

# ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA ESTABLECER UN ÁREA NATURAL PROTEGIDA: CINCO LAGUNAS



Abril 2026

## DIRECTORIO GOBIERNO DE TABASCO

**Javier May Rodríguez**  
Gobernador Constitucional del Estado de Tabasco

**Sheila Guadalupe Cadena Nieto**  
Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

**Giovanni Santos González**  
Subsecretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**José Pablo Custodio Rodríguez**  
Director de Recursos Naturales

**Fabiola del Carmen Vázquez Méndez**  
Subdirector de Conservación y Manejo  
de Recursos Naturales

**Germán López Hidalgo**  
Jefe del Departamento de Áreas Naturales Protegidas



**2026**  
año de  
**Margarita  
Maza**

## DIRECTORIO AYUNTAMIENTO DE COMALCALCO

**Ovidio Salvador Peralta Suárez**  
Presidente Municipal de Comalcalco

**Adela Fernanda Peregrino Cortes**  
Segunda Regidora y Síndico de Hacienda del municipio de Comalcalco

**Biol. Samuel Olán Pérez**  
Director de Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable

## **DIRECTORIO UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO**

**Lic. Guillermo Nárvaez Osorio**

**Rector de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco**

**Dr. Wilfrido Contreras Sánchez**

**Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación**

**Dr. Arturo Garrido Mora**

**Director de la División Académica de Ciencias Biológicas**

**Dr. Rodolfo Campos Montejo**

**Abogado General**



**2026**  
año de  
**Margarita  
Maza**

## ÍNDICE

<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>	<b>20</b>
Ia. Nombre del área propuesta.	
Ib. Ubicación y superficie del área.	
Ic. Vías de acceso.	
Id. Mapa que contenga la descripción limítrofe.	
Ie. Nombre de las organizaciones, instituciones, organismos gubernamentales o asociaciones civiles participantes en la elaboración del estudio.	
<b>II. EVALUACIÓN AMBIENTAL</b>	<b>26</b>
Ila. Descripción y estado de conservación de los ecosistemas y especies que se pretenden proteger, así como los fenómenos naturales presentes en la zona	
Ila1. Características físicas	
Fisiografía y topografía	
Oceanografía	
Geología física e historia	
Tipos de suelos	
Hidrología	
Batimetría	
Factores climáticos	
Ila2. Características Biológicas	
Vegetación	
Fauna	
Ilb. Razones que justifiquen el régimen de protección.	
Ilc. Descripción y estado de conservación de los ecosistemas y especies que se pretenden proteger, así como los fenómenos naturales presentes en la zona.	
Ild. Relevancia, a nivel regional y estatal, de los ecosistemas representados en el área propuesta.	
Ile. Antecedentes de protección del área.	
Ilf. Instrumentos de la política ambiental	
Preceptos Constitucionales	
Leyes	
Ilg. Ubicación respecto a las regiones prioritarias para la conservación determinadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)	
Ilg1. Regiones Hidrológicas Prioritarias	
Ilg2. Regiones Marinas Prioritarias	



- Ilg3. Regiones Terrestres Prioritarias
- Ilg4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)
- Ilg5. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la Biodiversidad
- Ilg6. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad
- Ilg7. Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad

### III. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA

165

- IIIa. Características históricas y culturales.
- IIIb. Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental.
- IIIc. Usos y aprovechamientos, actuales y potenciales de los recursos naturales.
- IIId. Situación jurídica de la tenencia de la tierra.
- IIIe. Proyectos de investigación que se hayan realizado o que se pretenden realizar.
- IIIf. Problemática específica que deba tomarse en cuenta
  - IIIf1. Instalaciones e Infraestructura Petrolera
  - IIIf2. Vulnerabilidad al Cambio Climático
  - IIIf3. Impactos humanos a la biodiversidad terrestre
  - IIIf4. Impactos a la conectividad hidráulica lateral
- IIIg. Centros de población existentes al momento del estudio.

### IV. PROPUESTA DE MANEJO

208

- IVa. Zonificación y su subzonificación
- IVb. Tipo o categoría de manejo
- IVc. Administración
- IVd. Operación
- IVe. Financiamiento

### V. BIBLIOGRAFÍA

218

### VI. ANEXOS

- I. Cuadro de construcción del polígono Cinco Lagunas
- II. Lista de especies registradas en el polígono Cinco Lagunas
- III. Lista de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el polígono Cinco Lagunas

## FIGURAS

Figura 1. Localización de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 2. Vías de acceso a la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas, ejido Lázaro Cárdenas, Comalcalco.

Figura 3. Colindancias a la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 4. Polígono del ejido Lázaro Cárdenas en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 5. Provincia Llanura Costera del Golfo Sur, Subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños.

Figura 6. Sistema de topofomas en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 7. Oceanografía. Plataforma continental adyacente a la costa de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 8. Mapa de susceptibilidad de erosión en la región propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 9. Geología física e histórica en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 10. Tipos de suelo en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 11. Subregión Hidrológica Tonalá en la Región Hidrológica Coatzacoalcos.

Figura 12. Cuenca Laguna Machona en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 13. Principales ríos en la región de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 14. Aguas superficiales en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 15. Coeficiente de escurrimiento en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 16. Toponimia de las lagunas interiores ubicadas en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 17. Indicadores de calidad de agua superficial 2012-2021 cercanos a la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 18. Localización del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas en el Acuífero 2702 La Chontalpa.

Figura 19. Batimetría preliminar de los embalses en el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas (a=Laguna De Enmedio, b=Laguna Carrizal, c=Laguna El Zapotal, d=Laguna La Plaquita).



Figura 20. Tipo de clima en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 21. Fluctuaciones de la temperatura de aire y precipitación de 1991-2020 en la región de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 22. Vientos dominantes, dirección y velocidad en la región de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 23. Registros de ciclones y huracanes en la región de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 24. Grado de riesgo por inundaciones en el municipio de Comalcalco.

Figura 25. Uso de suelo y vegetación en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 26. Distribución de las especies de plantas por forma de crecimiento en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 27. Demarcación de subpolígonos por sistemas fluvio-lagunares y estado de conservación del manglar en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 28. Índice de Clasificaciones de Agua Superficial en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Comparación entre 1990-1992 y 2024.

Figura 29. Índice de vegetación normalizada en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Comparación entre 1990-1992 y 2024.

Figura 30. Geomedianas Landsat en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Comparación entre 1990-1992 y 2024.

Figura 31. Conectividad del manglar en la zona costera de Tabasco.

Figura 32. Cambios de la superficie de los manglares en México (2015-2020).

Figura 33. Estado de conservación de ecosistemas. Índice de antropización en la zona costera asociada con los manglares de Tabasco.

Figura 34. Conectividad de áreas naturales remanentes en la zona costera asociada con los manglares de Tabasco.

Figura 35. Fragmentación de áreas naturales remanentes en la zona costera asociada con los manglares de Tabasco.

Figura 36. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas (90 Laguna de Términos-Pantanos de Centla y 83 Cabecera del Río Tonalá).

Figura 37. Regiones Marinas Prioritarias (53 Pantanos de Centla-Laguna de Términos) cercanas al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 38. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.





Figura 39. Conservación de las Aves (AICA) cercanas al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 40. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad cercanos al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 41. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad cercanos al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 42. Conectividad de los manglares en el polígono propuesto del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 43. Áreas elegibles para la restauración ambiental cercanas y dentro de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas

Figura 44. Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos cercanos y dentro de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 45. Potencial de especies en riesgo de extinción en el polígono propuesto del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 46. Índice de integridad ecosistémica en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 47. Áreas de importancia para la conservación, restauración y producción en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 48. Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad más cercanos a la región de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 49. Población de tres o más años que habla al menos una de las principales lenguas indígenas en el municipio de Comalcalco. Fuente: Secretaría de Economía (s.f.).

Figura 50. Localidades con marginación en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 51. Aprovechamientos de agua (pozos y tomas superficiales) sin registros en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 52. Núcleo ejidal Lázaro Cárdenas en el municipio Comalcalco.

Figura 53. Instalaciones de hidrocarburos (pozos, ductos y exclusiones zonas de salvaguarda) en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 54. Corredores bioclimáticos para la conservación en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Cinco Lagunas.

Figura 55. Índice de variabilidad climática 2015-2039 y 2045-2069 en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 56. Índice de impacto humano en la biodiversidad terrestre en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.





UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”



TABASCO  
GOBIERNO DEL PUEBLO

MEDIO  
AMBIENTE  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y DESARROLLO SOSTENIBLE



COMALCALCO  
AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL • 2024 - 2027  
INNOVACIÓN Y HONESTIDAD PARA TRANSFORMAR



DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Figura 57. Índice de degradación ecológica (IDE) en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 58. Zonificación por sistemas fluviales en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Figura 59. Subzonificación por sistemas fluviales en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.



2026  
año de  
Margarita  
Maza

## TABLAS

Tabla 1. Superficies de las Coberturas y usos del suelo en Cinco Lagunas de acuerdo a Información Topográfica E15A78 Cocohital Escala 1:50,000 (INEGI).

Tabla 2. Localidades cercanas al polígono propuesto para el Área Natural Protegida Cinco Lagunas.

Tabla 3. Esguerrimiento medio anual en las subregiones y cuencas de la Región Hidrológica 29 Coatzacoalcos. Tabla elaborada con datos de CONAGUA (2020).

Tabla 4. Disponibilidad hídrica en las cuencas de la subregión hidrológica Tonalá (RH = Región Hidrológica 29 Coatzacoalcos). Tabla elaborada con datos del DOF 29/05/2013 y CONAGUA 2022.

Tabla 5. Lagunas interiores perennes en el subpolígono Oeste en la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 6. Evapotranspiración Potencial (ETP). Estación climatológica Las Flores (7102), Tabasco. Evapotranspiración potencial calculada con los promedios mensuales de precipitación y temperatura (fuente UNIATMOS-UNAM; 31/05/2016). Método: Thornthwaite.

Tabla 7. Listado de los taxones representativos de flora y fauna, con su número de especies: por estado, municipio y Área Natural. RBPC, Reserva de la Biósfera de Pantanos de Centla. PELM, Parque Estatal Laguna Mecoacán. RERP, Reserva Ecológica Río Playa.

Tabla 8. Resumen de los registros de las especies documentadas, recolectadas y observadas, en el paraje de Cinco Lagunas. Se contabilizan las señaladas por la NOM-059 SEMARNAT 2010. Lista de especies en Riesgo y la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024), Lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. En esta última solo se cuentan las que presentaron alguna de las tres categorías consideradas como Amenazadas.

Tabla 9. Superficies de uso del suelo y vegetación SERIE VII en la zona propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 10. Parámetros estructurales evaluados en el manglar, con tamaños promedio ( $\pm 1$  desviación estándar) de las especies arbóreas y su Índice de Valor de Importancia (IVI).

Tabla 11. Lista preliminar de especies registradas en el manglar ubicado en el subpolígono Oeste de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas (1=no nativa, y 2= no nativa invasora).

Tabla 12. Abundancia, Riqueza de especies (S), Diversidad de Shannon (H') y Equitatividad (E) del manglar muestreado en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.



Tabla 13. Número de especies: de los taxones representativos de flora y fauna por estado, municipio y propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 14. Comparación del número de especies de los taxones representativos de flora y fauna en Áreas Naturales Protegidas. Reserva de la Biósfera de Pantanos de Centla=RBPC, Parque Estatal Laguna Mecoacán=PELM, Reserva Ecológica Río Playa=RERP, y propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas (RECL).

Tabla 15. Sitios de crianza de invertebrados acuáticos y peces asociados con dos especies de vegetación acuática sumergida en la subzona de recuperación en la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 16. Número de especies citadas por categoría IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024) de las registradas y documentadas en la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 17. Número de especies capturadas en el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas, incluidas por categoría IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024) (datos insuficientes=DD, en peligro=EN, preocupación menor=LC, no evaluado=NE, casi amenazado=NT, vulnerable=VU, no clasificada=NC. Grupos (Hongos=H, plantas=PI, moluscos=Mo, insectos=In, arácnidos=Ar, crustáceos=Cr, peces=Pz, anfibios=An, reptiles=R, aves=Av, y mamíferos=Mf).

Tabla 18. Número de especies capturadas en el polígono Cinco Lagunas incluidas por categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 19. Estrategias Ecológicas de las aves registradas en el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 20. Estimación del carbono del manglar en el subpolígono Oeste en la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 21. Matriz FODA obtenida en la comunidad Lázaro Cárdenas.

Tabla 22. Cambios de la superficie de los manglares en México (2015-2020).

Tabla 23. Superficie de ocupación del índice de antropización en la zona costera asociada con los manglares de Tabasco.

Tabla 24. Superficie de ocupación de conectividad de ANP asociada con los manglares.

Tabla 25. Fragmentación en la zona costera donde se ubica la propuesta del Área Natural Protegida Cinco Lagunas.

Tabla 26. Áreas Naturales Protegidas de competencia municipal, estatal (E) y federal (F) (Gobierno del Estado de Tabasco 2023).

Tabla 27. Áreas Naturales Protegidas Estatales en el Estado de Tabasco.

Tabla 28. Superficie de áreas elegibles para la restauración ambiental en el polígono Cinco Lagunas.





Tabla 29. Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos en el polígono Cinco Lagunas.

Tabla 30. Superficie de rango del potencial de especies en riesgo de extinción en México 2021 en el Polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 31. Superficies del Índice de integridad ecosistémica en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 32. Áreas de importancia para la conservación, restauración y producción en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 33. Datos demográficos del municipio de Comalcalco.

Tabla 34. Porcentaje de vivienda y calidad de vida en el municipio de Comalcalco.

Tabla 35. Datos demográficos en porcentaje en Lázaro Cárdenas 1a. Sección.

Tabla 36. Porcentajes de desempleo y vivienda en Lázaro Cárdenas 1a. Sección.

Tabla 37. Pirámide poblacional del poblado Lázaro Cárdenas 1a. Sección (2020).

Tabla 38. Datos demográficos en porcentaje en Lázaro Cárdenas 2a. Sección (El Retiro).

Tabla 39. Porcentajes de desempleo y vivienda en Lázaro Cárdenas 2a. Sección.

Tabla 40. Datos de la pirámide de edades del pueblo Lázaro Cárdenas 2a. Sección (El Retiro).

Tabla 41. Datos demográficos adicionales en Lázaro Cárdenas 3a. Sección.

Tabla 42. Desempleo, economía y vivienda en porcentaje en Lázaro Cárdenas 3a. Sección.

Tabla 43. Datos de la pirámide de edades del pueblo Lázaro Cárdenas 3a. Sección.

Tabla 44. Uso consuntivo del agua en la cuenca del Río Tonalá. Elaboración propia con base en CONAGUA (2019), INEGI y estudios regionales.

Tabla 45. Superficies del índice de impacto humano en la biodiversidad terrestre en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 46. Superficies del Índice de degradación ecológica (IDE).

Tabla 47. Fundamento de la zonificación por sistemas fluviolagunares y del estado de conservación del manglar como elementos dominantes de vegetación en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 48. Subzonificación de la propuesta de Área Natural Protegida Cinco Lagunas.

## MATERIAL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1. Barra de Tupilco. Autores: Lee Ramos y Mateo Ramos.

Fotografía 2. Laguna Lodazal en el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor acervo laboratorio de Humedales, DACBiol.





Fotografía 3. La orquídea Dama de noche (*Brassavola nodosa*) y la bromeliácea (*Tillandsia bulbosa*) como ejemplos de plantas registradas en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autores Adibel Arévalo y acervo laboratorio de Humedales, DACBiol., respectivamente.

Fotografía 4. Ejemplos de invertebrados terrestres registrados en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. La tarántula mexicana de cadera roja (*Tlitocatl vagans*) y la araña de seda dorada (*Trichonephila clavipes*). Autor Jonathan Contreras Soberano.

Fotografía 5. Caracol neritina oliva virginica (*Vitta virginea*) y mejillón (*Mytilopsis leucophaeata*) como ejemplos de especies de moluscos registrados en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor cervo laboratorio de Humedales, DACBiol., respectivamente.

Fotografía 6. La jaiba prieta (*Callinectes rathbunae*) y el cangrejo arborícola de manglar (*Aratus pisonii*) como ejemplos de crustáceos registrados en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autores Alberto Macossay Cortez y Jonathan Contreras Soberano, respectivamente.

Fotografía 7. Ejemplos de peces registrados en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. El sábalo (*Megalops atlanticus*), el bagre de agua dulce (*Cathorops aguadulce*), la guabina (*Guavina guavina*), el robalo gordo (*Centropomus mexicanus*) y el picudito (*Belonesox belizanus*). Autor Jonathan Contreras Soberano

Fotografía 8. Ejemplo de anfibio registrado en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. El sapo costero (*Incilius valliceps*). Autor Jonathan Contreras Soberano.

Fotografía 9. Ejemplo de reptil registrado en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. El toloque rayado costero (*Basiliscus vittatus*). Autor Jonathan Contreras Soberano.

Fotografía 10. Ejemplos de aves registradas en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Pájaro carpintero lineado (*Dryocopus lineatus*), y Aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*). Autores José Luis Hernández Hidalgo y Jonathan Contreras Soberano, respectivamente.

Fotografía 11. Ejemplos de mamíferos registrados en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. El murciélago frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) y la ardilla gris mexicana (*Sciurus aureogaster*). Autor Jonathan Contreras Soberano.

Fotografía 12. Lagunas interiores en el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor Adibel Arévalo.





Fotografía 13. Manglar en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor Adibel Arévalo.

Fotografía 14. Vegetación acuática sumergida registrada en las lagunas interiores ubicadas en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. La macrófita sumergida enraizada mil hojas de agua (*Ceratophyllum demersum*), y el pasto de los bajos (*Halodule wrightii*). Autores José Luis Hernández Hidalgo y Alberto Macossay Cortez, respectivamente.

Fotografía 15. El oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) como ejemplo de especie en categoría En Preocupación menor NOM-059-SEMARNAT-20101 registradas en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor Jorge Arévalo López.

Fotografía 16. Ejemplo de especies amenazadas registradas en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Mangle negro (*Laguncularia racemosa*). Autor Alberto Macossay Cortez.

Fotografía 17. Ejemplo de especies en categoría Amenazadas registrada en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Laguna). Pelicano café (*Pelecanus occidentalis*). Autor Jonathan Contreras Soberano.

Fotografía 18. Guano redondo (*Sabal mexicana*) registrada en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor Alberto Macossay Cortez.

Fotografía 19. Ejemplos de aves migratorias registradas en el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. A) El Chipe encapuchado (*Setophaga citrina*), B) El Papamoscas viajero (*Myiarchus crinitus*) y C) El Pelicano blanco americano (*Pelecanus erythrorhynchos*). Autor Jonathan Contreras Soberano.

Fotografía 20. Taller de percepción social en la comunidad ejidal Lázaro Cárdenas. Autores acervo laboratorio de Humedales, DACBiol., y Ana Rosa Rodríguez, respectivamente

Fotografía 21. Recorrido en Cinco Lagunas, Festival de los Manglares. Autor SEMADES.

Fotografía 22. Aprovechamiento de troncos caídos de manglar para carbón. Autor Adibel Arévalo.

Fotografía 23. Carbón de mangle. Autor SEMADES.

Fotografía 24. Miel y sus derivados. Autoras. Silvia Alejandro Carrillo, Alma Rosa Gil Candelero y Mayra Isabel Rodríguez Rodríguez.

Fotografía 25. Servicios de ecoturismo comunitario en Cinco Lagunas. Autores Jorge Arévalo López y acervo laboratorio de Humedales, DACBiol.

Fotografía 26. Artesanías (aretes, pulseras, monederos). Autor SEMADES.





UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



TABASCO  
GOBIERNO DEL PUEBLO

MEDIO  
AMBIENTE  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y DESARROLLO SOSTENIBLE



COMALCALCO  
AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL • 2024 - 2027  
INNOVACIÓN Y HONESTIDAD PARA TRANSFORMAR



DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Fotografía 27. Áreas de ganadería agroforestal con cocotero en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor SEMADES y Jonathan Contreras Soberano.

Fotografía 28. Actividades de pesca extractiva en las lagunas interiores en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autores acervo laboratorio de Humedales, DACBiol.

Fotografía 29. Jaulas flotantes experimentales de 3m<sup>2</sup> utilizadas para el cultivo y la engorda de tilapia y mojarra paleta en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor Jorge Rodulfo Izquierdo Córdova.

Fotografía 30. Cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) y su hábitat en el manglar ubicado dentro del polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor acervo laboratorio de Humedales, DACBiol.



2026  
año de  
Margarita  
Maza

## INTRODUCCIÓN

El estado Tabasco, con una población de 214,877 habitantes en 2020, cubre el 1.3% del total del país (INEGI 2024). El estado con una extensión de 24,747 km<sup>2</sup> está ubicado en la región del país con mayor capital natural (CONABIO 2008; INEGI 2024). El territorio tabasqueño destaca por sus recursos hídricos superficiales y elevada biodiversidad. Con respecto a la disponibilidad de agua renovable per cápita es la principal reserva de agua renovable del país con el 30% de las reservas potenciales de agua del país (CONAGUA 2011), ya que en la región hidrológico-administrativa Frontera Sur, de la cual Tabasco y Chiapas suman el 97% de su área total, se registraron 19,140 m<sup>3</sup>/hab/año con una pérdida aproximada de 3,045 m<sup>3</sup>/hab/año en la última década y de 188 m<sup>3</sup>/hab/año entre 2021 y 2022 (CONAGUA 2024). La elevada diversidad registrada sobresale debido a las 3,142 especies de plantas, 362 especies de peces y 814 especies de vertebrados terrestres (Valdez-Leal *et al.*, 2015; Hidalgo-Mihart *et al.*, 2016; CONABIO 2026). Adicionalmente, Tabasco ha sido económicamente relevante en diferentes épocas para el país por su producción de frutos, carne para consumo nacional e hidrocarburos (Perevochtchikova y Lezama 2010; Palomeque *et al.*, 2017; INEGI 2024).

