistentes respecto a las actividades realizadas en el taller:

1. ¿Cómo le parecieron las dinámicas del taller? Dinámica 1. Socialización de proyectos AbE.
2. ¿Cómo le parecieron las dinámicas del taller? Dinámica 2. Fortalecimiento de capacidades de proyectos AbE en comunidades locales.
3. ¿Considera que las preguntas de la dinámica 1 atendían los aspectos más generales en los que se debe poner atención para socializar proyectos AbE? En caso negativo, favor de seleccionar "otros" y especificar.
4. ¿Considera que las preguntas de la dinámica 2 contribuyen a obtener información más apropiada para fortalecer capacidades a nivel local cuando se diseña e implementa un proyecto AbE? En caso negativo, favor de seleccionar "otros" y especificar.
5. ¿Considera que la duración del taller fue apropiada conforme a los objetivos dispuestos?
6. En general, ¿Qué opinión tienen del taller?

Los resultados muestran una aceptación general de las actividades y la manera en que se abordaron. Sin embargo, los resultados podrían estar sesgados por el número de personas que respondieron la encuesta y las motivaciones de éstas para hacerlo. Las respuestas que abren paso para fortalecer áreas de oportunidad se relacionan con la cantidad de preguntas por dinámica (1 persona de la comunidad lo mencionó). Algunos más indicaron que faltó tiempo para detallar aspectos (4 personas de los 3 grupos).

En general las opiniones mencionaban que el taller cumplió con sus objetivos, que su realización era muy oportuna ya que contempló un proceso participativo con distintos enfoques y personas con mucha experiencia. Así mismo, se destacó su relevancia a partir de atender el tema de cómo integrar a la población en los proyectos de implementación de medidas AbE.

La siguiente pregunta buscó obtener información que no se hubiera considerado en las dinámicas, pero que los participantes consideraran importante de integrar:

7. Además de los elementos que se abordaron en el taller para realizar la socialización y el fortalecimiento de capacidades de proyectos AbE, ¿considera que haya algún(os) otro(s) que deba(n) tomarse en cuenta? En caso afirmativo, favor de seleccionar "otros" y especificar.

El 80 % de las respuestas indicaron que no tenían más elementos que incorporar. Las otras dos respuestas señalaron los siguientes temas:

- *Es importante considerar a los actores locales de manera segmentada, es decir, a partir de los sectores donde intervienen.*
- *Se debe buscar desarrollar capacidades que le sean útiles a los beneficiarios de forma individual/colectiva.*

De manera general, se puede concluir que el taller cumplió con los objetivos, se tuvo la asistencia de implementadores expertos en campo, en las instituciones y de gente de las localidades de Tuxpan y Celestún. Como se puede ver en los resultados de las dinámicas, la participación de los invitados fue bastante activa, por lo que se pudieron obtener distintos enfoques a las preguntas de las dinámicas que buscaban recabar el conocimiento y las experiencias de los participantes. Las áreas de oportunidad identificadas tienen que ver con la administración del tiempo para las actividades.