La deforestación y el deterioro ambiental en el estado de Tabasco han sido marcada por procesos históricos que han incidido directamente en el cambio de uso del suelo. Desde la segunda mitad del siglo pasado, el cambio de uso de suelo ha estado asociado principalmente a la expansión de la agricultura y la ganadería extensiva, ya que ambas actividades y prácticas humanas reemplazaron áreas de selvas, humedales y vegetación secundaria. Entre 1940 y 1996, la cobertura de selvas y acahuales en Tabasco disminuyó de 49.1% a 13.6% del área estatal. Esta drástica reducción se ha vinculado estrechamente con políticas públicas de fomento agropecuario, como la antigua ley Agraria, y a incentivos económicos que promovieron la conversión de tierras forestales y zonas de anegación en potreros y áreas de cultivo. Por ejemplo, en las cuencas de los ríos Grijalva y Usumacinta, el área de las selvas se redujo del 36 al 9% de 1993 a 2007. Entre 2001 y 2016 se perdieron principalmente las actividades agropecuarias y construcción de infraestructura urbana sobresalen en la interpretación de la pérdida aproximada de 168,446 ha de ecosistemas naturales, que incluyen 76,522 ha de humedales, y 50,000 ha de selvas y de otras comunidades florísticas del trópico húmedo. La sinergia entre la expansión urbana y de infraestructura hidráulica, la actividad petrolera, la tala ilegal y los incendios forestales inducidos ayudan a explicar la pérdida de biodiversidad y la degradación de suelos. Adicionalmente, en el territorio tabasqueño, principalmente en la llanura costera, se modificaron los ciclos naturales de inundación



que han afectado los flujos, la dirección y la interconectividad lateral hídrica superficial intra e interanuales, las cuales generaron variaciones temporales en el balance hídrico, interrumpieron el rejuvenecimiento cíclico de los suelos y la disminución del aporte aluvial, incrementaron la vulnerabilidad ante inundaciones y la exacerbación de los efectos negativos del cambio climático, particularmente en los ecosistemas acuáticos permanentes y temporales ubicados en la planicie costera de Tabasco (Flores-Santiago 1987; Toledo *et al.*, 1987; Sánchez-Munguía 2005; Perevochtchikova y Lezama 2010; Kolb y Galicia 2012; Medellín *et al.*, 2013; Capdepon-Ballina y Marín-Olán 2014; Sánchez *et al.*, 2015; Palomeque *et al.*, 2017; Ortiz Pérez y Gama-Campillo 2019; Salcedo *et al.*, 2022; Gobierno del Estado de Tabasco 2024).

En el caso particular, de los ecosistemas estuarinos y fluvio-lagunares ubicados en la planicie costera de los municipios de Cárdenas y Paraíso, la construcción del rompido o dique de Nueva Zelanda en 1675 desvió al Río Mezcalapa al Este. Esta derivación causó que su mayor cauce fluyera por el Río Mezcalapa Viejo, antes de unirse a la red de drenaje de los ríos de la Sierra a dos kilómetros al Sur de San Juan Bautista, antes de converger con el Río Grijalva. Con esta derivación, el flujo hacia el Sur y la descarga del Río Mezcalapa en el Sureste del Golfo de México quedó interrumpida, lo cual también afectó la conectividad hidráulica de este río con la planicie costera localizada desde el sistema lagunar Mecoacán hasta el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, pasando por los actuales sistemas estuarinos y fluvio-lagunares, Cocohital, Cocal-Cinco Lagunas y Redonda (Gutiérrez-Estrada *et al.*, 1983; Navarro y Toledo 2004; Chávez-Jiménez 2007; Sánchez *et al.*, 2015; Palomeque *et al.*, 2017).

Con base en el artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el estado de Tabasco promueve el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, los recursos naturales, los bienes y servicios ambientales, además de la reforestación y su protección, con lo cual, se garantiza el derecho humano a un ambiente sano. En este sentido el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas cuenta con 17 áreas bajo estrategias de conservación que suman 37,999.18 ha administradas por la Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del estado de Tabasco. Entre estas áreas, hay 13 de competencia estatal y las restantes son federales. Las 13 áreas de competencia estatal están integradas por 10 Áreas Naturales Protegidas y tres Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, las primeras ocupan 37.730.59 ha y las segundas 268.56 ha. Hasta la fecha, de las 13 Áreas Naturales Protegidas Estatales, Tabasco registra cinco reservas ecológicas, cuatro parques estatales, un monumento natural y tres Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (Gobierno del Estado



de Tabasco 2023). El estado de Tabasco ha incrementado el 0.5% la superficie de conservación bajo la estrategia de Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal, para conservar y restaurar los ecosistemas representativos con la participación-colaboración de las comunidades. En este contexto, está inscrita la propuesta de Área Natural Protegida en Cinco Lagunas desarrollada en este documento. Sucintamente, el polígono de Cinco Lagunas presenta la ventaja de preservar la comunidad de manglar como vegetación dominante y su biodiversidad asociada. Adicionalmente, sobresale esta propuesta por las implicaciones biológicas y socioambientales que representa conservar la conectividad hidrológica superficial de dos sistemas fluvio-lagunares interconectados con las lagunas interiores de Cinco Lagunas y habitada por una comunidad ejidal organizada con experiencia en programas sustentables en una zona de relevancia de conectividad costera del manglar en Tabasco y elevada afectación por el cambio climático.

Esta propuesta coincide con siguientes los objetivos, estrategias y líneas de acción del Plan Estatal de Desarrollo 2024-2030 en relación de las Áreas Naturales Protegidas (Gobierno del Estado de Tabasco 2025): 10.13.1 Mejorar la conservación, protección, restauración y la recuperación del medio ambiente, para elevar la calidad de vida de la población del estado; 10.13.1.1.4 Actualizar el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas; y 10.13.1.1.5 Lograr acciones de participación social al interior de las comunidades, organizaciones y gobierno, encaminadas al desarrollo sostenible para la conservación ambiental. Así mismo, la propuesta está de acuerdo con el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) y la proyección al 2050 del Plan Estatal de Desarrollo 2024-2030 (Gobierno del Estado de Tabasco 2012; 2025). En ambos se proyecta que aproximadamente el 20% del territorio estará bajo alguna categoría de área natural protegida, con cuencas hidrográficas restauradas enfocadas a fortalecer la resiliencia ambiental en la planicie costera tabasqueña. Mencionan que esta visión se apoya en una población socialmente comprometida con la atención y resolución de los problemas ambientales, así como en programas permanentes de reforestación y restauración productiva que fomenten la creación de empleos verdes. Al cierre de una década, se pretende consolidar los programas de forestación y reforestación para aumentar la producción de plantas frutícolas, forestales y de uso local, que contribuyen al mejoramiento del paisaje, a la mitigación del cambio climático y al incremento de la captura de carbono en los ecosistemas del estado.



## I. INFORMACIÓN GENERAL

**I.a. Nombre del área propuesta.** Por iniciativa del Gobernador del Estado de Tabasco Javier May Rodríguez y de los ejidatarios del ejido Lázaro Cárdenas, municipio de Comalcalco, se realizaron reuniones previas con personal de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (SEMADES), para establecer, de acuerdo con la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco (Congreso del Estado de Tabasco 2012), un Área Natural Protegida denominada Cinco Lagunas, con la finalidad de conservar los manglares tabasqueños, proteger la interconectividad hidrológica y generar protección ante la vulnerabilidad del cambio climático para los habitantes.

**I.b. Ubicación y área.** El estado de Tabasco se divide en regiones productivas o también llamadas sub regiones, las cuales agrupan a municipios con características geográficas y productivas similares. De esta forma, los 17 municipios de la entidad, quedaron agrupados en cinco regiones productivas o subregiones: Centro, Sierra, Pantanos, Los Ríos y Chontalpa.

**b1. Subregión Chontalpa.** La Chontalpa se localiza en la parte más occidental del estado. Su nombre deriva del grupo étnico "chontal", debido a que éste se ha asentado en esta área desde antes de la llegada de los españoles. Los municipios que la integran son Huimanguillo, Cárdenas, Comalcalco, Paraíso, y Cunduacán.

**b2. Municipio de Comalcalco.** El municipio, con una extensión territorial de 723.19 km<sup>2</sup>, se localiza en la zona Noroeste del estado de Tabasco, entre los paralelos 18°16' a 48°02' latitud Norte y los meridianos 93°12' a 93°06' longitud Oeste. El municipio colinda territorialmente en la zona Norte con el Golfo de México, al Sur con los municipios de Cunduacán y Jalpa de Méndez, en la parte Este con Paraíso y nuevamente con Jalpa de Méndez y al Oeste con el municipio de Cárdenas.

**b.3 El ejido Lázaro Cárdenas.** El ejido se ubica al Noroeste del municipio de Comalcalco. En el ejido se encuentran tres localidades Lázaro Cárdenas 1ra sección, Lázaro Cárdenas 2da sección y Lázaro Cárdenas 3ra. sección. De acuerdo con información del Padrón e Historial de Núcleos Agrarios (PHINA) del Registro Agrario Nacional (RAN), la ficha del Núcleo Agrario indica que tiene una superficie de plano interno de 5,235.03 ha.

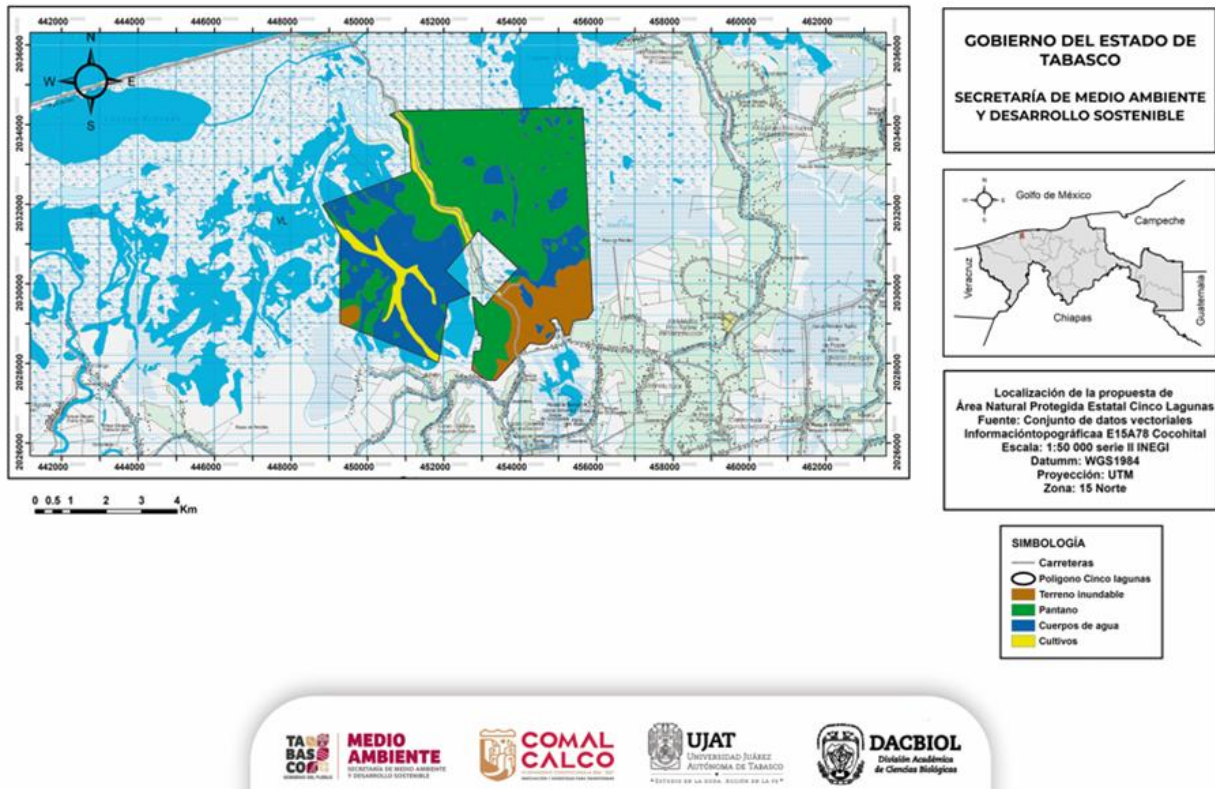


Figura 1. Localización de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas

El polígono (Anexo I) o para conservación, protección y manejo cuenta con una superficie total de 3,246 ha (Figura 1), de las cuales el 94.5% está cubierto por humedales preservados (Tabla 1). Ésta ha sido considerada como un sitio de relevancia biológica por ubicarse en dos ecosistemas fluvio-lagunares extensos asociados con el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona con manglares en estado de conservación que forman parte de un corredor biológico, en donde habita una comunidad organizada y consciente de preservar las funciones y beneficios de los ecosistemas.

Tabla 1. Superficies de las Coberturas y usos del suelo en Cinco Lagunas de acuerdo a Información Topográfica E15A78 Cocohital Escala 1:50,000 (INEGI).

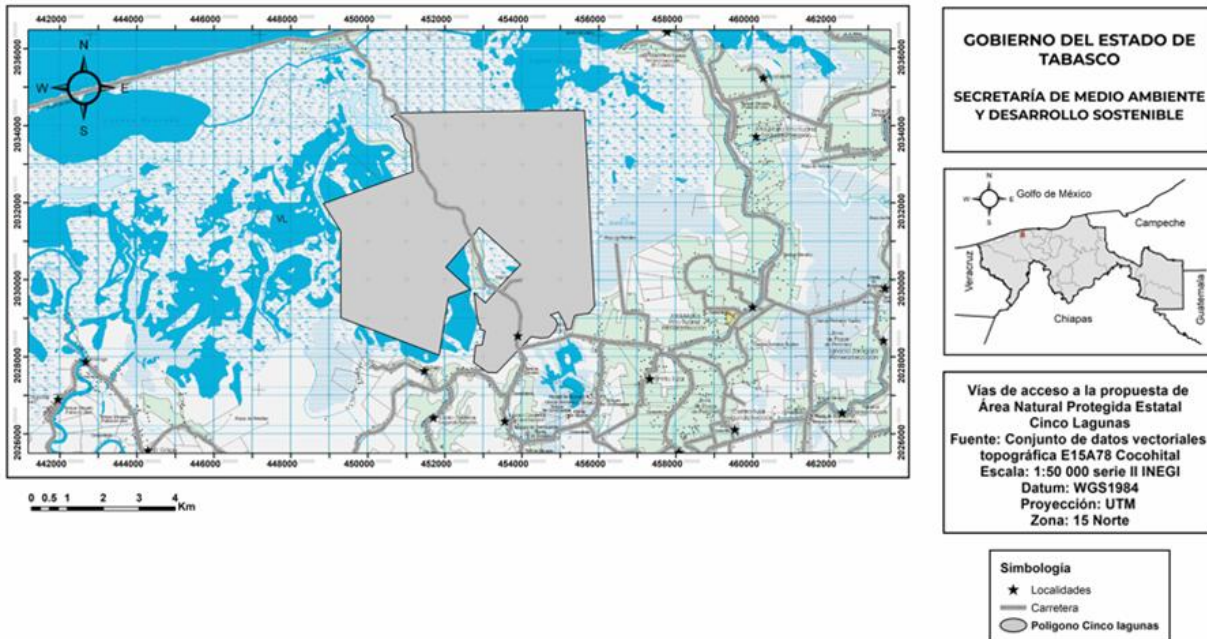
Categoría	Superficie (ha)	Porcentaje
áreas de inundación	363	11.2
Pantano	1,745	53.8

Lagunas interiores perenes	959	29.5
Cultivos	179	5.5
Total	3,246	100

**I.c. Vías de acceso.** La principal vía de acceso por carretera a la ciudad Comalcalco es a través de la autopista estatal La Isla-Dos Bocas, la cual comunica a esta ciudad con las ciudades de Villahermosa, Cunduacán y Paraíso. También, la carretera federal n.º 187 Malpaso-El Bellote cruza Comalcalco. Esta carretera se comunica a la ciudad de Comalcalco con Cárdenas, Huimanguillo y Paraíso, así como la carretera estatal Villahermosa-Comalcalco, que además de comunicar a Comalcalco con la capital del estado, la comunica también con las ciudades de Jalpa de Méndez y Nacajuca.

En el municipio de Comalcalco hay 295.30 km de carreteras, de los cuales 28 km son de carreteras federales pavimentadas y 267 km corresponden a carreteras estatales pavimentadas, de los cuales 202 km están pavimentados y 65 km se encuentran revestidos. En la totalidad de la red de carreteras en el municipio se han construido 109 puentes vehiculares.

Para llegar al ejido Lázaro Cárdenas desde la ciudad de Villahermosa se transita por la carretera federal 180 Coatzacoalcos-Villahermosa, entronque de la carretera estatal Reforma-Dos Bocas (vía corta a Cunduacán), entronque de la carretera Malpaso-El Bellote (Carretera Cárdenas-Comalcalco), entronque Libramiento Comalcalco, entronque Comalcalco-Aldana-El Santuario, entronque Reyes Hernández 2da sección-Carlos Green, entronque Miguel Hidalgo, entronque Libramiento de Villa Tecolutilla, entronque Reyes Hernández 2da sección-Carlos Green, entronque Centro Tular-Pino Suárez 3ra. Sección, entronque Progreso Tular 1ra. Sección-El Golpe, entronque Lázaro Cárdenas 3ra. Sección-E.C. (Costera-Arroyo Verde). Este último tramo carretero atraviesa el área propuesta de Cinco Lagunas que comunica hacia la costa (Figura 2).



**Figura 2. Vías de acceso a la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas, ejido Lázaro Cárdenas, Comalcalco.**

El polígono propuesto del Área Natural Protegida denominada Cinco Lagunas se localiza al Noroeste del municipio de Comalcalco. Al Norte colinda con el municipio de Paraíso, manglares y Laguna El Cocal, al Este con manglares, ejido José María Pino Suárez y propiedades privadas, al Sur con Ejido Lázaro Cárdenas y pequeñas propiedades de la localidad de Lázaro Cárdenas 1ra, al Oeste con Ejido El Golpe, ejido Barra de Tupilco y manglares (Figura 3).

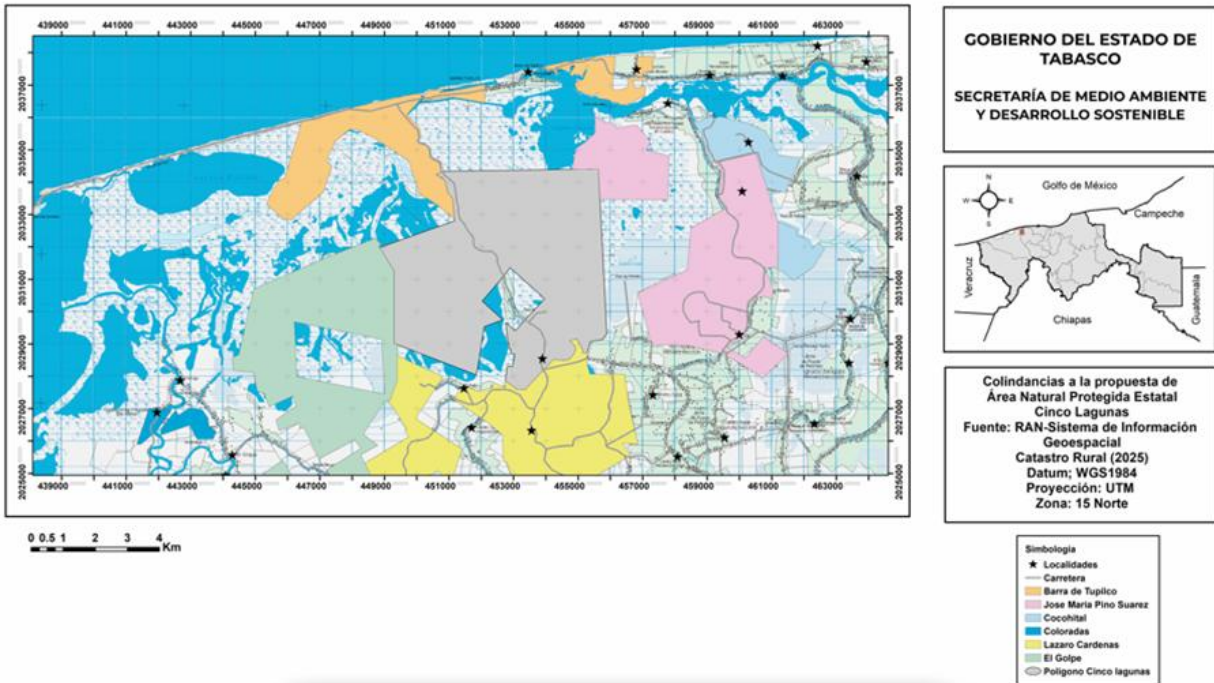


Figura 3. Colindancias a la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Entre las localidades cercanas a la zona propuesta como Área Natural Protegida denominada Cinco Lagunas, dos se distribuyen al Norte en el municipio de Paraíso, tres al Oeste en el municipio de Cárdenas y 10 al Sur dentro del mismo municipio de Comalcalco (Tabla 2).

Tabla 2. Localidades cercanas al polígono propuesto para el Área Natural Protegida Cinco Lagunas.

Ubicación	Municipio	Localidades
Al Norte	Paraíso	Barra de Tupilco, Guano Solo (El Coquito)
Al Sur	Comalcalco	Lázaro Cárdenas 1ra sección Lázaro Cárdenas 2da sección, Centro Tular 2da sección, Lázaro Cárdenas 3ra sección y Guayo 3ra sección
Al Este	Comalcalco	José María Pino Suárez 3ra sección, Chicozapote, José María Pino Suárez 2da sección, José María Pino Suárez 1ra sección y Tránsito Tular
Al Oeste	Cárdenas	El Golpe, Ampliación Las Coloradas (Las Aldeas) y El Mingo

La zona propuesta para el Área Natural Protegida Estatal coincide parcialmente con el Ejido Lázaro Cárdenas (Figura 4).

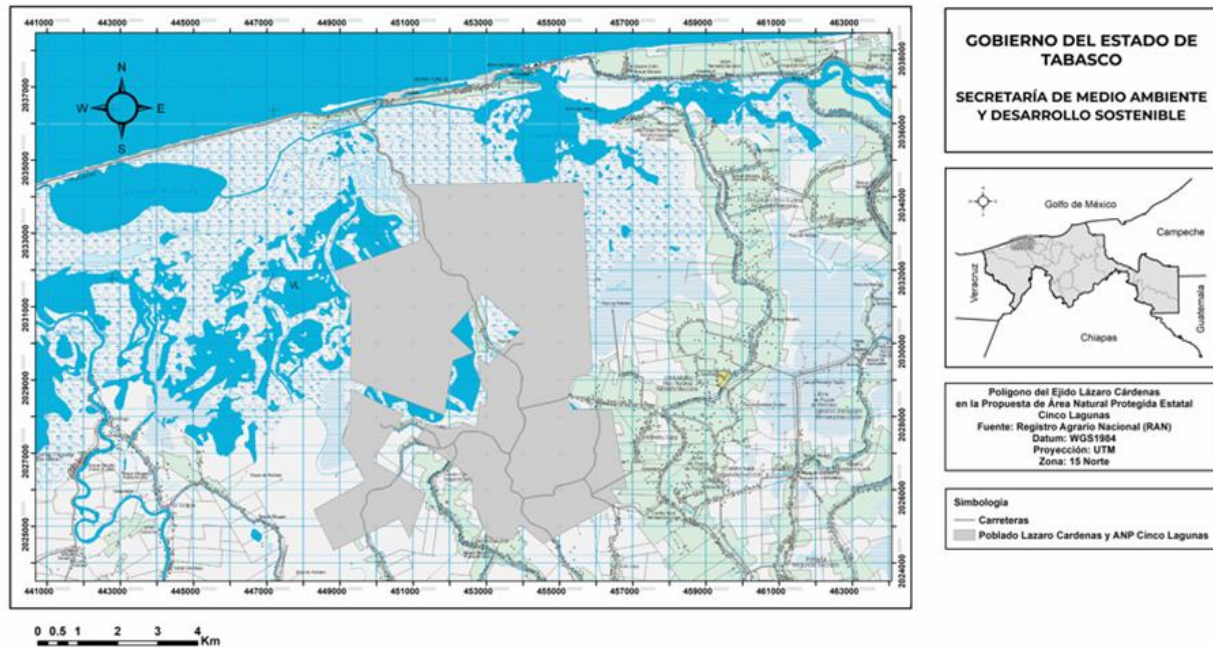


Figura 4. Polígono del ejido Lázaro Cárdenas en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

**1e. Nombre de las organizaciones, instituciones, organismos gubernamentales o asociaciones civiles participantes en la elaboración del estudio.** En la elaboración del Estudio Técnico Justificativo colaboraron:

**Gobierno del Estado de Tabasco, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (SEMADES).** Giovanni Santos González, Subsecretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales; José Pablo Custodio Rodríguez, Director de Recursos Naturales; Fabiola del Carmen Vázquez Méndez, Subdirectora de Conservación y Manejo de Recursos Naturales; Germán López Hidalgo, Jefe del Departamento de Áreas Naturales Protegidas.

**H. Ayuntamiento de Comalcalco, Dirección de Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable.** Maestro Felipe Castillo Hernández; y Biólogo Alan Eduardo Rodríguez Gómez.

**Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol).** El siguiente personal académico y estudiantado desarrolló el Estudio Técnico Justificativo: Dr. Alberto de Jesús Sánchez Martínez; Dr. Miguel Ángel Salcedo Meza; M. en C. Rosa Amanda Florido Araujo; M. en C. Adán Alberto Macossay Cortez; Dr. Nicolás Álvarez Pliego; Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna; Dr. Eduardo Salvador López Hernández; Dr. Miguel Ángel Palomeque de la Cruz; M. en C. María del Carmen Jesús Gracia; Dr. Humberto Hernández Trejo; Dr. Francisco Javier Torres Félix; Dra. Coral Jazvel Pacheco; Dr. Juan de Dios Valdez Leal; M. en C. Juan Manuel Koller González; M. en C. Julio César de la Cruz Reyes, est. Biol. Jonathan Contreras Soberano; est. Biol. Leny Xiomara Reyes García; est. Biol. Luz Mariana de la Torre Jiménez; est. Biol. José Luis Hernández Hidalgo; est. Biol. Omar Ramsés Trujillo García; est. Biol. Juan José Aguilar Oramas; y est. Biol. Luis David D Artola Ortiz.

## II. EVALUACIÓN AMBIENTAL

### Ila. Descripción y estado de conservación de los ecosistemas y especies que se pretenden proteger, así como los fenómenos naturales presentes en la zona

El estado de Tabasco es uno de los estados más deforestados del país, donde sólo el 37.4% de la entidad está cubierta por vegetación (CONABIO 2021). Para el 2008, sólo el 4% de la superficie estatal conservaba ecosistemas forestales naturales de selvas, manglares, tintales y encinares así como vegetación secundaria de diferentes tipos y edades, conocidos como acahuals, y casi el 30% del estado estaba cubierto por humedales (Sánchez-Munguía 2005; Sánchez y Barba 2005; CEPAL 2008). Uno de los ecosistemas representativos del estado son los humedales, los cuales son vulnerables debido a las modificaciones de sus ciclos naturales de inundación debido a la construcción de infraestructura urbana, carretera e hidráulica, sumada a los efectos previos de las modificaciones al sistema de drenaje superficial de los ríos, la deforestación y expansión agropecuaria y actuales por los cambios hidrometeorológicos vinculados al cambio climático que se explican sucintamente en el siguiente párrafo. La suma de estas prácticas a lo largo de varios siglos han aumentado su vulnerabilidad (Flores-Santiago 1987; Toledo *et al.*, 1987; Rosete-Vergés *et al.*, 2014; Sánchez y Barba 2005; Ortiz Pérez y Gama-Campillo 2019; Salcedo *et al.*, 2022; Florido *et al.*, 2026), por

lo que la conservación y restauración de estos ecosistemas son prioritarios para fomentar la conservación de la biodiversidad que ahí habita.

Las alteraciones a las áreas de drenaje superficial del territorio tabasqueño se pueden agrupar en cuatro transformaciones que modificó los sistemas fluviales y las lagunas interiores y zonas de anegación temporal (Sánchez *et al.*, 2015; Palomeque *et al.*, 2017). La primera transformación inició en el siglo XVII con la construcción de los “rompidos” o diques y desviaciones. En 1675 alteraron la dirección del flujo natural del Río Mezcalapa que descargaba hacia el Norte en el Golfo de México fue desviado al Este por medio del rompido de Nueva Zelandia. Este rompido formó el Río Viejo Mezcalapa e interrumpió el flujo continuo en el cauce natural, que por lo mismo se denominó Río Seco. Esta desviación de Río Mezcalapa modificaron profundamente la hidrogeomorfología al aislar la conectividad hídrica del Río Mezcalapa con las lagunas interiores y lagunas costeras de la costa de los municipios de Comalcalco y Paraíso y unió a los ríos Mezcalapa y Grijalva por medio del Río Viejo Mezcalapa (Navarro y Toledo 2004; Chávez-Jiménez 2007; Sánchez *et al.*, 2015; Florido *et al.*, 2026). Posteriormente, el rompido Manga de Clavo desvió el Río Mezcalapa Viejo para formar el Río Carrizal, que recorre al Norte de Villahermosa y desembocaba por el Río González al Golfo de México, a través de la Barra de Chiltepec. En 1904, el rompido de la Pigua unió el Río Carrizal con el Grijalva al Este de la ciudad de Villahermosa. En 1932, el rompido Samaria disminuyó el caudal del Río Carrizal, pero inundó alrededor de 20,000 ha en la Chontalpa, ubicada entre los ríos Cuxcuxapa y González. Por último, en 1940, a través del rompido las Cañas fluyó agua de la Chontalpa hacia el Río Medellín, que se unió al Río Grijalva. Estos cinco rompidos interrumpieron la navegación por el Río Mezcalapa e inundaron la Chontalpa y modificaron la red de drenaje natural, lo que afectó la economía regional (Toledo 2004; Chávez-Jiménez 2007; Sánchez *et al.*, 2015). La segunda transformación se puede agrupar la construcción de las cuatro presas (Malpaso, Angostura, Chicoasén, Peñitas) fundamentadas para genera energía y controlar inundaciones, y la aplicación del Sistema Alimentario Mexicano que implicó un drástico cambio de uso de suelo, en el cual se perdieron casi la totalidad de las selvas tropicales. A la infraestructura hidráulica y desarrollo ganadero se sumó la infraestructura vial y ferroviaria que funcionaron como diques (Capdepont-Ballina y Marín-Olán 2014; Rosete-Vergés *et al.*, 2014). Dichas transformaciones impactaron la biodiversidad, calidad del agua y funciones ecológicas de humedales (Sánchez *et al.*, 2015). La tercera transformación se vincula con el drástico cambio de uso de suelo y crecimiento de la infraestructura urbana e hídrica asociada con el boom petrolero (Perevochtchikova y Lezama 2010; Capdepont-Ballina y Marín-Olán 2014). La cuarta transformación se asocia con los efectos del cambio climático global



datos principalmente por el incremento e intensidad de los eventos hidrometeorológicos, aumento del nivel mar con modificaciones geográficas en la línea de costa y de la salinidad en ecosistemas acuáticos y suelos costeros con sus efectos en la biodiversidad (Medellín *et al.*, 2013; Baptista *et al.*, 2015; Ortiz Pérez y Gama-Campillo 2019; Gama-Campillo *et al.*, 2023).

En el estado de Tabasco la riqueza de especies está bien documentada para algunos grupos, pero existen importantes vacíos de información otro grupos de tallas pequeñas, como fitoplancton, herbáceas, hongos, invertebrados acuáticos, entre otros, los cuales son muy relevantes por sus funciones y servicios ecosistémicos. En el caso de la zona en donde se localiza la propuesta del ANP estatal los registros son limitados.

El polígono de Cinco Lagunas está prácticamente dominado por manglar localizado en dos sistemas fluvio-lagunares asociados con el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona.

### a1. Características físicas

**Fisiografía y topografía.** La Provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur es un conjunto estructural de origen geológico unitario del Cuaternario con morfología distintiva, ya que predomina el suelo aluvial (72.33%), seguido del palustre (16.66%), lacustre (4.25%) y litoral (0.04%) de acuerdo con López-Castañeda *et al.* (2022). En este sentido, la topografía se caracteriza por ser prácticamente plana y de suelos inundables durante la mayor parte del año y las pocas elevaciones existentes, no sobrepasan los 30 msnm (INEGI 2021). La subprovincia de Llanuras y Pantanos Tabasqueños se extiende en el 95% del territorio del estado de Tabasco. El sistema de topoformas de esta subprovincia corresponde principalmente a la llanura aluvial costera inundable (71.79%), mientras que en menor proporción se distingue la llanura aluvial costera (28.21%). Por tanto, el municipio de Comalcalco presenta una topografía plana con pendientes suaves orientadas hacia la costa y una reducida variación de altitud que fluctúa de -1 a 26 msnm, con una pendiente media es de 0.0004% de acuerdo con el compendio de información geográfica municipal (INEGI 2010) y al Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Comalcalco (H. Ayuntamiento de Comalcalco 2022).

**Provincias fisiográficas.** La Llanura Costera del Golfo Sur abarca las regiones costeras de Veracruz y Tabasco. Localizada en la parte baja de la vertiente de la Sierra Madre Oriental, abundan suelos profundos formados por materiales transportados y depositados

por los ríos en la planicie, pues en esta región fluyen los ríos más caudalosos de México, como el Grijalva, el Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. Al Norte de Chiapas y al oriente de Tabasco se localizan amplias zonas inundables donde destacan los pantanos permanentes (INEGI 2014b; López-Castañeda *et al.* (2022). (Figura 5).

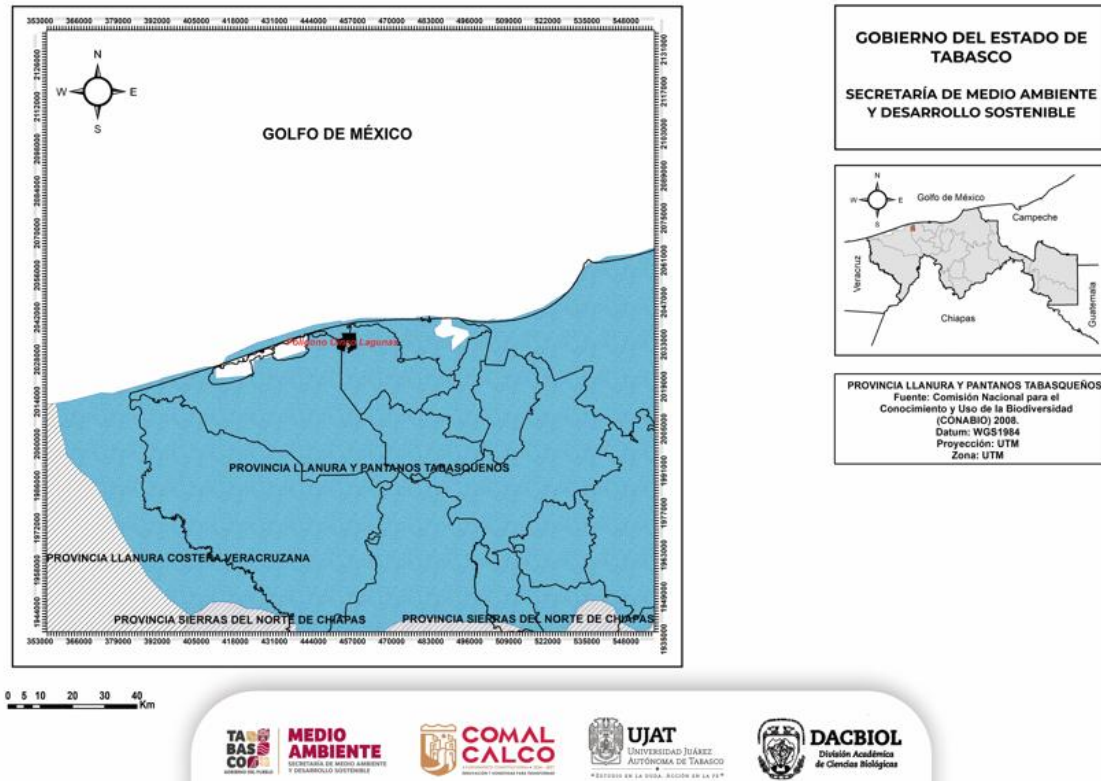


Figura 5. Provincia Llanura Costera del Golfo Sur, Subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños.

**Sistema de toposformas.** En la subprovincia fisiográfica Llanuras y Pantanos Tabasqueños predominan las toposformas de llanura de barreras (playas) hacia la costa, y la llanura costera inundable, caracterizada donde se localizan humedales con regímenes permanentes, temporales, intermitentes, intermareales y submareales. Estas características propician la dispersión lateral periódica de los caudales fluviales hacia las zonas de inundación durante la temporada de lluvias acorde con INEGI (2001), CONABIO (2016); Palma-López *et al.* (2017) (Figura 6), las cuales han sido registradas en otros ecosistemas localizados en la zona aluvial de los sistemas fluviales de Tabasco, por ejemplo en los humedales Chaschoc en el municipio de Emiliano Zapata y aguas abajo de la Zona Metropolitana de Villahermosa (Cruz-Ramírez *et al.*, 2019; 2020).

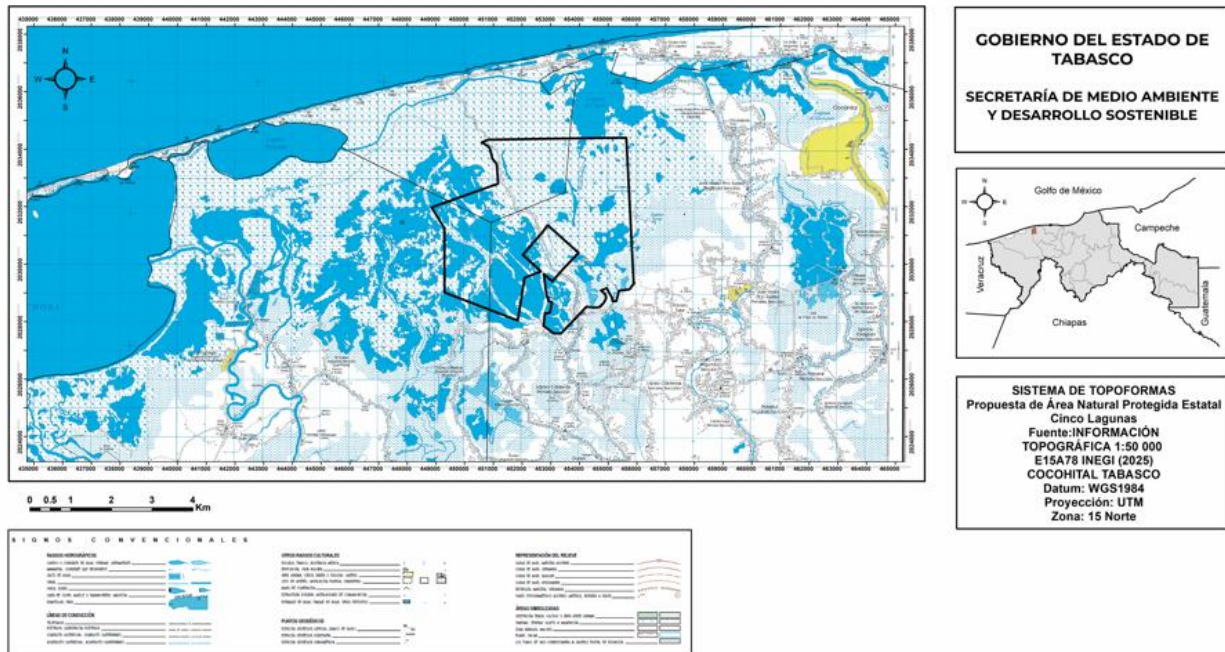


Figura 6. Sistema de topografías en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

**Oceanografía.** El litoral del estado de Tabasco limita al Norte con el Suroeste del Golfo de México (Figura 7). El Golfo de México es una cuenca marginal con dinámica oceanográfica marcada por el ingreso de agua proveniente del Mar Caribe y su egreso hacia el Atlántico por el canal de Florida. Entre las características de su circulación sobresale la corriente del Lazo, la cual es muy variable en forma, extensión y penetración al interior del Golfo de México. Además, esta corriente suministra una amplia gama de giros y remolinos. A pesar de que el Golfo de México tiene un predecible ciclo térmico estacional, existen diferencias de la amplitud de los intervalos, sobre todo entre el Norte y Sur de este mar marginal, con las mínimas diferencias estacionales reportadas hacia el Sur. Entre las 18 unidades oceanográficas definidas para el Golfo de México está la surgencia de Tabasco. Ambientalmente esta unidad oceanográfica es similar a la unidad oceanográfica la surgencia de Yucatán, por estar claramente separada durante el verano debido a las temperaturas superficiales nocturnas del mar más frías y las concentraciones elevadas de los parámetros biológicos (concentración de clorofila *a* y altura de la línea de fluorescencia de la clorofila). Sin embargo, difiere de la surgencia de Yucatán por

presentarse sólo en julio y agosto. El sublitoral marino está caracterizado por una plataforma continental de amplitud intermedia entre el Banco de Campeche y Veracruz con una circulación hacia la costa. La mayor variabilidad estacional del nivel del mar se explica por las corrientes a lo largo de la plataforma continental y la variabilidad de baja frecuencia de la presión atmosférica a nivel del mar. El fondo marino frente a las lagunas Carmen-Pajonal-Machona y barra de Tupilco están formados por arena cuarzo-feldespáticas y por gránulos ígneos y sedimentarios. Batimétricamente, las arenas dominaron en profundidades menores a 10 m y entre 20 y 60 m interrumpidas por sedimentos limos-arcillosos frente a la barra de Tupilco a 4 m de profundidad y una franja de limos entre 10 y 20 m de profundidad. Los sedimentos limos arcillosos y arcillo-limosos predominaron en profundidades mayores a 60 m. En la estación mareográfica Dos Bocas, que es la más cercana a la línea de costa de barra de Tupilco, se registra un régimen micromareal con variaciones promedio anuales entre 0.55 y 0.65 m de amplitud (Ayala-Castañares y Gutiérrez-Estrada 1990; Uribe-Martínez *et al.*, 2019 Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003; de la Lanza-Espino 2004; SEMAR s.f.).

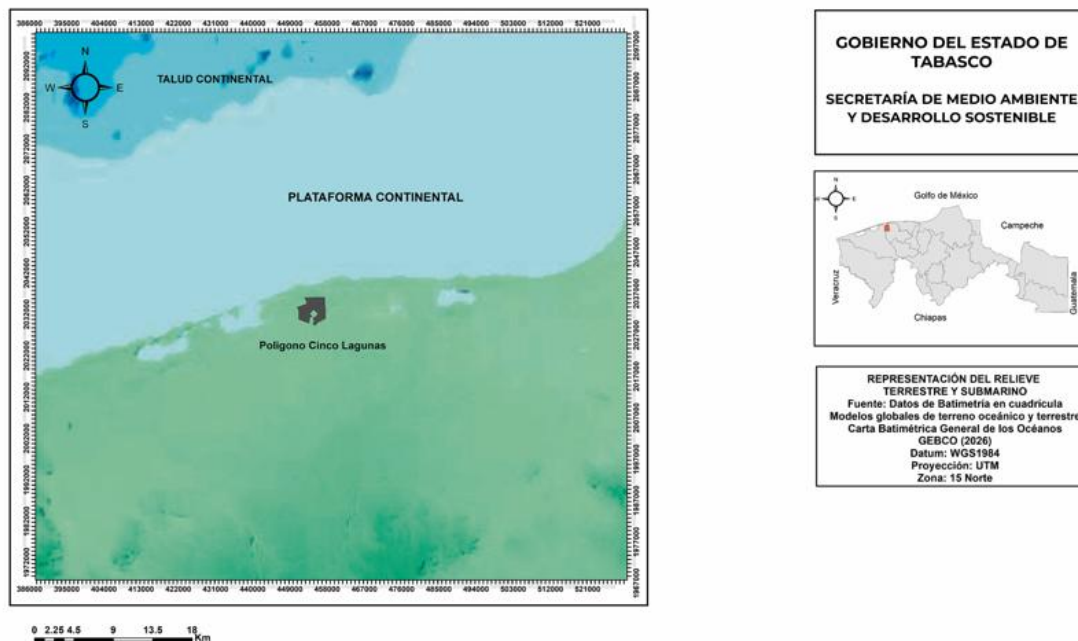


Figura 7. Oceanografía. Plataforma continental adyacente a la costa de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

El ANP Estatal Cinco Lagunas se interconecta a la Laguna El Cocal, la cual presenta conexión temporal con el ambiente marino mediante la boca de Tupilco, dominada por procesos de depositación, aunque en general la línea de costa ubicada entre la Laguna Mecoacán y el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona se considera de erosión (Figura 8).

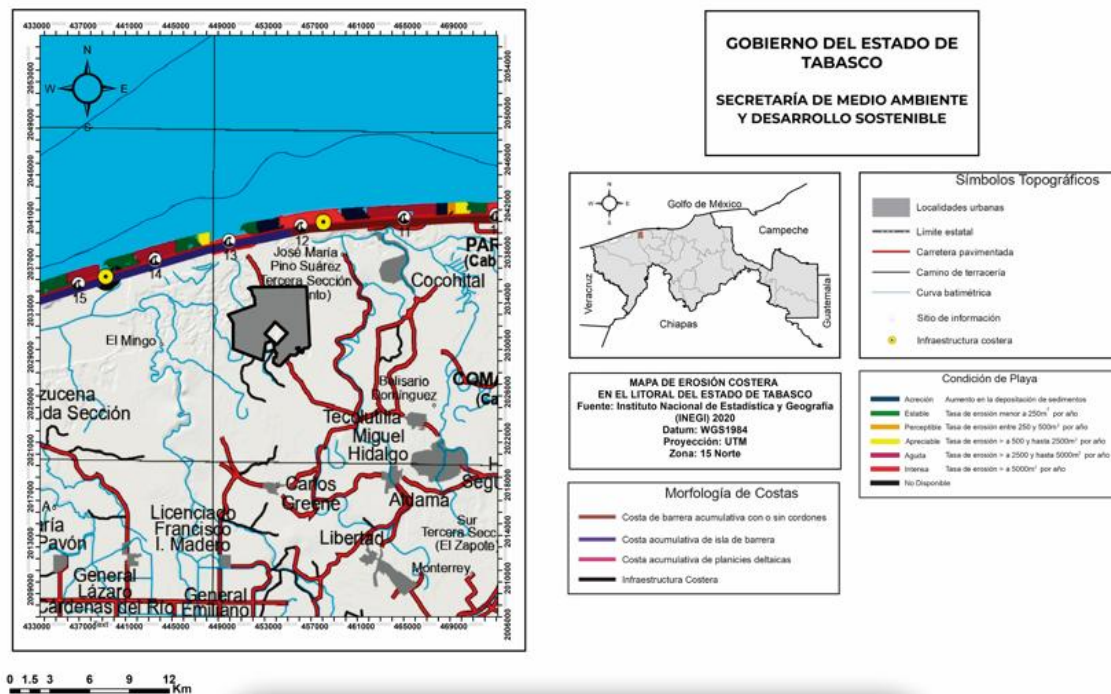


Figura 8. Susceptibilidad de erosión en la costa cercana a la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

La última apertura de la Boca de Tupilco se registró en septiembre de 2024 con cierre en octubre del mismo año. Desde esta fecha, la boca se ha mantenido cerrada debido a un proceso natural de depositación de materiales terrígenos, con el predominio de arenas (Figura 9).