Anexo 8.2

# Dinámica 1. Estrategia de socialización

<p><b>Socialización/inclusión de la población en las actividades de la media.</b></p>	<p>¿Qué momento de la ejecución de la medida considera que es el mejor para iniciar el proceso de socialización/inclusión en las actividades?</p> <p>Desde el inicio del proceso, es importante involucrarlos desde el inicio en la ejecución del proyecto.</p> <p>Desde el inicio del proceso, es importante involucrarlos desde el inicio en la ejecución del proyecto.</p> <p>Desde el inicio del proceso, es importante involucrarlos desde el inicio en la ejecución del proyecto.</p>	<p>Enumere los pasos que sigue como estrategia para los procesos de socialización/inclusión que ha implementado</p> <p>1. Identificación de actores... 2. Diagnóstico... 3. Estrategia de socialización... 4. Implementación... 5. Evaluación...</p>	<p>De los pasos mencionados ¿en cuál existe más probabilidad de presentar algún desafío? ¿Por qué? ¿Qué sugiere para superarlo?</p> <p>Problemas internos centro de la comunidad</p> <p>Falta de información, poco interés, falta de voluntad gubernamentales</p>	<p>Con respecto a los actores gubernamentales y otros actores, ¿cuáles son los principales desafíos que ha tenido que superar con que haya coordinación/instituciones entre dichos actores?</p> <p>Control los actores... 2. Coordinación... 3. Recursos... 4. Información...</p>	<p>¿Cómo y/o aplica alguna herramienta para la estrategia de socialización (guías de trabajo, software, etc)</p> <p>Un desafío es lo polít. co.</p> <p>Falta de interés, voluntad política</p>	<p>¿Cuál considera que es el factor o factores que causan el empujamiento de la comunidad y/o apropiación de las actividades de la medida implementada?</p> <p>Beneficio económico</p> <p>El beneficio económico</p>	<p>¿Podría mencionarnos un caso de éxito? ¿a ser posible añada alguna foto o contacto para conocer más sobre el proyecto</p> <p>Agua y Educación, FCEA, A.C.</p> <p>Proyecto GEF-GAR, Agua desarrollada en México, México de GEF, MIDEAM, FCEA y Fundación de México A.C.</p>
<p><b>Socialización/inclusión de actores gubernamentales relevantes</b></p>	<p>¿Desde el inicio del proceso, es importante involucrarlos desde el inicio en la ejecución del proyecto?</p> <p>Desde el inicio del proceso, es importante involucrarlos desde el inicio en la ejecución del proyecto.</p>	<p>1. Contactar... 2. Evaluar... 3. Integración</p> <p>1. Contactar... 2. Evaluar... 3. Integración</p>	<p>Utilizando un enfoque integrativo y de fácil manejo y económico.</p> <p>Como gobierno, ¿cómo dar acompañamiento en todo momento?</p>	<p>El seguimiento de estos... 2. Seguimiento... 3. Seguimiento... 4. Seguimiento...</p> <p>Recursos, un... 2. Recursos... 3. Recursos... 4. Recursos...</p>	<p>El beneficio económico</p> <p>El beneficio económico</p>	<p>El beneficio económico</p> <p>El beneficio económico</p>	<p>Identificar de zonas de riesgo socio y peligros a nivel municipal, municipal, local.</p> <p>Identificar de zonas de riesgo socio y peligros a nivel municipal, municipal, local.</p>
<p><b>Otros actores que usted considere pertinentes (por favor indíquelo)</b></p>	<p>Actores como: sector primario, secundario, terciario, agente municipal, etc.</p> <p>Actores como: sector primario, secundario, terciario, agente municipal, etc.</p>	<p>Las instancias u organizadas las indicadas, es necesario hacer una reunión con ellas, para y se involucran con...</p> <p>Las instancias u organizadas las indicadas, es necesario hacer una reunión con ellas, para y se involucran con...</p>	<p>El factor de éxito de todos los proyectos es el trabajo en equipo, el compromiso y la coordinación entre todos los actores.</p> <p>El factor de éxito de todos los proyectos es el trabajo en equipo, el compromiso y la coordinación entre todos los actores.</p>	<p>Ten cuidado con el uso de financiamiento externo (consultas) las intencionalidades.</p> <p>Ten cuidado con el uso de financiamiento externo (consultas) las intencionalidades.</p>	<p>La co-creación de la medida y las acciones y actividades y sus impactos en la vida diaria.</p> <p>La co-creación de la medida y las acciones y actividades y sus impactos en la vida diaria.</p>	<p>La co-creación de la medida y las acciones y actividades y sus impactos en la vida diaria.</p> <p>La co-creación de la medida y las acciones y actividades y sus impactos en la vida diaria.</p>	<p>Rotopias tiene un programa para impulsar la construcción de aguas de lluvia.</p> <p>Rotopias tiene un programa para impulsar la construcción de aguas de lluvia.</p>

## Dinámica 2. Fortalecimiento de capacidades

	Financiamiento	Gobernanza	Ciencia ciudadana / saberes	Cobeneficios	Otros
¿Qué elementos sobre fortalecimiento de capacidades propone o ha utilizado para el tema de...?	<p>fortalecer la compra de materiales y equipos e insumos</p> <p>Que los recibidos que van a manejar los fondos, ergonómicos, talleres, talleres para desarrollar los proyectos de manera colectiva</p> <p>Cobeneficios por parte del municipio para escalar acciones</p> <p>Formatos más amigables para hacer los cálculos financieros</p> <p>Capacitación de competencias administrativas y gestión</p> <p>Que se incluyan monitos para monitoreo y evaluación posterior, o que se incluya como requisito, muchas veces los proyectos terminan y no hay recursos a petición del fondeador de saber sobre la comunidad</p> <p>Que sea más transparente la asignación de la Comisión y Comité de los proyectos. No se le da información o solo se seleccionan a los miembros de manera directa.</p> <p>Sensibilización de las autoridades locales</p> <p>socializar lo más posible el proyecto</p>	<p>Rescate de saberes de grupos sociales claves</p> <p>La ciencia ciudadana es importante para trabajar con jóvenes, como una manera de generar habilidades, conciencia y resiliencia. El mayor desafío es lograr que los jóvenes se apropien del Programa de Justicia Ambiental, en una comunidad</p> <p>La ciencia ciudadana es una herramienta poco usada por las personas de la comunidad para generar una base de diagnóstico de base.</p> <p>Rescate de saberes de grupos sociales claves</p> <p>La ciencia ciudadana es una herramienta poco usada por las personas de la comunidad para generar una base de diagnóstico de base.</p> <p>Rescate de saberes de grupos sociales claves</p> <p>La ciencia ciudadana es una herramienta poco usada por las personas de la comunidad para generar una base de diagnóstico de base.</p>	<p>Alianzas</p> <p>que la derrama económica genere el proyecto a los involucrados que dentro de la comunidad, es decir se apoye a los que tengan negocios en la comunidad</p> <p>Es necesario la participación transversal entre las diferentes agencias gubernamentales</p> <p>Facilitar la formación como sujetos de derechos, conscientes de las responsabilidades ambientales, sociales, políticas y económicas. Esto genera toma de decisiones con la comunidad de manera ética.</p>	<p>Esperan resultados inmediatos</p> <p>todas las agencias tienen los mismos objetivos y prioridades</p>	
¿Cuáles considera que son las principales barreras para fortalecer capacidades en cuanto a...?	<p>Menos burócracia</p> <p>Incluir indicadores y datos seguros</p> <p>Capacitación para poder acceder al financiamiento</p> <p>Repellido, acompañamiento</p> <p>Justificar el monitoreo como acción más importante del proyecto</p> <p>Capacitación, educación administrativa</p> <p>videos pregrabados donde se enseñan a manejar los datos y seguir con estrategias prácticas</p>	<p>Lo político</p> <p>Falta generar capacidades de diálogo, construcción colectiva, fortalecimiento de redes, etc. que permita posicionarse en la agenda de los actores.</p> <p>Para una gobernanza adecuada, es necesario una mayor integración de los diferentes sectores. Se integrará a los diferentes sectores con una en un lenguaje común para que se pueda entender y explicar. Para ello es necesario integrar a los proyectos a espacios de comunicación (plataformas)</p> <p>Incluir a sectores que tradicionalmente no trabajamos, ampliar la lista de reuniones, talleres, fortalecer las capacidades de autogestión</p> <p>hacer una reunión con todos los miembros de la comunidad, explicar el proyecto y beneficios y que estén interesados</p>	<p>Desconfianza, el control de la misma población para que participen las mujeres</p> <p>Desde el inicio de las actividades es la mejor forma de hacerla con el conocimiento local</p> <p>Que el proyecto tiene éxito por la participación de las comunidades</p> <p>Compartir casos de éxito, trabajo para el empoderamiento de las mujeres y jóvenes</p>	<p>Tipos de lenguaje</p> <p>Muchas veces se nos encontramos con la barrera de lenguaje. Por la falta de conocimiento de las plataformas sus resultados.</p> <p>Capacitar a un miembro de la comunidad para que sea el interlocutor de los saberes que se quieren dar a conocer</p> <p>que desde el diagnóstico, elaboración del plan de acción y su implementación tomen en cuenta la variable temporalidad, priorizando necesidades</p>	