Fotografía 1. Barra de Tupilco. Autores Lee Ramos y Mateo Ramos.

### Geología física e historia

Con base en la historia geodinámica regional, localmente en el área de estudio de la llanura costera, los eventos tecto-sedimentarios, están representados cuando menos por cinco mega-secuencias estratigráficas, que se ubican desde el Mesozoico con una trasgresión desde el Triásico Superior hasta el Cretácico Superior, que deja sucesivamente los sedimentos aluviales y fluvio-aluviales continentales (lechos rojos); en el Jurásico Superior la secuencia de sedimentos evaporíticos que infrayace a sedimentos

limo-arcillosos y areno-limosos de ambientes de planicie fluvial y litoral, intercalados con calizas y margas de ambientes marinos someros (Figura 9). Esta secuencia se cubre por depósitos de calizas y margas dolomitizadas con brechas y conglomerados intraformacionales, calcáreos y dolomitizados del Cretácico Inferior. Durante el Cretácico Medio y Superior, los procesos transgresivos marinos dominaron en el área, dejando depósitos de calizas masivas y dolomías con bancos de biógenos que infrayace a calizas limo arcilloso, limolitas y lutitas del Cretácico Tardío (Aguayo 2005).

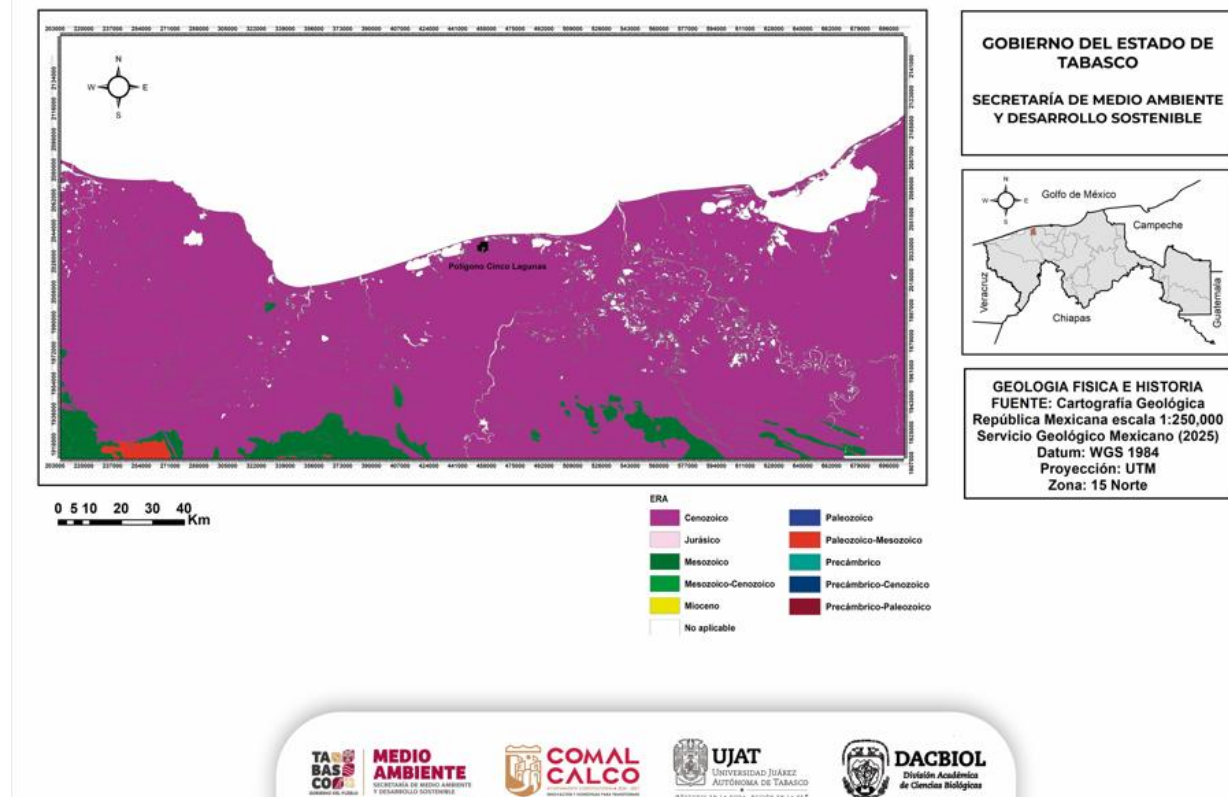


Figura 9. Geología física e histórica en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Durante el Neógeno en el Mioceno Inferior, la acumulación de secuencias terrígenas repetitivas y regresivas es de unos 10 km de espesor; las facies sedimentarias progradantes se depositaron en ambientes fluvio-deltaicos, litorales-lagunares y de plataforma interna somera con cambios laterales hacia el Golfo de México.

La unidad del Cuaternario-Holoceno se caracteriza principalmente por depósitos, palustres, lacustres, seguidos por aluviales, mientras que los marinos y eólicos son secundarios. La profundidad de los depósitos es variable (0 y 50 m) y su ubicación

contigua a la planicie costera, favorece la acumulación de sedimentos finos en menor volumen por los sedimentos aluviales transportados por el Río Mezcalapa durante su periodo de actividad (Zavala-Cruz *et al.*, 2016); así, con una escasa sedimentación, las llanuras son más bajas y las formas acumulativas de los bordos sobresalen menos en el relieve.

**Tipos de suelos.** En el área se localizan los Gleysoles mólicos (Figura 10), los cuales destacan por su origen hidromórfico, estos suelos son propios de humedales y se localizan en los humedales (pantanos) tabasqueños que bajo condiciones naturales están afectados por agua subterránea en los primeros 50 cm de profundidad. Estos suelos destacan por la saturación permanente de agua subterránea, caracterizado por un horizonte superficial rico en materia orgánica y nutrientes, lo que le da buena fertilidad, aunque presenta limitaciones por exceso de humedad. Los Gleysoles mólicos son una fuente importante de carbono especialmente para el tular, manglar y popal. En particular, los suelos Gleysol mólico son hidromórficos. Además se presentan los suelos del grupo Gleysol vértico (Figura 10), también es un suelo hidromórfico con drenaje deficiente y una capa freática permanente, que además presenta características de los Vertisoles: alta proporción de arcillas expansivas, grietas profundas en época seca y fuerte plasticidad (INEGI 2014a).

Adicionalmente, en el área del polígono se localizan suelos del grupo Solonchak gleyico (Figura 10) con características salinas y drenaje escaso, donde la acumulación de sales solubles se combina con condiciones de saturación hídrica y procesos reductivos típicos de los Gleysoles. Son fértiles en nutrientes solubles, pero presentan serias limitaciones para la agricultura por la salinidad y el exceso de agua (INEGI 2014a).

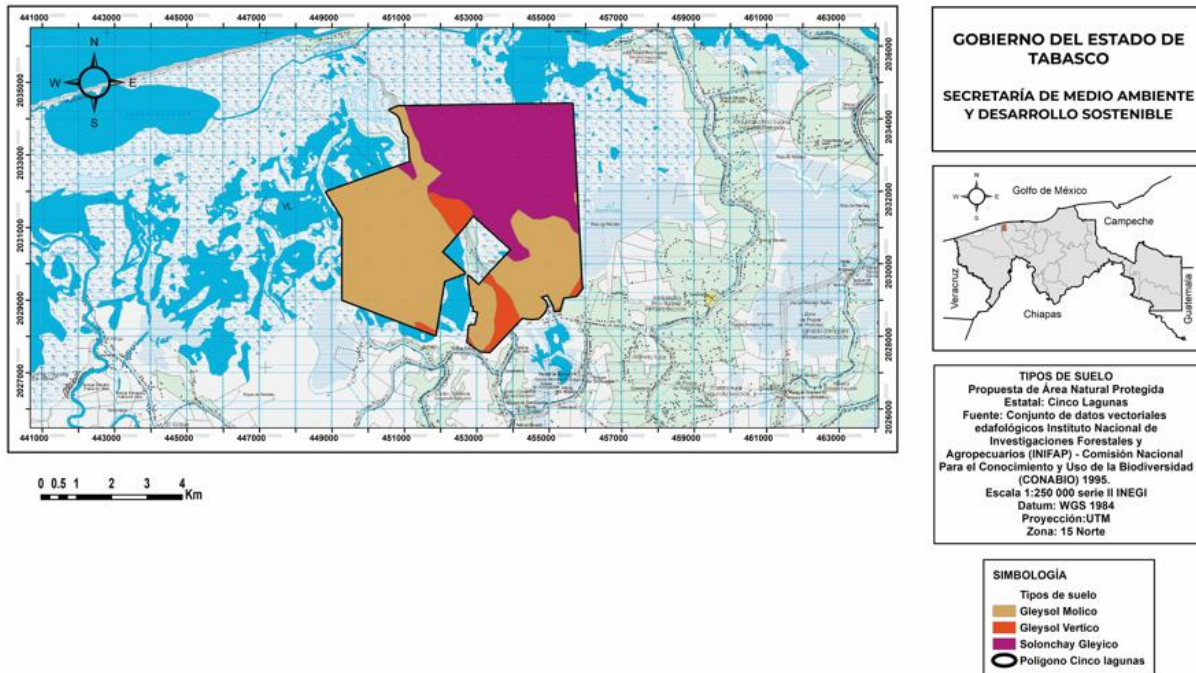


Figura 10. Tipos de suelo en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

## Hidrología

**Hidrología superficial.** El estado de Tabasco registra una red hidrográfica muy compleja con mayores precipitaciones pluviales del país. Presenta gran cantidad de escurrimientos superficiales con drenajes anastomosados, dendríticos y lagunares por lo que se desarrollan un gran número de lagunas, pantanos y llanuras de inundación. Los excedentes de agua causan inundaciones en la temporada de lluvias, aunque los asentamientos humanos pueden resultar afectados.

Los complejos sistemas fluviales fluyen y abastecen de agua la llanura costera deltaica, sistemas fluvio-lagunares, esteros, pantanos y marismas que se extienden a lo largo del litoral. En la región se localizan los dos ríos más importantes, el Mezcalapa–Grijalva y el Usumacinta, así como el Río Tonalá, los cuales se incluyen en las Regiones Hidrológicas Grijalva Usumacinta (RH30) y Coatzacoalcos (RH29) respectivamente y la magnitud del flujo de agua de estos ríos resultan en el 30% de escurrimientos a nivel nacional, lo cual es relevante por su disponibilidad.

Gran parte del flujo natural del Río Mezcalapa fue alterado por la construcción y operación de cinco presas en cascada, así como por drenes artificiales y canales. También influyeron en el caudal, la construcción de vías de comunicación, bordos, y dragados. Desde la conquista española, estas intervenciones modificaron el rumbo general el río, que originalmente fluía de Sur a Norte, y desembocaba en la laguna de Mecoacán, para posteriormente, descargar en el Golfo de México a través de la barra de Dos Bocas y el desvío del flujo hacia el Este provocó que su delta permanezca inactivo (Velázquez-Villegas 1999; Zavala-Cruz *et al.*, 2016).

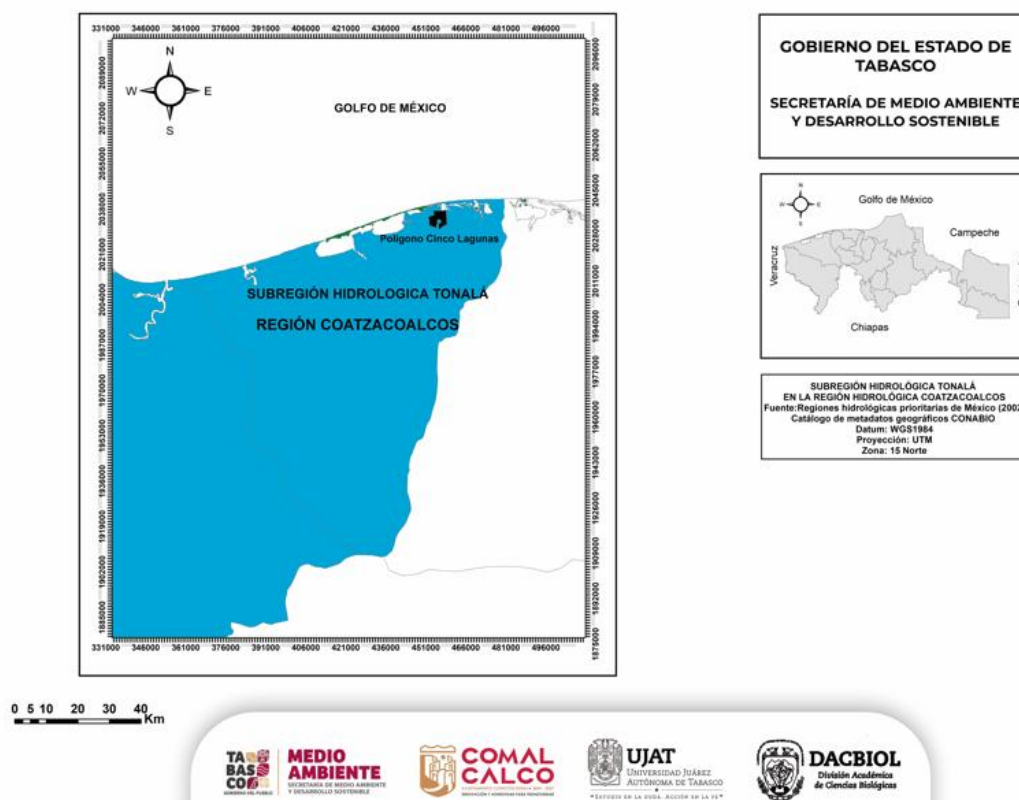


Figura 11. Subregión Hidrológica Tonalá en la Región Hidrológica Coatzacoalcos.

En México se ubican 37 regiones hidrológicas definidas a partir de grandes parteaguas del país (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2022). El área del Estudio Técnico Justificativo se localiza en la región hidrológica 29 Coatzacoalcos donde el agua renovable per cápita disponible es una de las mayores en disponibilidad de agua en México con 18,766 m<sup>3</sup>/hab/año (Comisión Nacional del Agua 2018). Esta región hidrológica 29 está ubicada en un territorio continental con una extensión de 30,217.00 km<sup>2</sup>, abarca 17 cuencas hidrológicas (Tabla 3) con un escurrimiento natural medio

superficial total de 34,723 hm<sup>3</sup>/año y una precipitación normal anual de 2,109 mm entre 1991-2020 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2022).

**Tabla 3. Ecurrimiento medio anual en las subregiones y cuencas de la Región Hidrológica 29 Coatzacoalcos. Tabla elaborada con datos de CONAGUA (2020).**

Subregión hidrológica	Cuencas	Porcentaje de Ecurrimiento medio anual
Coatzacoalcos	Coatzacoalcos, Uxpanapa y Jaltepec	47
	El Corte, Chiquito, Sarabia, Chalchijapan, Coachapa, Huazuntlán, Calzadas, Ostuta	42
	Espíritu Santo, San Juan y Jaltepec Chico	6.5
Tonalá	Laguna del Carmen, Laguna Machona y Río Santana	2.9

La zona de Cinco Lagunas se localiza en la cuenca Laguna Machona dentro de la Subregión Hidrológica Tonalá en el estado de Tabasco (Figuras 11 y 12). Esta cuenca registra una superficie de 812.11 km<sup>2</sup> y drena 916.57 dhm<sup>3</sup>. Asimismo, la disponibilidad hídrica mayor (45%) se registra en la cuenca Laguna del Carmen, seguida por la correspondiente a la Laguna Machona y Río Santana, con el 30 y 26%, respectivamente (Tabla 4) (DOF 29/05/2013; CONAGUA 2022). La cuenca Laguna Machona se encuentra delimitada al Norte por el Golfo de México, al Suroeste por la cuenca hidrológica Santana, al Este por la región hidrológica número 30 Grijalva-Usumacinta y al Oeste por la cuenca hidrológica Laguna del Carmen (DOF 29/05/2013).

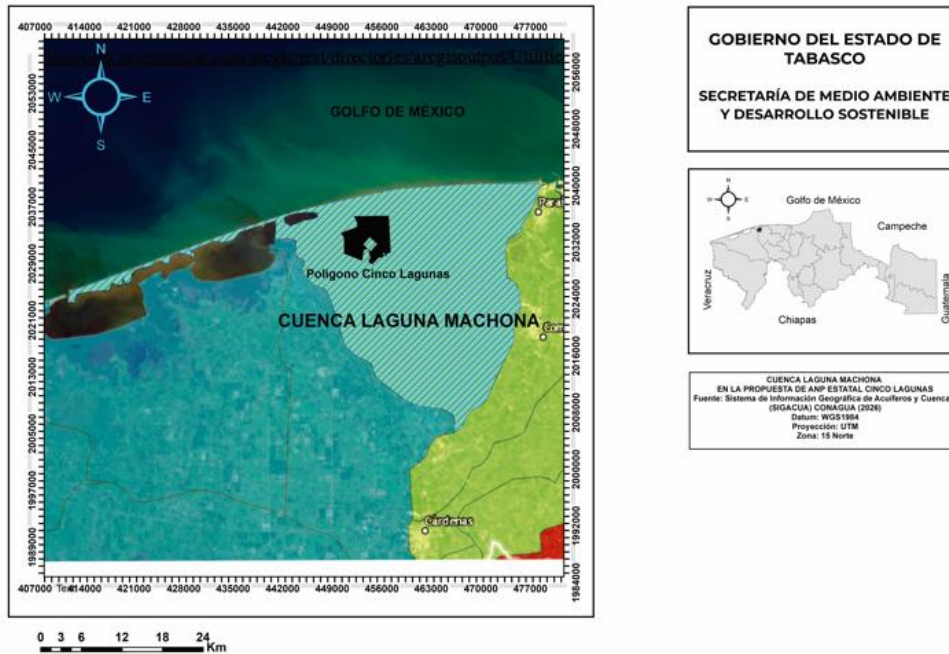


Figura 12. Cuenca Laguna Machona en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 4. Disponibilidad hídrica en las cuencas de la subregión hidrológica Tonalá (RH = Región Hidrológica 29 Coatzacoalcos). Tabla elaborada con datos del DOF 29/05/2013 y CONAGUA 2022.

RH	Subregión hidrológica	Cuenca	Porcentaje de disponibilidad	Disponibilidad dhm <sup>3</sup>
29	Tonalá	Laguna del Carmen	45	916.57
		Laguna Machona	30	610.78
		Río Santana	26	528.76

La cuenca la conforma una porción de la cuenca del Río Tonalá y la Laguna Machona (DOF 29/05/2013). La Cuenca Río Tonalá y Lagunas del Carmen y Machona ocupan aproximadamente el 24.78% del estado y las subcuencas que la conforman son el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona (Tabla 4), y ríos Santa Ana, Coacajapa, Tonalá, Tancochapa Bajo, Tancochapa Alto y Zanapa.

Los ríos principales de la Región Hidrológica 29 son el Coatzacoalcos y Tonalá. El primero está en el estado de Veracruz y ocupa el segundo lugar en descarga con 28,711 mm<sup>3</sup> entre los ríos mexicanos que fluyen en el Suroeste del Golfo de México, después de los ríos Grijalva-Usumacinta. En cambio, el Río Tonalá limita los estados de Veracruz y Tabasco, y con una longitud aproximada de 150 km, descarga 4,090 mm<sup>3</sup> en el Suroeste del Golfo de México (SEMARNAT 2010). El Río Tonalá se origina en la sierra de Chiapas a 1,000 m de altitud y aguas arriba, el es conocido como Río Tancochapa y sus tributarios principales son los ríos Zanapa, Blasillo y Chicozapote (Figura 13). La mayor parte de su cauce se encuentra a menos de 200 m sobre el nivel del mar, lo que favorece la presencia de tramos sinuosos, zonas de inundación y lagunas adyacentes. Es relevante mencionar que el Río Tonalá y el polígono de Cinco Lagunas están incomunicado hidráulicamente (INEGI 2021).

Entre los usos del agua superficial en la cuenca del Río Tonalá destacan los agrícolas, urbanos, industriales (principalmente de la industria petrolera) y la navegación. La contaminación de ríos y ecosistemas acuáticos lénticos debida a las descargas de aguas negras, desechos urbanos, agroquímicos y de los ingenios azucareros ponen en riesgo la fragilidad de los ecosistemas lagunares, en particular el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona que presentan grave contaminación por derrames de petróleo y carga orgánica (de la Lanza Espino *et al.*, 2019; Esqueda-Lara *et al.*, 2021). Los ecosistemas acuáticos más extensos son el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, y los sistemas fluvio-lagunares Redonda, Cocal y Cocohital.

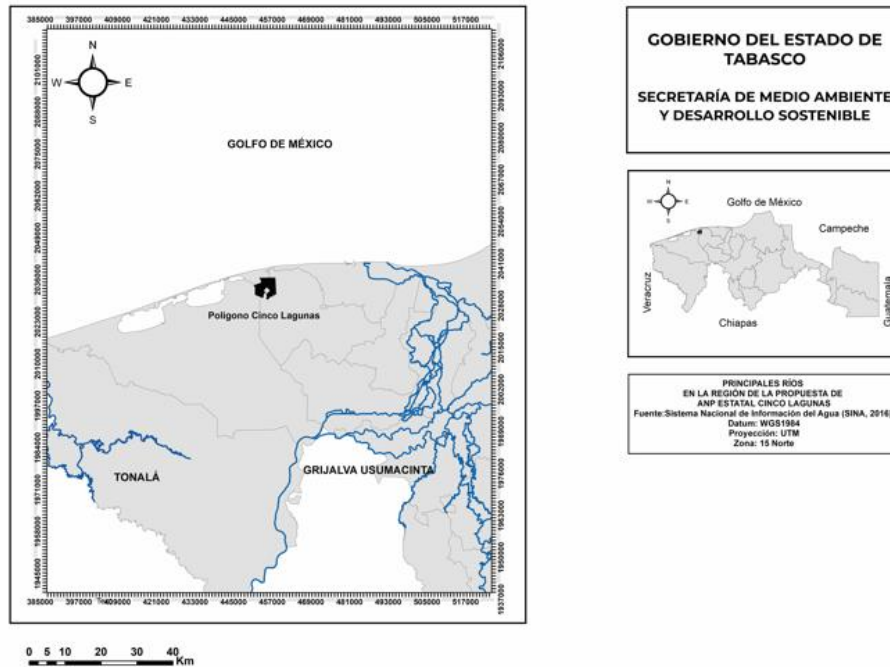


Figura 13. Principales ríos en la región de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

De acuerdo con la información proporcionada por el INEGI en el Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrológicas (INEGI 2021), en la zona denominada Cinco Lagunas drenan de Norte a Sur los ríos Verde y Enmedio. Además, los flujos conjuntos de los ríos Ccohital y Tupilco ingresan de Este a Oeste. El Arroyo Verde también aporta su caudal desde el Oeste hacia esta área principalmente. Asimismo, la escorrentía de la subcuenca del Carmen y Machona se incorpora a la zona propuesta y, cuando se abre la barra temporal de Tupilco, las corrientes de marea abastecen esta región. Esta escorrentía origina una disponibilidad en las cuencas de Laguna del Carmen de 916.57, en la de Laguna la Machona corresponde con 610.78 y en la del Río Santana de 528.76 dhm<sup>3</sup> (Figura 14, Tabla 4). El coeficiente de escurrimiento es superior al 30%, en la zona de Cinco Lagunas (Figura 15).

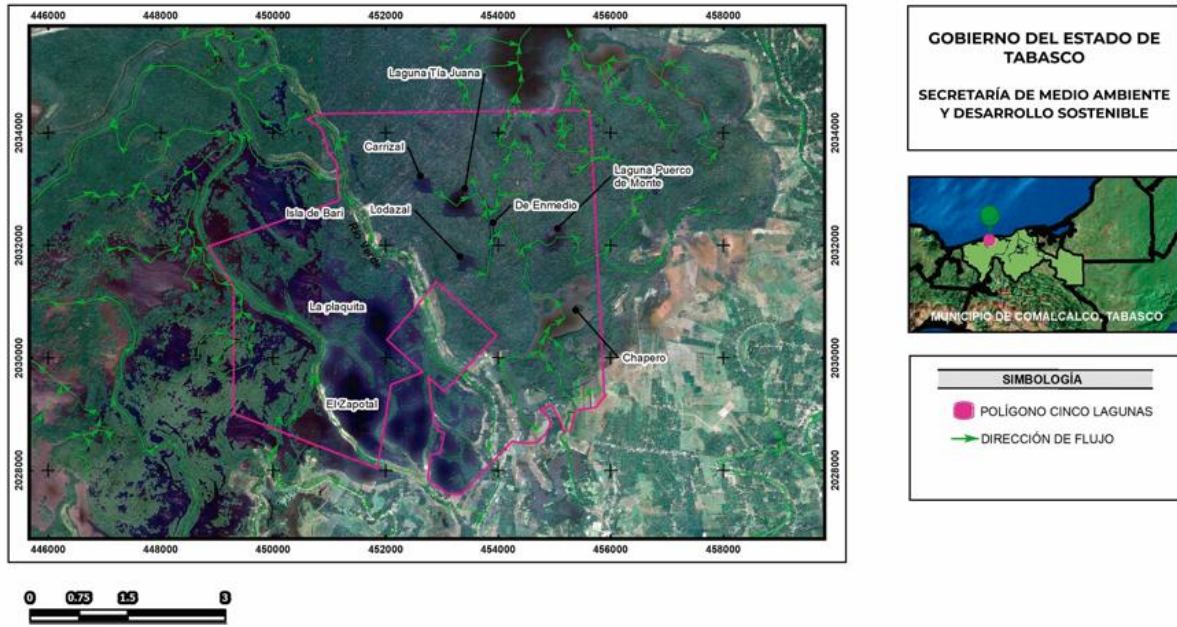


Figura 14. Aguas superficiales en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

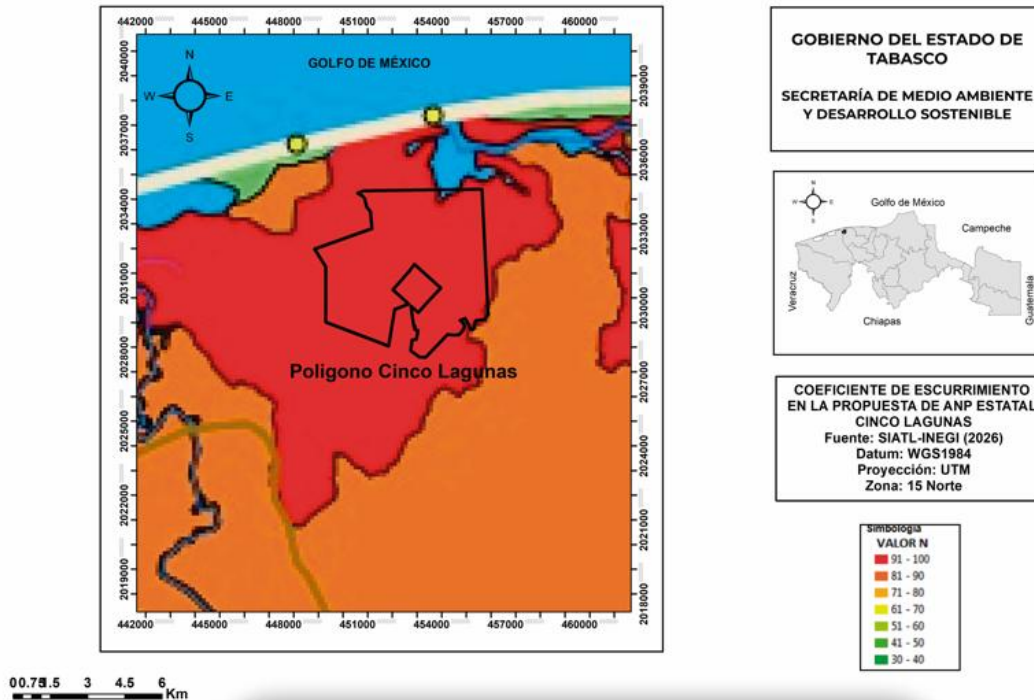


Figura 15. Coeficiente de escurrimiento en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

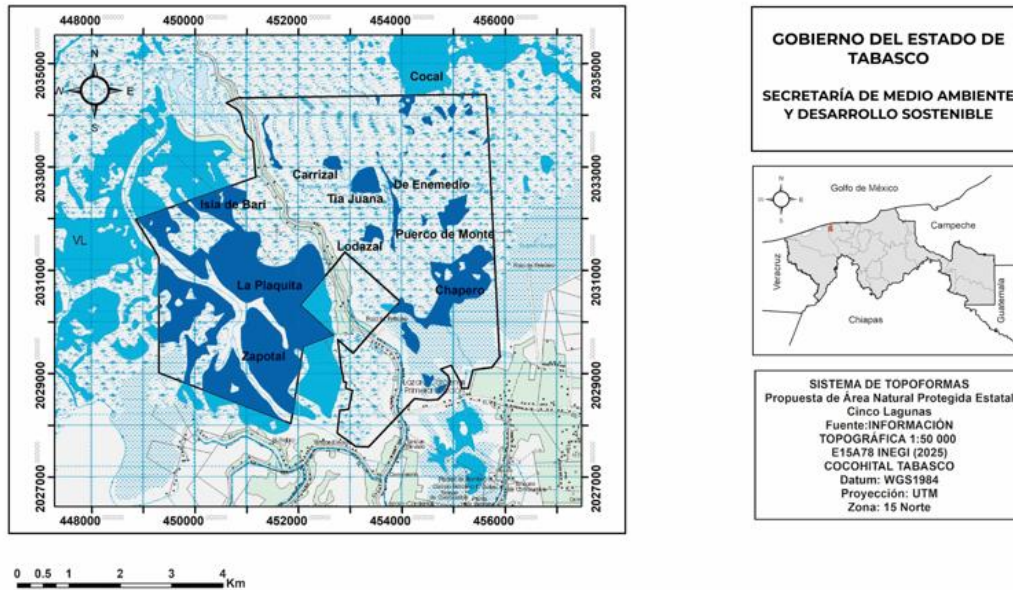


Figura 16. Toponimia de las lagunas interiores ubicadas en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

En el subpolígono Oeste de la propuesta Área Natural Protegida Cinco lagunas se localizan cinco lagunas permanentes (Figura 16) interconectadas al extremo Sur de la Laguna Cocal, las cuales registraron profundidades entre 1 y 2 m (Tabla 5) más aproximadamente 10 lagunas interiores (Figura 16), entre las cuales solamente seis son perennes según la Comisión Nacional del Agua (2020). El área total de las seis lagunas corresponde a 86.7 ha. La laguna El Cocal es el ecosistema con mayor extensión con una área total de 2,227.9 ha, sin embargo solo el 0.3% de su área se ubica dentro del polígono Cinco Lagunas. Las lagunas Tía Juana y Puerco de Monte son las más extensas dentro del polígono. Ambas contribuyen con el 51% del área total. En cambio, el ecosistema acuático de menor extensión es la fracción de la Laguna Cocal (Tabla 5).

El perímetro de las lagunas presentó una tendencia similar a la del área de estos ecosistemas acuáticos, pues las de mayor dimensión corresponden a las lagunas Tía Juana y Puerco del Monte. Entre las cinco restantes, la de menor perímetro fueron la

fracción de la Laguna Cocal y Laguna Carrizal, mientras que la de mayor desarrollo de costa fue la Laguna De Enmedio (Tabla 5).

**Tabla 5. Lagunas interiores perennes en el subpolígono Oeste en la propuesta de Área Natural protegida Estatal Cinco Laguna.**

Nombre	Área (ha)	Perímetro (km)
El Cocal	6.3	0.3
Lodazal	10.5	1.3
De Enmedio	18.3	3.6
Puerco de Monte	21.2	1.8
Tía Juana	23.1	1.8
Carrizal	7.3	1.1
Total	86.7	9.9

La omisión del cálculo del área y perímetro de las lagunas en el subpolígono Oeste se puede deber a que son muy someras (< 60 cm) y están en proceso de azolvamiento y recolonización natural de manglar que será explicada en la sección de batimetría de este Estudio Técnico Justificativo.



**Fotografía 2. Laguna Lodazal en el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor acervo laboratorio de Humedales, DACBiol.**

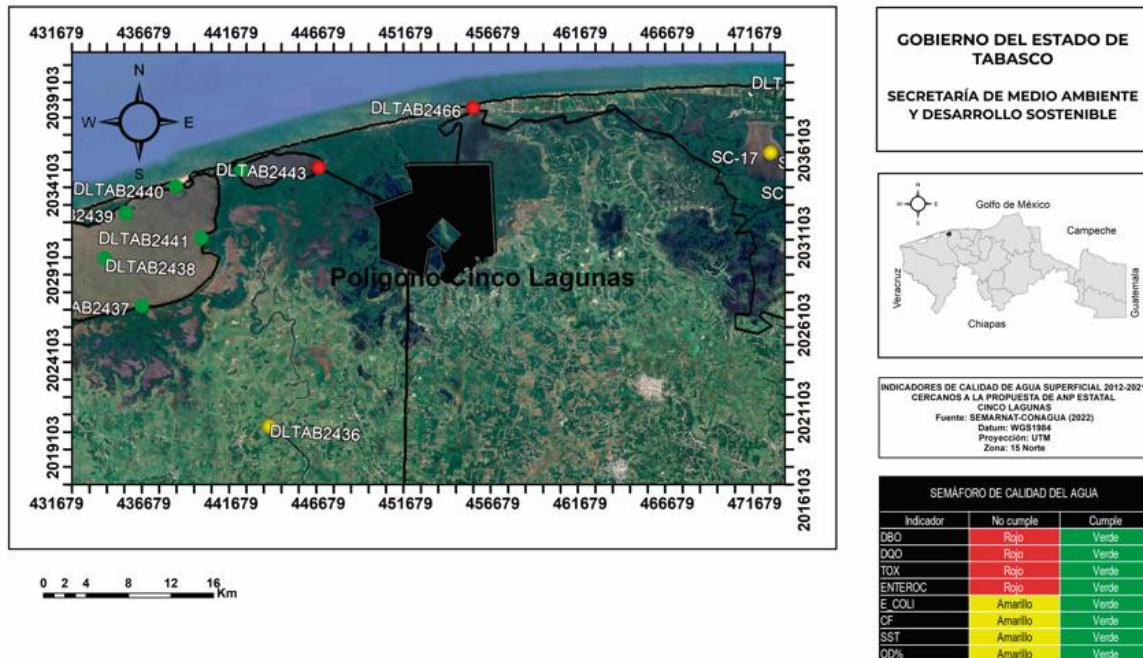


Figura 17. Indicadores de calidad de agua superficial 2012-2021 cercanos a la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

La calidad del agua de tres sitios localizados en la red hidrológica que aporta agua al área propuesta fueron consultados en CartoCrítica (2025) un sitio interactivo de consulta de la gestión ambiental del territorio en México. Los valores de los parámetros fueron referenciados con los criterios de la calidad del agua de la Ley Federal de Derechos (CONAGUA 2025a).

**Calidad del agua en el sitio sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona ubicado en la Laguna la Redonda (DLTAB2443) durante el período de 2012 a 2022.** Las concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST) registraron 18.25 mg/L, valor que corresponde a una categoría de calidad excelente. La misma categoría se asignó a los enterococos, con un registro de 4 NMP/100mL. La calidad buena correspondió a los coliformes fecales (CF) por el registró de 110 NMP/100mL; esta misma categoría se aplicó al oxígeno disuelto en porcentaje (OD%), tanto en superficie como en el fondo, con valores de 57.7% y 57.6%, respectivamente. En la mitad de la columna de agua, el OD% fue de 49.45%, por lo que su calidad fue aceptable. Por último, la toxicidad física en la superficie (15 UT) registró 6.3 UT, lo que corresponde a una toxicidad alta. En conclusión,

los parámetros SST, enterococos, CF y OD cumplieron con el criterio de calidad, mientras que la toxicidad física en la superficie (15 UT) no cumplió con el criterio de la Ley Federal de Derechos (CONAGUA 2025a). Por lo anterior esta estación fue catalogada en un semáforo rojo (Figura 17). Sin embargo, la validación en fuentes oficiales de la toxicidad consultada en CartoCrítica (2025) demuestra que menos del 10% en este sitio es considerado de alta toxicidad entre 2012 y 2020 (CONAGUA 2025b).

**Calidad del agua de la estación denominada barra de Tupilco localizada en la Laguna El Cocal (DLTAB2446 ) de 2012 a 2022.** La categoría de calidad excelente se obtuvo con los valores de 22.05 mg/L de SST, así como con los 23 y <3 NMP/100 mL de CF y enterococos, respectivamente. La calidad buena se asignó al OD% en la superficie, ya que se midió un 61.4%. En contraste, la toxicidad física en la superficie (15 UT) resultó en 5.7 UT, por lo que se clasificó como alta toxicidad en el agua superficial. En consecuencia, los parámetros de SST, CF, enterococos y OD% en la superficie cumplieron con el criterio de la Ley Federal de Derechos (CONAGUA 2025a). Por las condiciones mencionadas líneas arriba, el sitio se ubica en el Semáforo Rojo (Figura 17). Sin embargo, la validación de la toxicidad citada por Carta Crítica en fuentes oficiales muestra que ningún registro fue considerado de alta toxicidad de 2012 a 2020 (CONAGUA 2025b).

**Calidad del agua de la estación Río Santana 2 (DL TAB 2436) del año 2012 al 2022 en el Río Santana.** La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) registró un valor de 2.45 mg/L, por lo que su calidad fue excelente, al igual que los SST (10 mg/L), *Escherichia coli* (36) NMP/100mL, y OD% superficial (75.65%), la calidad aceptable fue registrada por el valor de la demanda química de oxígeno (29.89 mg/L) y la toxicidad fue moderada, por la medición del indicador de este parámetro con *Dafnia magna*, 48 horas, que resultó con <1 UT y la prueba de toxicidad, *Vibrio fisheri*, 15 minutos no fue tóxica. La lista de los anteriores parámetros cumplió con el criterio de calidad. En contraste las mediciones de los coliformes fecales (1500 NMP/100mL) indicaron contaminación fecal y no cumplió con el criterio de calidad de la Ley Federal de Derechos (CONAGUA 2025a). La estación en el Río Santana se situó en el Semáforo amarillo (Figura 17).

En el muestreo para el análisis preliminar de parámetros físico-químicos del agua se realizó el 13 de febrero de 2026 en el subpolígono Este de la Zona propuesta de Cinco Lagunas y fue realizado en las lagunas El Cocal, Carrizal, Tía Juana, Puerco de Monte y

Lodazal. En el subpolígono Oeste el muestreo se efectuó el 20 de marzo de 2026 en tres lagunas, Isla del Bari, la Plaquita y Zapotal. Las mediciones de ocho parámetros se efectuaron *in situ* en el centro y orilla de las lagunas, mientras que una muestra adicional de agua fue recolectada en el centro de estos sitios para su análisis en laboratorio. Para la estimación de la fisicoquímica del agua superficial se midieron la profundidad (Z) medida con una ecosonda marca Hondex, modelo PS-7, transparencia del agua, estimada con un disco de Secchi (DS) y medida en metros, potencial de Hidrógeno (pH) y potencial óxido reducción (ORP), cuantificados con un medidor portátil Hanna modelo HI-98121. Con un equipo multiparámetro marca YSI-Pro 2030 se midieron: temperatura del agua (°C), saturación del oxígeno disuelto (SOD%), salinidad y conductividad eléctrica (CE) en UPS y  $\mu\text{Siems cm}^{-1}$  respectivamente. La muestra de agua recolectada y conservada en hielo fue empleada para analizar la turbiedad (NTU) en el laboratorio mediante un fotómetro YSI 9500. En total se midieron nueve variables fisicoquímicas, acorde con los lineamientos de la APHA (1998) y en total fueron 136 mediciones realizadas.

Los datos obtenidos fueron cotejados con criterios de los lineamientos de calidad del agua para la protección a la vida acuática en ambientes de agua dulce incluye humedales, aguas costeras y estuarinas, establecidos en la Ley Federal de Derechos (2025), así como umbrales ecológicos publicados en revistas científicas indexadas.

La temperatura del agua en los sitios de muestreo osciló entre 25.6 y 31.1 °C, registrándose el valor máximo en la Laguna Zapotal del subpolígono Oeste. El intervalo de esta variable puede asociarse con el ciclo dial de la luz solar y con la reducción de la profundidad como se ha registrado en otros ecosistemas (Jeppesen *et al.*, 2015). La variación observada fue similar a la medida (25.4 y 32.2 °C), en un humedal fluvial tropical (Cruz-Ramírez *et al.*, 2019). En consecuencia, el intervalo de temperatura del agua registrado en el área propuesta corresponde a condiciones naturales, por lo que cumple con el lineamiento de calidad del agua para la protección de la vida acuática en agua dulce, incluyendo humedales, conforme a la Ley Federal de Derechos (CONAGUA 2025b).

El intervalo de profundidad en las lagunas del área propuesta resultó mayor en el subpolígono Este (0.5 a 1.8 m) con respecto al subpolígono Oeste (0.25 a 0.56 m). En el primer subpolígono fue registrada una profundidad mínima de 0.5 m en la Laguna Cocal, laguna Puerco de Monte en la orilla y en el centro de la Laguna Lodazal. La máxima

profundidad correspondió con 1.8 m en la L. Carrizal. En contraste en el subpolígono Oeste la profundidad inferior profundidad fue de 0.25 m medida en la Laguna Isla del Barí y la profundidad superior correspondió con 0.56 m y en el centro de la Laguna la Plaquita. Estas escasas profundidades se vinculan con los procesos de depositación de sedimentos en las planicies adyacentes a la zona costera donde predomina una escasa pendiente (Kinsela *et al.*, 2026).

Las mediciones del DS variaron de 0.25 a 0.6 m, registradas en el centro de los sitios L. Isla del Bari y L. Lodazal, respectivamente. En las lagunas del subpolígono Oeste, los valores de DS superiores a 0.5 m se asociaron comúnmente con una mayor claridad del agua. En contraste, dentro del subpolígono Este, los registros resultaron con frecuencia inferiores al valor de referencia de 0.5 m (Lopera-Congote *et al.*, 2020), lo que indica una reducción en la claridad del agua. Esta disminución en la claridad del agua puede vincularse con la presencia de materiales en suspensión. Por otro lado, la condición de mayor claridad se relaciona con el establecimiento de macrófitas acuáticas sumergidas (Szpakowska *et al.*, 2021). En cambio, la mayor reducción de la claridad se asoció con la condición moderadamente turbia (Data Stream Initiative 2021), ya que los valores de turbiedad medidos (8 a 26 NTU) resultaron menores que 50 NTU en todas las mediciones. Finalmente, los parámetros DS y turbiedad carecen de lineamientos de Calidad del Agua en la Ley Federal de Derechos (2025b).

Las mediciones de SOD% en los sitios del subpolígono Este variaron entre 33 y 114%. En el centro de las lagunas Tía Juana Centro y Puerco de Monte destacó la sobresaturación (>100%). En general, en esta zona predominó la condición de subsaturación ( $\geq 50$  a 100%). El menor valor de SOD% se detectó en el centro de la Laguna Lodazal, lo que fue el único caso de condición hipóxica, según los criterios de Dugener *et al.* (2023). El subpolígono Este cumplió con una calidad del agua buena acorde con los Indicadores de calidad del agua de la CONAGUA (2025c).

En el subpolígono Oeste, los registros de saturación de oxígeno disuelto en el agua resultaron con mayor fluctuación (30-180%) que en el subpolígono Este. En dicho subpolígono sobresalió la sobresaturación en dos de las tres lagunas (La Plaquita y Zapotal). En consecuencia, la sobresaturación fue predominante en esta zona, aunque en la orilla de la Laguna Zapotal se registró un valor característico de condición hipóxica (30%). Las lagunas del subpolígono Oeste cumplieron con una calidad excelente en función de los valores de SOD% referenciados para los indicadores de calidad del agua de la CONAGUA (2025c).

Las cuantificaciones de la CE ( $1098-6715 \mu\text{Siems cm}^{-1}$ ) correspondientes a valores de salinidad entre 0.5 a 3.5 UPS en el subpolígono Este presentaron características propias de aguas oligohalinas (0.5-5 UPS) según los criterios de Cowardin *et al.* (1979). En contraste, en el subpolígono Oeste predominan condiciones mesohalinas (5-18 UPS), con registros que variaron entre 7516 a 10 000  $\mu\text{Siems cm}^{-1}$  y, proporcionales con en el intervalo de salinidad de 5 a 7 UPS). La diferencia de salinidad entre ambos subpolígonos puede asociarse principalmente con la disminución del nivel del agua y su efecto en el aumento evaporación en el subpolígono Oeste que puede concentrar las sales, como fue documentado para otros ecosistemas por Jeppesen *et al.* (2015).