¿Qué soluciones ha implementado o implementaría para derribar dichas barreras?	<p>asistir a seminarios, investigar sobre los términos y "buzzwords" que emplean los fondeadores, así como mantenerse actualizados sobre los e</p> <p>Justificar el monitoreo como acción más importante del proyecto</p> <p>Capacitación, educación administrativa</p> <p>videos pregrabados donde se enseñan a manejar los datos y seguir con estrategias prácticas</p>	<p>incluir a sectores que tradicionalmente no trabajamos, ampliar la lista de reuniones, talleres, fortalecer las capacidades de autogestión</p> <p>hacer una reunión con todos los miembros de la comunidad, explicar el proyecto y beneficios y que estén interesados</p>	<p>Que el proyecto tiene éxito por la participación de las comunidades</p> <p>Compartir casos de éxito, trabajo para el empoderamiento de las mujeres y jóvenes</p>	<p>Tipos de lenguaje</p> <p>Muchas veces se nos encontramos con la barrera de lenguaje. Por la falta de conocimiento de las plataformas sus resultados.</p> <p>Capacitar a un miembro de la comunidad para que sea el interlocutor de los saberes que se quieren dar a conocer</p> <p>que desde el diagnóstico, elaboración del plan de acción y su implementación tomen en cuenta la variable temporalidad, priorizando necesidades</p>	
¿Cuáles considera que son los principales factores que facilitan el fortalecimiento de capacidades en...? ¿Qué elementos añadiría para fortalecer dichos factores?	<p>alianzas con diversas organizaciones nacionales e internacionales</p> <p>Coordinación entre instancias financiadoras, es decir CONAFOR-CONABIO, por ejemplo</p>	<p>Que los involucrados en el proyecto, se nombre un co-coordinador del mismo</p> <p>hablar de los impactos que se generan en todos los actores y actividades, de tal manera que todos los sectores se involucren</p>	<p>incorporación de sociólogos y educadores</p> <p>Que se reconozca la importancia de los saberes tradicionales, por eso se integró la comunicación con equipos profesionales libres de ONGs científicas-éticas que muchas veces generan rechazo en la comunidad.</p>		
¿Conoce alguna herramienta que facilite el fortalecimiento de capacidades para el tema de...?	<p>Blindaje de inversiones para la formulación de proyectos con enfoque de resiliencia de PNUD</p>	<p>Talleres de manejo participativo de integración comunitaria</p> <p>El Step Center tiene metodologías muy novedosas.</p>	<p>Desarrolló un enfoque de análisis de vulnerabilidad de sistemas y resiliencia por efectos de los estratos de pesca y cambio climático. Este enfoque se puede adaptar para cualquier otro objetivo de estudio</p> <p>Nuestro trabajo se centra en el fortalecimiento de las capacidades de las comunidades y el fortalecimiento de los ecosistemas.</p>		
¿Conoce algún caso de éxito de proyectos de ABE en el que se hayan fortalecido capacidades en este tema?	<p>Proyecto City Adapt Xalapa, Veracruz cityadapt.com</p> <p>De la Sierra al Mar, FCEA, A. C.</p>		<p>Si, está en proceso es en Pacífico Mexicano, particularmente en el área de Nayarit</p> <p>Los grupos de atención a impactos climáticos en el Caribe Occidental (CONABIO) y el Centro de Investigación y Referencia de los Ecosistemas (CIRE)</p>		
¿Qué información adicional añadiría?			<p>La información oceanográfica bajo diferentes escenarios de cambio climático de las áreas de interés con base en la regionalización y el IPCC</p>	<p>Debe incorporarse el conocimiento de los actores locales en el diagnóstico y en la implementación de los proyectos para tener una visión más completa de la realidad y de las necesidades de los actores.</p>	



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



## INECC

INSTITUTO NACIONAL  
DE ECOLOGÍA Y  
CAMBIO CLIMÁTICO