Los valores de pH variaron de 7.2 a 8.4 en los sitios del subpolígono Este, mientras que en el subpolígono Oeste se observó una menor fluctuación (8.3 a 8.5). Todos los registros de pH en la zona propuesta cumplieron con los lineamientos para la protección a la vida acuática en agua dulce, incluidos los humedales, así como con el lineamiento establecido para aguas costeras y estuarios en la Ley Federal de Derechos (2025). El potencial redox en los sitios en todas las lagunas en ambos polígonos se mantuvo dentro del intervalo de 150-250 mV. Este intervalo corresponde a ambientes oxidantes moderados en humedales y lagos (Jeppesen *et al.*, 2015), condiciones típicas de aguas con oxígeno disuelto suficiente para sostener comunidades acuáticas, aunque sin alcanzar niveles de desinfección fuerte (APHA 2017). No obstante, la legislación mexicana (NOM-001-SEMARNAT-2021) no establece un rango normativo específico para el ORP.

## Hidrología Subterránea

La administración del agua subterránea en el país se ha dividido en 653 acuíferos para los cuales se ha calculado su disponibilidad (CONAGUA 2024). En 2021, 111 acuíferos se consideraban sobreexplotados, siendo la Región Hidrológica (RH) con mayor número de acuíferos sobreexplotados la de Lerma-Santiago (con 35). Las RH con mayor disponibilidad de aguas subterráneas son Frontera Sur y Península de Yucatán, en las que no se registran acuíferos sobreexplotados (Atlas Geográfico 2022).

El acuífero La Chontalpa, definido con la clave 2702 por la Comisión Nacional del Agua registra una disponibilidad de  $1,554.43 \text{ hm}^3$ . El acuífero localizado en la porción Noroccidental del estado de Tabasco, abarca una superficie de  $5,992.0 \text{ km}^2$ , que cubre parcialmente los municipios de Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo y Paraíso (Figura 18). Los principales centros de población localizados dentro del área son: Sánchez Magallanes, Villa La Venta y Villa Benito Juárez, limita al Norte con el Golfo de México, al Este con los acuíferos Centla y Samaria-Cunduacán, al Oeste con el estado de



Veracruz y al Sur con el acuífero Huimanguillo. El acuífero registró 1,973.6 hm<sup>3</sup> /año, de recarga total media anual natural proveniente de infiltración vertical y flujo subterráneo. El volumen de extracción de aguas subterráneas es de 80,173,532 m<sup>3</sup> anuales, según el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022 (CONAGUA 2024). Existe un volumen disponible de 1,554,426,468 m<sup>3</sup> anuales para otorgar nuevas concesiones. Este acuífero se clasificó sobreexplotado por el Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2022), pero para principios del 2024 fue eliminado de los 114 acuíferos sobreexplotados en el país (CONAGUA 2024).

El acuífero recarga subterránea en su sección Sur en la Sierra de Chiapas y es de tipo libre, ya que el flujo subterráneo en la zona de la Chontalpa fluye hacia la línea de costa de Sur a Norte-Noroeste, descargando en la plataforma continental interna del Sur del Golfo de México.

Los niveles estáticos se encuentran en profundidades que varían de 5.0 a 1.0 m, registrando los más profundos en la parte Sur del acuífero, ascendiendo gradualmente hacia la línea de costa donde se hacen más someros alcanzando escaso el metro de profundidad.

De acuerdo a la clasificación del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente los tipos de industrias que se abastecen de agua subterránea en la zona son clase II y III industria petrolera incluyendo una Petroquímica, así como por ingenio azucarero, lo cual los hace más susceptible a contaminación por esta actividad, quedando sin embargo con un moderado potencial de contaminación.

De acuerdo a las condiciones hidrogeológicas del acuífero La Chontalpa y a su condición de subexplotación, el remanente de su descarga depositado en una zona cercana a la costa, puede recibir intrusión salina, aunque el potencial de contaminación se estimó bajo. El acuífero puede ser contaminado por las instalaciones de la industria petrolera (petroquímica, baterías y compresoras), descargas de aguas residuales de origen doméstico de los poblados, industria azucarera, y agricultura extensiva con uso de agroquímicos (cultivo de limón, naranja, piña, arroz, sorgo, caña de azúcar, papaya, entre otros).

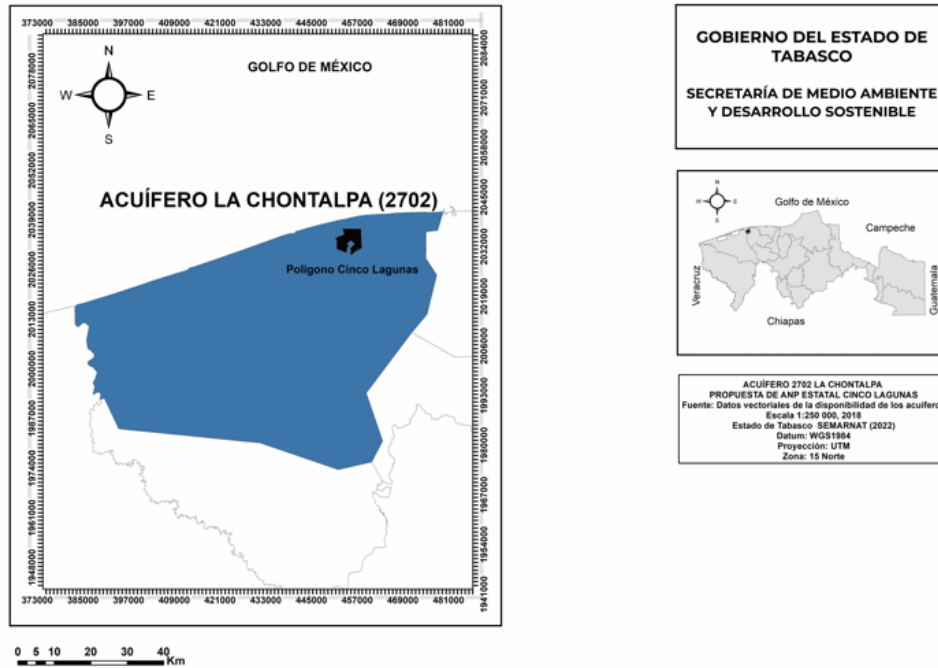


Figura 18. Localización del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas en el Acuífero 2702 La Chontalpa.

## Batimetría

En los muestreos realizados el 13 de febrero y el 20 de marzo de 2026, las mediciones de profundidad y ancho de los ecosistemas acuáticos permitieron la estimación de la batimetría y evidenciaron ambientes acuáticos someros, en los que la relación ancho/profundidad fue dominada por la magnitud del ancho. Las secciones de profundidad y ancho corresponden con ecosistemas acuáticos poco profundos en el área propuesta. El contraste batimétrico entre los dos subpolígonos se observó en la menor profundidad de las lagunas El Zapotal y La Plaquita, ubicadas en el subpolígono Oeste (Figura 19), en donde la reducción de la profundidad se atribuye a la influencia de la sedimentación. En cambio, el incremento de la profundidad en las secciones del Este (Figura 19) se vinculó con la mayor resuspensión de sedimentos en la columna de agua,

asociada a la circulación del agua. El amplio desarrollo horizontal de los ambientes acuáticos someros y anchos es característico de las planicies costeras, donde la disminución de la profundidad se relaciona con procesos de sedimentación. Asimismo, la relación ancho/profundidad favorece los procesos de mezcla, la resuspensión, la liberación de nutrientes y en consecuencia una alta productividad biológica (Day *et al.*, 2012; Zou *et al.*, 2023).

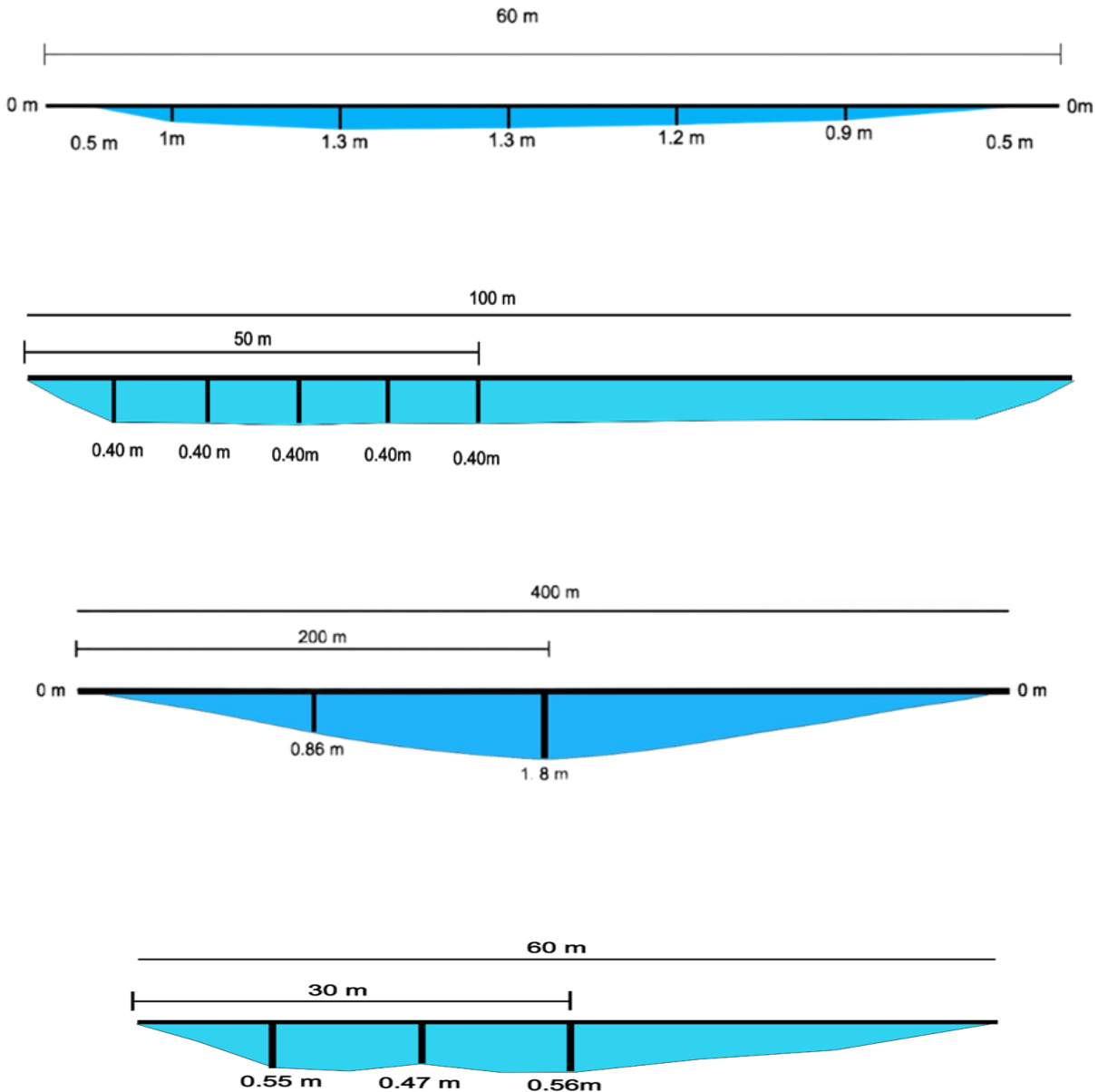


Figura 19. Batimetría preliminar de los embalses en el Área Natural Protegida Cinco lagunas (a=

Laguna De Enmedio, b=Laguna Carrizal, c=Laguna El Zapotal, y d=Laguna La Plaquita).

## Factores climáticos

**Clima.** De acuerdo a la clasificación de climas de Koppen modificada por García en México (Figura 20) el ANP estatal Cinco Lagunas propuesta está ubicada en un tipo de clima Am(f) cálido húmedo con lluvias todo el año con temperatura media anual mayor a 22°C y temperatura del mes más frío mayor a 18°C. La temporada de mayor precipitación en este clima se encuentra en el verano y parte del otoño que son las épocas en que los ciclones tropicales que afectan a México son más frecuentes y hacen aumentar considerablemente la cantidad de lluvia en la zona con este tipo de clima. En la llanura del Golfo de México aumenta el porcentaje de lluvia invernal, debido a la mayor humedad de lado del Golfo en invierno, producida por la influencia de los "nortes" (García 2004).

De acuerdo con información del Servicio Meteorológico Nacional a través de las Normales climatológicas del estado de Tabasco de la Estación Climática con clave 27009 denominada Comalcalco (DGE), ubicada en Comalcalco, con un periodo de entre el año de 1951 y 2010, el municipio de Comalcalco presenta condiciones de temperatura media anual es de 26.3°C. En el mes de mayo se presenta la máxima temperatura 30.2°C, siendo que la máxima temperatura mensual reportada fue de 41.5°C en el mes de octubre de 1967. En cambio, la temperatura mínima se registra de diciembre a febrero con valores promedio de 16.2 y 17°C, con valores históricos mínimos de 10.5°C en 1969 (Figura 21).



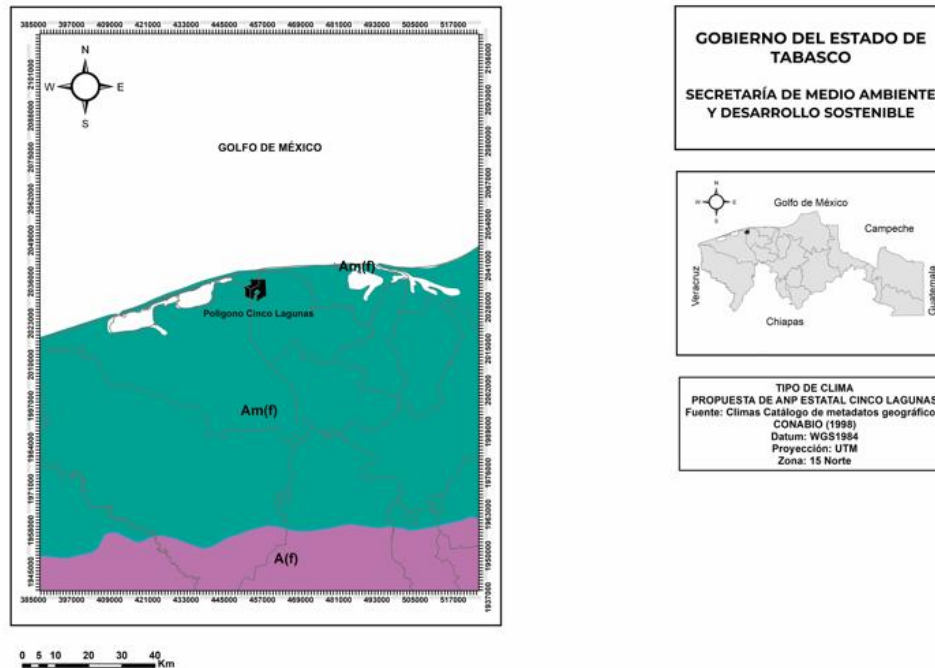


Figura 20. Tipo de clima en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

En cuanto a las condiciones de precipitación, de septiembre a octubre se registran los mayores valores de lluvia con valores de 2,046.3 mm como media anual. reportándose además valores extremos de 825.7 mm en el año de 1993 (Figura 21). Por otra parte, la evaporación total anual se define por 1,234.8 mm; presentando en muy pocos casos, eventos de niebla y de tormentas eléctricas. El balance entre la precipitación y la evapotranspiración resulta negativo los primeros cuatro meses del año, mientras que es positivo el resto del año, lo cual indica un déficit de agua que puede provocar estrés hídrico en la vegetación, reducción de la productividad primaria y mayor vulnerabilidad a incendios forestales. Sin embargo, la mayor parte del año (ocho meses) la mayor humedad del suelo favorece la vegetación densa, incrementa la evapotranspiración real y ayuda a moderar las temperaturas, ya que una parte importante de la energía solar se emplea en la evaporación del agua. Las condiciones de déficit o superávit hídrico afectan a las poblaciones, por ejemplo de manglares y cangrejo azul.

CLIMOGRAMA [1991-2020]: ESTACIÓN PARAISO , TABASCO (18.39555556 , -93.21222222 ). Clave 27034

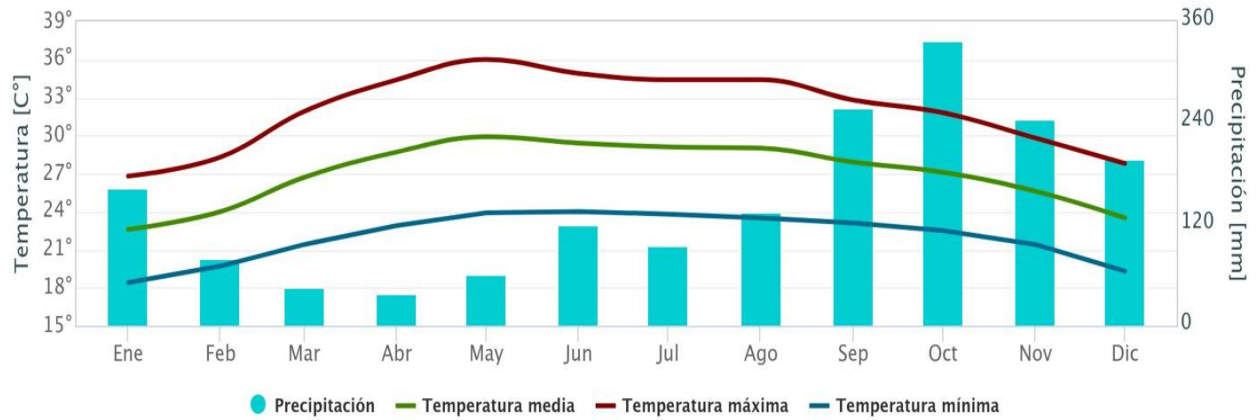
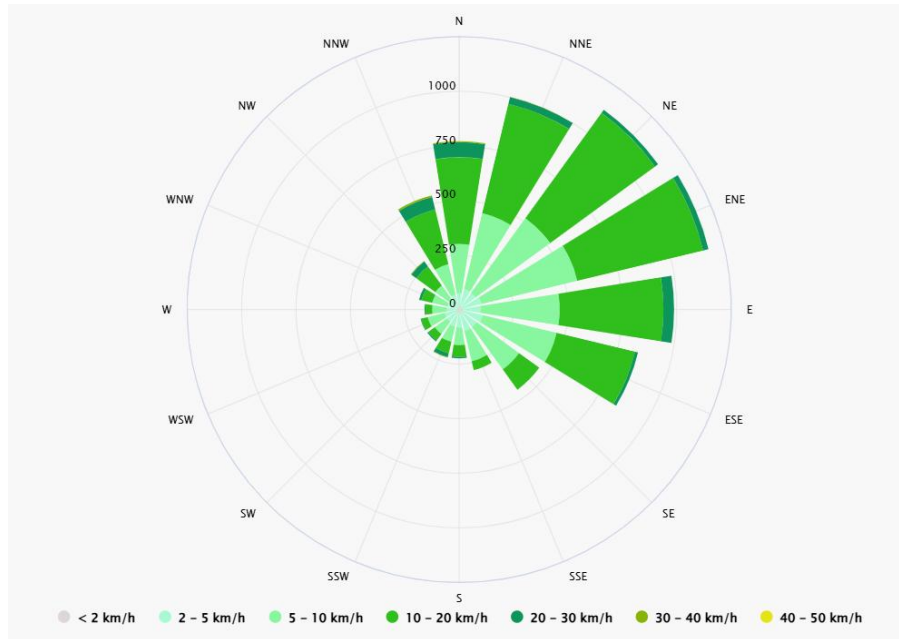


Figura 21. Fluctuaciones de la temperatura de aire y precipitación de 1991-2020 en la región de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 6. Evapotranspiración Potencial (ETP). Estación climatológica Las Flores (7102), Tabasco. Evapotranspiración potencial calculada con los promedios mensuales de precipitación y temperatura (fuente UNIATMOS-UNAM; 31/05/2016). Método: Thornthwaite.

Mes	Temperatura media (°C)	ETP (mm)	Precipitación (mm)	Balance (P-ETP)
Enero	20.9	78	60	-18
Febrero	21.7	85	40	-45
Marzo	23.8	105	35	-70
Abril	26	125	60	-65
Mayo	27.2	140	150	10
Junio	26	130	250	120
Julio	25.5	125	300	175
Agosto	25.2	122	280	158
Septiembre	24.8	118	320	202
Octubre	23.8	105	200	95
Noviembre	22.5	90	100	10
Diciembre	21.5	82	80	-2

**Vientos.** En la región de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas, los vientos dominantes provienen principalmente del Este y Sureste, con velocidades promedio de entre 10 y 18 km/h, aunque en temporada de nortes (noviembre-febrero) se registran corrientes del Norte con ráfagas que pueden superar los 30 km/h (Figura 22) de acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2024).



**Figura 22. Vientos dominantes, dirección y velocidad en la región de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

**Ciclones tropicales y huracanes.** En el verano se presentan los ciclones tropicales, los cuales se originan en el Mar de las Antillas. Los ciclones tropicales que afectan al estado se originan en el Mar Caribe, donde se forman de 5 a 10 ciclones al año en el lapso de junio a octubre; al analizar las trayectorias de los mismos durante un período de 100 años, aproximadamente sólo siete de ellos ha pasado por territorio tabasqueño con vientos de 160 km/h y lluvias intensas. En ese mismo tiempo han afectado a la entidad únicamente 20 tormentas tropicales, las cuales tienen menor fuerza que los ciclones tropicales.

Durante la temporada de ciclones 2023, en el océano Atlántico se generaron un total de 22 ciclones tropicales, de ellos, siete alcanzaron fuerza de huracán, 12 fueron tormentas tropicales, uno se clasificó como ciclón tropical potencial, uno fue depresión tropical y una

tormenta subtropical. De los huracanes, tres se clasificaron como huracanes intensos con categoría 3, 4 o 5 de la escala de huracanes Saffir-Simpson. En orden cronológico, los huracanes intensos fueron Franklin (20 de agosto al 1° de septiembre), Idalia (26 de agosto al 2 de septiembre) y Lee (del 5 al 17 de septiembre). De estos, dos ciclones impactaron en México o se acercaron a menos de 100 km de la costa. Estos fueron, en orden cronológico, la tormenta tropical Harold y la depresión tropical 10, que después evolucionó al huracán Idalia (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2024).

Durante la temporada de ciclones 2024, en el océano Atlántico, se generaron un total de 19 ciclones tropicales, de ellos, siete fueron tormentas tropicales, 11 alcanzaron fuerza de huracán, y uno se clasificó como potencial ciclón tropical. De los huracanes, cinco se clasificaron como huracanes intensos con categoría 3, 4 o 5 en la escala Saffir-Simpson. Entre estos, solo siete ciclones impactaron en México o se acercaron a menos de 100 km de la costa (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2024).

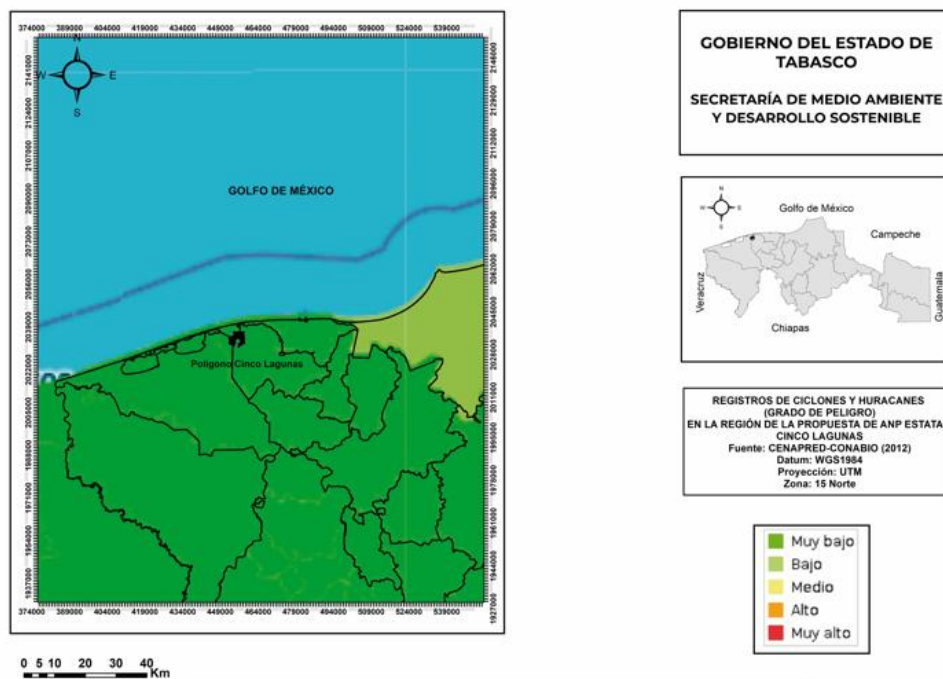


Figura 23. Registros de ciclones y huracanes en la región de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Los huracanes se originan al finalizar el verano en el Atlántico Norte y en la Región del Gran Caribe entre los 8° y 15°C de latitud, prevaleciendo algunos de ellos hasta 2 semanas.

Los vientos asociados a la actividad de huracanes, tienen su máxima probabilidad entre septiembre y octubre con velocidad máxima de 126 km/h con trayectorias hacia el Norte y durante 1952 a 1972 se registraron 109 huracanes en la Región del Gran Caribe, de los cuales 52 tuvieron efecto sobre las condiciones meteorológicas de la Sonda de Campeche, de igual manera se registraron 57 huracanes en el Golfo de México, y de éstos el 70% se originaron en la Sonda. En la región de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas los registros de ciclones y huracanes es muy bajo según la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2024), (Figura 23).

Dadas las condiciones geográficas que prevalecen en el área de estudio, no se presentan heladas o nevadas ya que la temperatura mínima no es inferior a los 9.5 °C. La probabilidad de que se presente una granizada es prácticamente nula, llegando a ocurrir como máximo dos granizadas por año. Sin embargo, son comunes los periodos anuales largos sin que éstas se hagan presentes en la región.

**Inundaciones.** La zona baja de la planicie tabasqueña ha sufrido desde siempre el embate de las inundaciones, motivado fundamentalmente por la poca capacidad de los cauces, debido a limitaciones del área, de pendiente o por sedimentación y obstáculos en los mismos.

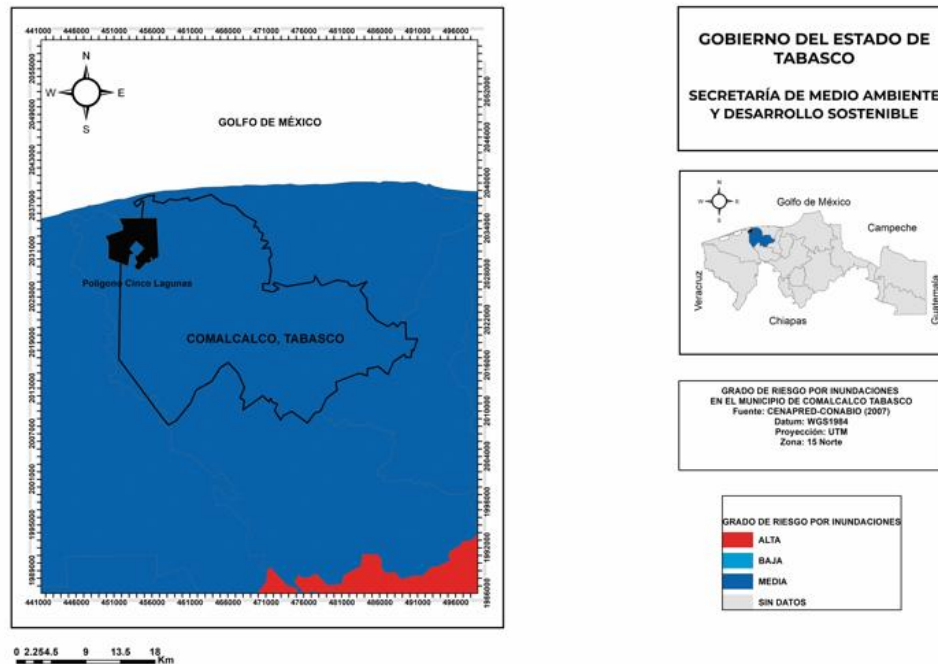


Figura 24. Grado de riesgo por inundaciones en el municipio de Comalcalco.

Las inundaciones también pueden originarse por las precipitaciones de magnitud excesiva, por la intervención no controlada en la cuenca alta de los ríos, por obstrucción de los drenajes naturales, por obras mal concebidas, especialmente vías terrestres. Adicionalmente a lo anterior, influyen los suelos pantanosos e impermeables.

La magnitud y frecuencia de las inundaciones resulta variable, ocurriendo con mayor presencia en las zonas bajas del municipio. Actualmente, en inundaciones extraordinarias, el estado de Tabasco llega a inundarse hasta el 40% de su territorio, siendo los municipios de Jonuta, Centro, Centla, Cárdenas y Nacajuca los más afectados. De acuerdo con el CENAPRED-CONABIO, el grado de riesgo por inundaciones es medio (Figura 24).

**Incendios.** En los primeros meses del año se registra déficit de agua (Tabla 6) que puede provocar estrés hídrico en la vegetación, reducción de la productividad primaria y mayor vulnerabilidad a incendios forestales Sin embargo, en el concentrado nacional de

incendios forestales, de la Comisión Nacional Forestal, no existen registros de incendios entre el 2022 y 2026 (CONAFOR s.f.).

## a2. Características Biológicas

El municipio de Comalcalco, donde se encuentra ubicado el polígono Cinco Lagunas, está localizado en el trópico húmedo al Sur del Golfo de México. La combinación de ambientes de agua dulce, estuarinos, marinos; así como la presencia de selva baja y manglares lo hacen ser un espacio esencial para la conservación de la biodiversidad. Tomando como referencia la riqueza biológica del estado de Tabasco, en el municipio se encuentran reportados el 11% de especies de hongos, el 14% de plantas vasculares y casi el 21% de la riqueza específica de vertebrados (Tabla 7). Así mismo, el área de Comalcalco, así como el municipio vecino de Cunduacán han sido establecidas como zonas de protección de primates, debido a la emergencia ambiental de 2024, donde se vio afectado el mono saraguato.

**Tabla 7. Listado de los taxones representativos de flora y fauna, con su número de especies: por estado, municipio y Área Natural. RBPC, Reserva de la Biósfera de Pantanos de Centla. PELM, Parque Estatal Laguna Mecoacán. RERP, Reserva Ecológica Río Playa.**

Taxones	Tabasco	Comalcalco	RBPC	PELM	RERP	Cinco Lagunas
Hongos	478	53	55			4
Plantas vasculares	3,142	452	815	120	166	51
Moluscos	175	3	22	10		6
Insectos	344	145				8
Arácnidos	270	19				3
Crustáceos	72	2	21	25		15
Peces	362	11	75	32	25	22
Anfibios	32	11	20	10	3	7
Reptiles	132	25	46	20	8	8
Aves	530	187	319	106	51	116
Mamíferos	152	12	65	15	17	10
Área	24,578 km <sup>2</sup>	723 km <sup>2</sup>	3,027 km <sup>2</sup>	173.8 km <sup>2</sup>	7.11 km <sup>2</sup>	32.5 km <sup>2</sup>

El área de Cinco Lagunas, es una zona caracterizada por ser humedales con abundante manglar. Lo anterior lo convierte en un importante ecosistema al ser criadero, refugio y

fuelle de alimento para diversas especies tanto acuáticas como terrestres. Sin embargo, el área presenta vacíos de información sobre su biodiversidad, la falta de publicaciones, datos dispersos y acceso restringido a bases de datos biológicas, limita el conocimiento en varios grupos de organismos.

En este sentido, y para ampliar el conocimiento de la flora y fauna del lugar, se efectuó una recopilación e identificación de la riqueza de especies, que incluyó: 1) la revisión de las bases de datos científicas nacionales y extranjeras; 2) la consulta de literatura científica especializada; 3) muestreos exploratorios para la recolecta y censos visuales de los organismos. El inventario obtenido fue verificado y actualizado en su clasificación, a partir de fuentes autorizadas y reconocidas para la taxonomía y nomenclatura científica.

Los resultados obtenidos describen una riqueza compuesta por 257 especies (Anexo II) de hongos, plantas vasculares, invertebrados y vertebrados de los cuales el 82% fueron registradas durante los muestreos. El 97% de las especies fueron identificadas a nivel de especie y el grupo mejor representado en esta lista es el de las aves con 45% de la diversidad. Solo 13 especies se identificaron como no nativas de las cuales, 11 son consideradas como invasoras (Tabla 8).

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, 28 especies están incluidas en alguna de las categorías de riesgo (Anexo III) y 214 especies en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza o IUCN (Anexo II) por sus siglas en inglés (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024), aunque la mayoría se encuentra en alguna categoría, por ejemplo el 83% son de preocupación menor (LC), siete especies se ubican en algunas de las tres categorías establecidas por la IUCN como Amenazadas (P, VU y NT). En ambos indicadores (NOM-059 e IUCN), sobresale la especie de saraguato (*Alouatta palliata*) como la especie con mayor riesgo (Tabla 8).

**Tabla 8. Resumen de los registros de las especies documentadas, recolectadas y observadas, en el paraje de Cinco Lagunas. Se contabilizan las señaladas por la NOM-059 SEMARNAT 2010. Lista de especies en Riesgo y la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024), Lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. En esta última solo se cuentan las que presentaron alguna de las tres categorías consideradas como Amenazadas.**

Taxones	Cinco Lagunas Total de especies	Documentadas	Recolectadas / Observadas	No nativas	NOM-059	IUCN AMENAZADAS
Hongos	4		4	–	–	–

Plantas vasculares	51	3	48	6	3	1
Moluscos	6	–	6	1	–	–
Insectos	8	–	8	–	–	–
Arácnidos	3	–	3	–	–	–
Crustáceos	15	–	15	–	–	–
Peces	22	–	22	1	–	1
Anfibios	7	1	6	–	1	–
Reptiles	8	2	6	2	4	–
Aves	116	35	81	1	18	2
Mamíferos	10	6	4	–	2	3

**Uso de suelo y vegetación en la zona de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.** La información del uso del suelo y vegetación es un elemento importante usado por dependencias del gobierno, la iniciativa privada y la academia para identificar la condición en que se encuentra la cobertura vegetal y los principales usos de suelo que en ella se desarrollan, además apoyan en la toma de decisiones y en el conocimiento de los recursos vegetales de México, así como los servicios que prestan a la sociedad. Esta herramienta geoespacial muestra la distribución del uso del suelo agrícola, de la vegetación natural e inducida de la zona, también indica el uso pecuario y forestal y otros usos que se presentan en el territorio relacionados con la cubierta vegetal (INEGI 2022a).

En el estado de Tabasco se analizó espacio y temporalmente el cambio de uso de suelo entre 2001 a 2016, el resultado mostró que los humedales perdieron 76,522 ha del 26.1% del territorio ocupado con una tasa de cambio anual negativa de 0.2%. Cabe resaltar que los humedales (probabilidad 0.09) continuarán transformándose a uso agropecuario en una proyección al año 2030, sí continúan las prácticas actuales de manejo del suelo.

Específicamente en el municipio de Comalcalco, el escenario a 2030 proyecta un inminente dominio antropogénico sobre el paisaje natural. La mayor superficie alterada por las actividades agropecuarias y el crecimiento urbano se observa en la parte Sur, mientras que en el Norte es en menor proporción, debido a factores naturales como la recuperación de manglares en los humedales (Ramos-Reyes *et al.*, 2016), donde el

manglar incrementa 7.5% el área (6,155 ha) del territorio (Ramos-Reyes y Palomeque-de la Cruz 2017).

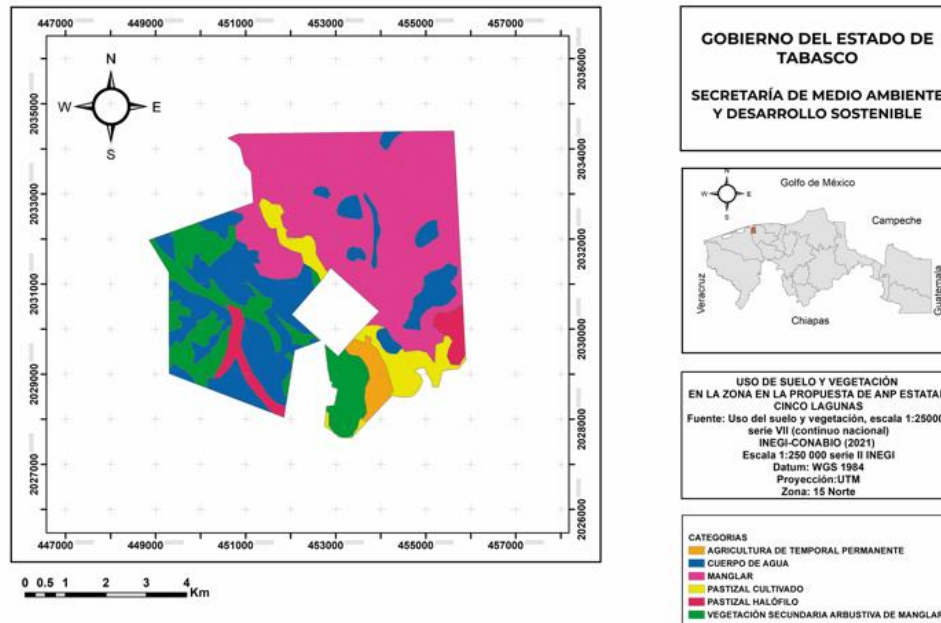


Figura 25. Uso de suelo y vegetación en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

En el polígono de la propuesta para ANP Cinco Lagunas se observan seis categorías asociadas con el uso de suelo y vegetación (Figura 25). La categoría que representa el mayor porcentaje de cobertura es el manglar (47.6%). En segundo lugar están los ecosistemas acuáticos permanentes 24%, seguidos por la vegetación secundaria arbustiva de manglar (15.2%) y finalmente los pastizales cultivados, pastizales halófilos y la agricultura temporal permanente con intervalos de porcentajes de cobertura desde 2.6 hasta 6.5% (Tabla 9). Resalta el mayor porcentaje de cobertura de vegetación natural y la mínima cubierta de pastizal cultivado y agricultura temporal permanente consolida la propuesta de la creación de un ANP en la zona, y convalida la conclusión de Ramos-Reyes y Palomeque-de la Cruz (2023), quienes resaltan la necesidad de crear nuevas reservas territoriales en el municipio de Comalcalco, ya que es urgente conservar y restaurar los últimos ecosistemas en la región del Sureste de México.

**Tabla 9. Superficies de uso del suelo y vegetación SERIE VII en la zona propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

Categorías	Superficie (ha)	Porcentaje
Laguna interior (cuerpo de agua)	779	24
Pastizal cultivado	210	6.5
Pastizal halófilo	135	4.2
Agricultura temporal permanente	83	2.6
Manglar	1,546	47.6
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	493	15.2
Polígono Cinco Lagunas	3,246	100

**Hongos.** La riqueza de hongos (~ 200,000 spp. en México), se puede comparar con la riqueza de especies de insectos, en este sentido su diversidad cumple funciones indispensables para los ecosistemas, por ejemplo, como descomponedores y recicladores de nutrientes. A la par, son de importancia medicinal o como recurso alimenticio (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014). En el área que ocupa el municipio de Comalcalco las condiciones climáticas, las precipitaciones y la disposición de materia orgánica, son algunas de las características favorables para el desarrollo de la diversidad fúngica. De acuerdo con la CONABIO, en las zonas tropicales aún no se cuenta con el total de registros de sus especies, sobre todo las formas microscópicas. En Comalcalco se tienen reportadas alrededor de 53 especies de hongos, sin embargo estos registros no están incluidos en el área de Cinco Lagunas, y tampoco existe una referencia bibliográfica que indique qué especies están presentes. Los únicos datos de estos organismos son las tres especies reportadas, identificadas en los muestreos realizados.

**Plantas vasculares.** La vegetación, acuática o terrestre, es fundamental para la conservación de las especies, al ser hábitat y fuente de recursos para los organismos. México alberga alrededor del 7% de toda la riqueza de especies de plantas vasculares (23,314 spp.). Lo anterior lo coloca en cuarto lugar, por detrás de Brasil, China y Colombia (Mora-Olivo *et al.*, 2013).

La vegetación costera del Sur del Golfo de México, está caracterizada por manglares, selvas bajas y en zonas inundables por popales y tulares. La estructura de esta

vegetación arbórea y herbácea funciona como barrera protectora contra huracanes, así mismo reduce la erosión, filtra y retiene el agua, y fija carbono. En resumen, son clave para la estabilidad ecológica, sin contar que son relevantes para la economía y el bienestar de la población adyacente.

El área costera del municipio de Comalcalco, presenta manglares y vegetación hidrófila. Las formas arbóreas de mangle predominan, así como otras formas vegetales. En total, se han reportado al menos 452 especies en el municipio, lo que equivale a más del 50% de lo registrado para la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (CONABIO 2026). Particularmente, en Cinco Lagunas se pueden encontrar las especies principales de mangle: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*; así como hidrófitas como el espadaño (*Typha domingensis*). Su presencia indica que es un manglar mixto con una dominancia de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en los márgenes de las lagunas y el río. De acuerdo con los muestreos preliminares, fueron registradas 46 especies, siendo la familia Bromeliaceae (hierbas y arbustos tropicales), la que presentó mayor número de especies, casi el 20%. Con base en lo documentado y lo indicado por los pobladores, más del 90% de las especies tienen algún tipo de uso, que va desde el alimentario, medicinal, maderable, combustible, artesanal, ornamental o ceremonial. La especie de mangle negro (*A. germinans*) esta señalada por la NOM-059-SEMARNAT-2010, como amenazada, principalmente por su deforestación por el cambio de uso de suelo.

Con el propósito de obtener información preliminar de la estructura de la vegetación y la flora circundante del manglar se llevó a cabo un muestreo preliminar elaboró un listado florístico de las especies asociadas al manglar y se realizó el análisis de la estructura del manglar en la zona propuesta para el Área Natural Protegida Estatal de Cinco Lagunas.

El muestreo preliminar se basó en el método de Cuadrantes Centrados en Puntos (Cottan y Curtis 1956). Para ello se establecieron tres transectos de 100 m de longitud, con sitios marcados cada 10 m, de los cuales solo en uno se midió la estructura y en los otros únicamente se realizaron recorridos para el registro de las especies, considerando todas las formas biológicas (árboles, arbustos, hierbas, epífitas y lianas), incluyó su identificación a nivel específico y en el caso del mangle. En cada sitio se trazaron cuatro cuadrantes, para medir en cada uno la distancia del punto al individuo más cercano, así como la altura y el diámetro a la altura del pecho.

El inventario incluye aquellas especies enlistadas en alguna de las categorías establecidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas que se encuentren en

categorías similares en la normatividad internacional. Con este método se obtuvo la riqueza de especies, altura, diámetro a la altura del pecho, área basal, densidad, frecuencia, dominancia, valor de importancia, distribuciones diamétricas, e índices de diversidad de Shannon-Weinner.

El manglar de Cinco Lagunas está conformado por tres especies mangle (*Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*). Esto indica que es un manglar mixto dominado por *Rhizophora mangle* en los márgenes de las lagunas y en el río. Los tipos ecológicos de manglar fueron manglar de borde y manglar de cuenca. Las especies con mayor aporte diamétrico fueron *Rhizophora mangle* con  $15.2 \pm 13.8$  cm y *Laguncularia racemosa* con  $12.6 \pm 2.1$  cm (Tabla 10).

**Tabla 10. Parámetros estructurales evaluados en el manglar, con tamaños promedio ( $\pm 1$  desviación estándar) de las especies arbóreas y su Índice de Valor de Importancia (IVI).**

Especie	Diámetro	Altura	Área Basal	IVI
	(cm)	(m)	(m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Porcentaje
<i>Avicennia germinans</i>	19.8	14	0.27	13.19
<i>Laguncularia racemosa</i>	$12.6 \pm 2.1$	$9.3 \pm 1.1$	1.04	62.16
<i>Rhizophora mangle</i>	$15.2 \pm 13.8$	$11.2 \pm 3.0$	5.41	224.16

El mayor aporte basimétrico fue dado por *Rhizophora mangle* con  $5.41 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ . De igual modo, este mangle fue la especie con la mayor altura registrada  $11.2 \pm 3.0$  m y de mayor índice de valor de importancia 224.16%, superior a *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*.

La composición florística muestra un listado florístico de 41 especies pertenecientes a 34 géneros y 26 familias. Las familias que presentaron el mayor número de especies fueron Bromeliaceae y Leguminosae con nueve y cuatro especies. Sin embargo, el 85% de las familias estuvieron representadas por una especie. Entre estas 41 especies se registran tres especies no nativas y tres no nativas invasoras (Tabla 11).

**Tabla 11. Lista preliminar de especies registradas en el manglar ubicado en el subpolígono Oeste de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas (1=no nativa, y 2= no nativa invasora).**

Familia	Especie	Nombre común	Forma biológica
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	Árbol
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> <sup>1</sup>	Coco	Palma
	<i>Sabal mexicana</i>	Guano redondo	Palma
	<i>Roystonea dunlapiana</i>	Palma real mexicana	Palma
Avicenniaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	Árbol
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Macuilí	Árbol
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	Achiote	Arbusto
Blechnaceae	<i>Blechnum serrulatum</i>	Helecho de pantano	Helecho
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Árbol
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	Gallito	Epífita
	<i>Tillandsia balbisiana</i>	Piña de palo	Epífita
	<i>Tillandsia bulbosa</i>	Bromelia	Epífita
	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	Gallinita	Epífita
	<i>Tillandsia fasciculata</i>	Gallito	Epífita
	<i>Tillandsia recurvata</i>	Clavel del aire	Epífita
	<i>Tillandsia schiedeana</i>	Gallito	Epífita
	<i>Tillandsia streptophylla</i>	Bromelia	Epífita
	<i>Tillandsia usneoides</i>	Heno	Epífita
Cactaceae	<i>Deamia testudo</i>	Pitayita	Epífita
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Árbol

Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Mil hojas de agua	Hierba
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	Árbol
Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i>	Coyolillo	Hierba
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	Árbol
Leguminosae	<i>Cassia fistula</i> <sup>1</sup>	Lluvia de oro	Árbol
	<i>Dalbergia brownei</i>	Muco	Bejuco
	<i>Lonchocarpus gautemalensis</i>	Gusano	Árbol
	<i>Tamarindus indica</i> <sup>1</sup>	Tamarindo	Árbol
Malvaceae	<i>Hampea macrocarpa</i>	Majagua	Árbol
Meliaceae	<i>Melia azederach</i> <sup>2</sup>	Paraíso	Árbol
Orchidaceae	<i>Brassavola nodosa</i>	Dama de noche	Epífita
	<i>Catasetum intergerrimum</i>	Cola de pato	Epífita
Poaceae	<i>Leersia hexandra</i>	Lamedor	Hierba
	<i>Megathyrsus maximum</i> <sup>2</sup>	Camalote	Hierba
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Árbol
Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i> <sup>2</sup>	Noni	Arbusto
Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i>	Bejuco de costilla	Bejuco
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i>	Berenjenilla	Hierba
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Árbol
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Espadaño	Hierba
Verbenaceae	<i>Citharexylum hexangulare</i>	Palomillo	Árbol

En general, la forma de crecimiento dominante en el manglar de la propuesta del Área Natural Protegida Cinco Lagunas es la arbórea (14), seguida de las epifitas (12) y en menor proporción se encuentran los arbustos y bejucos y los helechos (Figura 26, Tabla 11).

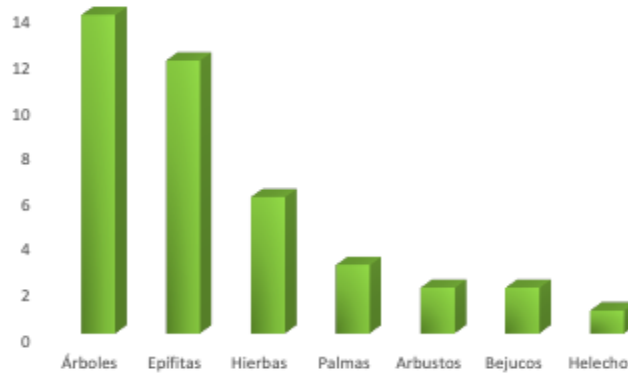


Figura 26. Distribución de las especies de plantas por forma de crecimiento en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

El manglar evaluado presenta una riqueza de especies muy uniforme, lo cual es consistente con este tipo de vegetación, sin embargo, son ecosistemas con una alta complejidad ecológica. Los valores de diversidad y equitatividad indican que el manglar de Cinco Lagunas presenta una distribución bastante homogénea en la abundancia de sus especies y de la repartición de los recursos (Tabla 12).

Tabla 12. Abundancia, Riqueza de especies (S), Diversidad de Shannon (H') y Equitatividad (E) del manglar muestreado en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tipo de vegetación	Abundancia	S	H'	E
Manglar	40	3	0.61	0.56



Fotografía 3. La orquídea *Dama de noche* (*Brassavola nodosa*) y la bromeliácea (*Tillandsia bulbosa*) como ejemplos de plantas registradas en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autores Adibel Arévalo y acervo laboratorio de Humedales DACBiol., respectivamente.

**Invertebrados Terrestres (Insectos y Arácnidos).** Los insectos y arácnidos mantienen el equilibrio ecológico, regulando las poblaciones de otros organismos, como en el caso de los arácnidos (Cardoso *et al.*, 2025), o participando en la polinización, la descomposición y el reciclaje de la materia orgánica, por ejemplo, los insectos (Verma *et al.*, 2023). Así mismo, son base de la alimentación de muchas especies. Sin ellos, podrían verse afectadas la estabilidad y la biodiversidad de los ecosistemas (Pérez-De la Cruz y De la Cruz-Pérez 2019). No obstante, su relevancia no se limita a la parte ecológica. Estos animales inciden en la salud humana: 1) Al ser vectores de virus o parásitos (por ejemplo, los mosquitos o garrapatas), causantes de enfermedades diversas, afectando el bienestar de las poblaciones. 2) Al causar la muerte por sus picaduras, aunque en este último caso, la tasa de mortalidad suele ser baja. En contraste, también pueden mitigar

la dispersión de patógenos ya que algunas especies pueden cazar o parasitar a insectos que transmiten agentes infecciosos (Verma *et al.*, 2023; Cardoso *et al.*, 2025).

Los insectos son el grupo de animales con mayor número de especies del planeta, su cantidad casi alcanza el millón de organismos descritos, y esto equivale a más del 92% de artrópodos (Pérez-de la Cruz y de la Cruz-Pérez 2019). Por su parte, en los arácnidos se han descrito más de 100,000 especies en el mundo. En Tabasco, el número de especies registradas es limitada, por ejemplo, de los insectos, solo hay reportadas 344 especies, que corresponde a menos del 2% de lo registrado para México y en Comalcalco es menos de la mitad (145 especies).

Los muestreos preliminares realizados en Cinco Lagunas evidenciaron la falta de estudios en la zona. De una sola colecta se lograron identificar 15 morfoespecies de insectos y tres de arácnidos, de las cuales diez se lograron identificar a nivel específico, y las demás a nivel género o familia. Lo anterior exhorta a enfocar esfuerzos para aumentar el inventario y conocimiento biológico de sus especies, las cuales son de gran relevancia como polinizadores, indicadores de calidad del agua, importancia para los agroecosistemas, o de importancia médica como el mosquito de la fiebre amarilla: (*Aedes aegypti*).



Fotografía 4. Ejemplos de invertebrados terrestres registrados en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. La tarántula mexicana de cadera roja (*Tlitocatl vagans*) y la araña de seda dorada (*Trichonephila clavipes*). Autor Jonathan Contreras Soberano.

**Invertebrados Acuáticos (Moluscos y Crustáceos).** Los moluscos junto con los artrópodos son los grupos de animales más numerosos en el planeta. Su diversidad y atributos biológicos les permite aprovechar el espacio y los recursos disponibles en la mayoría de los ambientes. En este sentido cumplen funciones esenciales para el

funcionamiento de los ecosistemas, como indicadores de la calidad del agua, así como un recurso fundamental para la alimentación de otras especies donde el humano está incluido. Para el estado de Tabasco se han registrado 175 especies de moluscos, 72 especies de crustáceos (Bueno *et al.*, 2005). De acuerdo a lo recolectado en Cinco Lagunas, de las seis especies de moluscos y 15 de crustáceos hay organismos de importancia comercial como el ostión (*Crassostrea virginica*) o el camarón de río (*Macrobrachium acanthurus*) cuya importancia es relevante tanto en la pesca costera como en la ribereña (Tunnell 2017; Mendoza-Carranza *et al.*, 2018). Aunque, el caracol corona (*Melongena melongena*), el cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) o la jaiba prieta (*Callinectes rathbunae*) son especies de menor relevancia comercial que las anteriores, son relevantes localmente por ser de consumo directo. Así mismo, se debe reconocer que ecosistemas como Cinco Lagunas son de vital importancia para muchas especies de estos dos grupos de invertebrados, ya que son zonas de crianza en sus estados iniciales de vida de estas especies.



**Fotografía 5. Caracol neritina oliva virginica (*Vitta virginea*) y mejillón (*Mytilopsis leucophaeata*) como ejemplos de especies de moluscos registrados en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor acervo laboratorio de Humedales, DACBiol.**

Por otro lado, la presencia del caracol malasio (*Melanoides tuberculata*), especie no nativa invasora de África, en el sistema de Cinco Lagunas, puede ocasionar graves problemas ecológicos, como sucede en el Sureste de México (Sánchez *et al.*, 2012; Juárez-Flores *et al.*, 2025), donde puede desplazar a otros moluscos nativos, la alteración

de las cadenas tróficas y por sus atributos biológicos, puede alcanzar densidades altas rápidamente, incluso en ambientes perturbados, afectando la biodiversidad y el equilibrio del ecosistema, por lo cual es importante el la conservación de la zona (Durán-Rodríguez *et al.*, 2024).

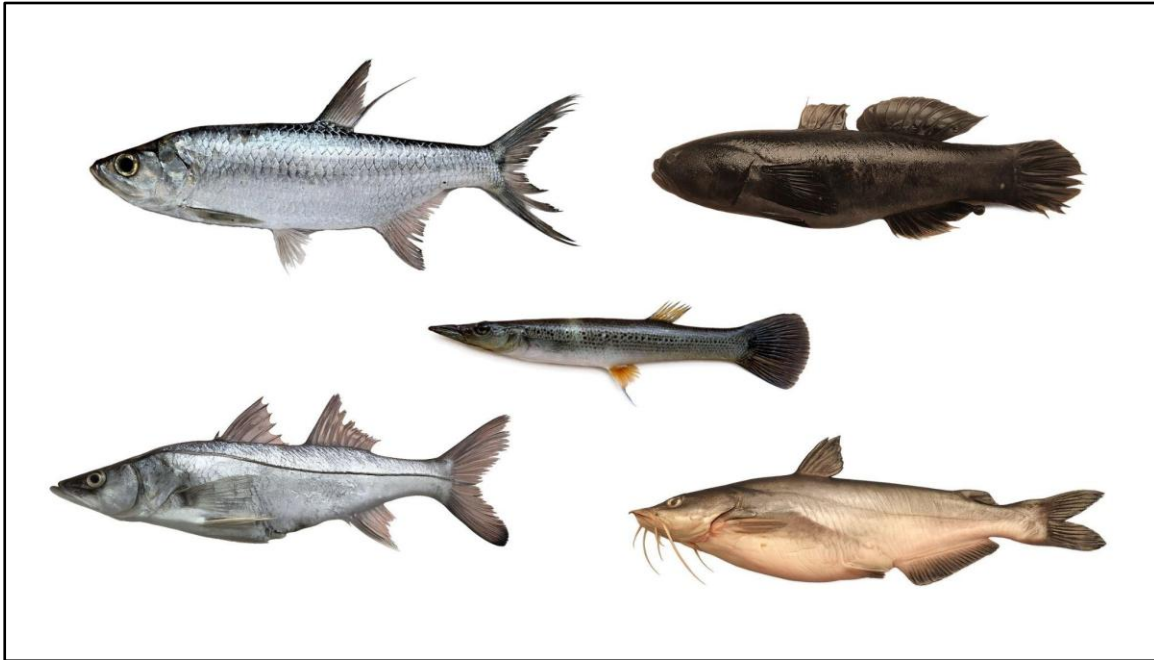
Aunque en el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas no se capturaron postlarvas y juveniles de camarones peneidos, es importante resaltar la amenaza que representa la invasión del camarón blanco del pacífico (*Litopenaeus vannamei*) debido a su registro en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona. La amenaza se sustenta en que esta especie de alto valor comercial por pesca y acuicultura ha sido adaptado en cultivos para tolerar hasta salinidades de 1.5 UPS, que están en los valores mínimos del intervalo de ambientes oligohalinos y por sus invasiones provocadas por la acuicultura registra una amplia distribución mundial como especie no-nativa invasora. El hecho es que esta especie de camarón no nativa invasora en el Golfo de México es también cultivada en los ecosistemas estuarinos de este mar marginal (Jayasankar *et al.*, 2009; Diario Oficial de la Federación 2011; Wakida-Kusunoki *et al.*, 2011) y que los dos sistemas fluviales en donde está el polígono Cinco Lagunas que registraron salinidades entre 1 y 7 UPS durante el muestreo preliminar y ambas se interconectan hidráulicamente durante todo el año con la Laguna Machona.



**Fotografía 6. La jaiba prieta (*Callinectes rathbunae*) y el cangrejo arborícola de manglar (*Aratus pisonii*) como ejemplos de crustáceos registrados en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autores Alberto Macossay Cortez y Jonathan Contreras Soberano, respectivamente.**

**Peces óseos.** Los peces, son el grupo más diverso de los vertebrados con una distribución y están distribuidos ampliamente en los ecosistemas acuáticos marinos, estuarinos y dulceacuícolas, además de ser un recurso de consumo y que puede generar ingresos económicos, indispensable para el bienestar humano. En los sistemas fluviales ubicados en la planicie costera del estado de Tabasco (Tonalá, Mezcalapa-Grijalva y Usumacinta) se registraron 185 especies (Florido *et al.*, 2026). Entre estas, las familias más diversas fueron los Cíclidos, Poecilidos, Gerreidae, Carangidae y Scianidae. Sin embargo el mayor número de especies son periféricas o marinas con tolerancia a salinidades menores a las marinas. A pesar de lo anterior, aún son necesarios mayores estudios para conocer su riqueza. En este contexto, no existe un inventario publicado, de las especies de peces en Cinco Lagunas, y son pocos los registros, para Comalcalco, de estos animales, en bases de datos especializadas (solo 10 spp.). En muestreos exploratorios, dentro de la zona de estudio, se lograron identificar 22 especies, algunas de importancia pesquera, como el sábalo (*Megalops atlanticus*), la castarrica (*Mayaheros urophthalmus*), la tilapia (*Oreochromis niloticus*) y el robalo (*Centropomus mexicanus*). Tomando como referencia la riqueza del complejo lagunar Carmen-Pajonal Machona (100 spp. Ramos-Palma 2006; Florido *et al.*, 2026), laguna Mecoacán (102 spp. Florido *et al.*, 2026), la RBPC (75 spp. Álvarez-Pliego *et al.*, 2021), es esperable que el número de especies pueda ser mayor ya que, debido a las características del humedal de Cinco Lagunas, pueden albergar una alta diversidad, que favorece el intercambio y residencia de peces secundarios, periféricos y migratorios (diádromos).

En relación a las especies no nativas invasoras, aunque fueron los primeros muestreos, es de gran relevancia que solo estuviera presente *O. niloticus* y que no registrara el pez diablo o bagre armado (*Pterygoplichthys* spp.). Su amplia adaptabilidad y dispersión, ha le ha permitido invadir gran parte de la planicie costera del Sur del Golfo de México (Sánchez *et al.*, 2015) y su ausencia en Cinco Lagunas podría sugerir una buena conservación del sistema relacionada a que esta especie no ha sido introducida por los aficionados a la acuariofilia, ya que la salinidad en el sistema fluvial no es un impedimento fisiológico para su establecimiento (Caps *et al.*, 2011; Álvarez *et al.*, 2015). En esta lista solo se incluye una especie en categoría de riesgo, la de *Megalops atlanticus*, cuyo estatus en la IUCN (2026) es señalado como Vulnerable a nivel global. Sin embargo, su situación particular para el Golfo de México, está indicada, por la misma Organización con la categoría de Datos Insuficientes (DD), lo que indica que la información que se cuenta para esta zona es limitada para poder evaluar su riesgo.



**Fotografía 7. Ejemplos de peces registrados en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. El sábalo (*Megalops atlanticus*), el bagre de agua dulce (*Cathorops aguadulce*), la guabina (*Guavina guavina*), el robalo gordo (*Centropomus mexicanus*) y el picudito (*Belonesox belizanus*). Autor Jonathan Contreras Soberano**

**Anfibios.** Los anfibios están estrechamente ligados a ecosistemas de agua dulce, humedales, selvas bajas inundables y zonas riparias. Son controladores de insectos y muy sensibles a la perturbación ambiental, lo que los convierte en excelentes indicadores de la salud ambiental (Aguillón-Gutiérrez 2019). A nivel mundial, México es el quinto lugar de riqueza de especies de este grupo con 376 spp. (Parra-Olea *et al.*, 2014). Sin embargo, en el Sureste de México, en particular en el área de Tabasco, los estudios sobre su riqueza han sido subestimados (Bueno *et al.*, 2005). En la actualidad se han registrado sólo 51 especies para Tabasco, por lo que se ubica en el lugar número 22 a nivel nacional (Barragán-Vázquez 2019). La información dispersa y la falta de investigaciones sobre este grupo, en el Sureste de México, solo muestra una fracción de su diversidad. En Cinco Lagunas, fue posible identificar a siete especies de Anuros (ranas y sapos), de los cuales solo la rana leopardo (*Lithobates berlandieri*) está Sujeta a Protección Especial, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo anterior es relevante pues debido a las actividades humanas que se realizan en la llanura de inundación del Río Grijalva (Palomeque *et al.*, 2017), se podría reconsiderar su estatus de riesgo.



Fotografía 8. Ejemplo de anfibio registrado en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. El sapo costero (*Incilius valliceps*). Autor Jonathan Contreras Soberano.

**Reptiles.** Así como en anfibios, México cuenta con una alta riqueza de reptiles. A nivel global, es el segundo país en diversidad de serpientes, lagartos, iguanas, cocodrilos, tortugas, entre otras (Barragán-Vázquez *et al.*, 2019). En Tabasco, la heterogeneidad de sus ambientes favorece la presencia de reptiles, sobre todo porque estos animales, a diferencia de los anfibios, pueden ser independientes del agua, lo que le permite aprovechar una mayor cantidad de hábitats disponibles. Sin embargo, al igual que los anfibios, los estudios limitados y la información dispersa solo permite conocer una fracción de su riqueza (Reynoso-Rosales *et al.*, 2005; Barragán-Vázquez *et al.*, 2019). Las 132 especies reportadas para Tabasco, es considerada como diversidad baja, ya que, en otros estados vecinos, por ejemplo, Chiapas y Veracruz, pueden llegar a presentar el doble de especies (Barragán-Vázquez *et al.*, 2019). En Cinco Lagunas, de acuerdo a la información documentada, avistamientos y recolectas se identificaron a seis especies, una de las cuales es no nativa invasora, *Hemidactylus frenatus*, comúnmente conocida como geco, chucho o besucona, proveniente de Asia. Así mismo, se logró tener un registro de la culebra mazacuata (*Boa imperator* antes *Boa constrictor*), la cual es considerada como especie "Amenazada" de acuerdo a los criterios de la NOM-059. Esta especie es muy relevante para el ecosistema pues se encarga de controlar las poblaciones de pequeños vertebrados como roedores o aves, lo que permite el

mantenimiento del equilibrio ecológico. En este contexto, de acuerdo a lo reportado para Tabasco, el 60% de las especies corresponden a serpientes, lo que hace suponer que el número de especies se incrementa con mayores censos.

De acuerdo a la composición de especies reportada para Tabasco, las serpientes componen el 60% de la diversidad, esto sugiere que el único registro en este muestreo subestima la riqueza de este grupo. Así mismo se evidencio la ausencia de lo quelonios (tortugas), lo que incentiva a continuar con los censos de estos organismos para incrementar el conocimiento de la comunidad herpetológica de Cinco Lagunas.



Fotografía 9. Ejemplo de reptil registrado en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. El toloque rayado costero (*Basiliscus vittatus*). Autor Jonathan Contreras Soberano.

**Aves.** Las aves constituyen el grupo de vertebrados mejor representado en Tabasco por su riqueza. El número de especies reportado (530 spp.) equivale a casi la mitad de las especies que se han registrado en todo el territorio mexicano (Valdez-Leal *et al.*, 2015). En Cinco Lagunas, el número de especies anotadas fue de 116, de las cuales el 70% fueron identificadas por censos visuales, el resto han sido documentadas. Solo una especie fue reconocida como no nativa, el gorrión doméstico, *Passer domesticus*.

Las aves son de gran relevancia para el ecosistema, son dispersores de semillas, polinizadores, controladores de insectos y pequeños vertebrados e indicadores de la calidad de los hábitats. Así mismo, como sustento; algunas especies reportadas para Cinco Lagunas son utilizadas para el bienestar de la comunidad adyacente, por ejemplo, el pato criollo (*Cairina moschata*) o el pijije (*Dendrocygna autumnalis*).

La lista de especies incluye a 19 aves con algún estatus de riesgo. Según la NOM-059, más de la mitad de estas aves que presentan este estatus (10 spp.) lo componen accipítridos (aves rapaces diurnas: águilas y gavilanes) y psitácidos (loros y pericos). Por otro lado, y de acuerdo a lo evaluado por la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024), sólo aparecen dos especies bajo amenaza, el playero diminuto (*Calidris minutilla*) y el perico pecho sucio (*Eupsittula nana*). En este contexto, es relevante mencionar que varias especies que se encuentran enlistadas como de "Preocupación Menor" por parte de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024), reciben un fuerte impacto al ser comercializadas de manera ilegal como mascotas, por ejemplo en el caso de los psitácidos (Chan *et al.*, 2021). En la lista aquí presentada, se distinguen dos especies. el perico frente blanca (*Amazona albifrons*) y el perico cachetes amarillas (*Amazona autumnalis*), que de acuerdo a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPa), son de las especies más afectadas por el tráfico ilegal (Hernández-Guzmán *et al.*, 2023), por lo que se debe poner atención a su cuidado.

La riqueza de aves registrada para Cinco Lagunas y en general para todo el estado de Tabasco (es uno de los ocho estados con mayor diversidad de aves), es consecuencia de la ubicación de la zona, al ser un punto intermedio donde se llegan a albergar especies neárticas y neotropicales como parte de la ruta migratoria o transitorias de varias especies, sumado a aquellas que son residentes (Valdez-Leal *et al.*, 2015). En este sistema el área es de suma importancia para su conservación.



Fotografía 10. Ejemplos de aves registradas en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Pájaro carpintero lineado (*Dryocopus lineatus*), y Aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*). Autores José Luis Hernández Hidalgo y Jonathan Contreras Soberano, respectivamente.

**Mamíferos.** Entre la fauna silvestre, la mastofauna en Tabasco sobresale por el mayor impacto antrópico, dado sobre todo por la pérdida de hábitats por la deforestación, las actividades agropecuarias, la urbanización y las contingencias ambientales (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2016). A pesar de contar con una amplia riqueza de especies (152 spp.), sólo el 36% de estas se encuentra en alguna categoría de riesgo (55 especies) y 14 de estas especies están en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010). Por ejemplo, el jaguar (*Panthera onca*), el saraguato (*Alouatta pigra*) o el manatí (*Trichechus manatus*).

En el polígono de Cinco Lagunas se registraron 10 especies de mamíferos (Anexo II). Cinco se obtuvieron de manera documental y el restante fueron registradas durante el muestreo preliminar: el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), el Murciélago frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*), Murciélago de charreteras mayor (*Sturnira hondurensis*), la Ardilla gris mexicana (*Sciurus aureogaster*) y el mapache (*Procyon lotor*). El oso hormiguero (*T. mexicana*) y el saraguato (*Allouatta palliata*), son especies en Peligro de Extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010). Los tlacuaches *D. virginiana* y *P. vossi*, y el saraguato son consideradas como especies amenazadas por la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024). Aunque no se incluyen en la lista de Cinco Lagunas, si es importante mencionar la presencia de perros y gatos en la zona, los cuales, repercuten negativamente en la fauna nativa según Cepeda-Duque *et al.* (2024).



**Fotografía 11. Ejemplos de mamíferos registrados en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. El murciélago frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) y la ardilla gris mexicana (*Sciurus aureogaster*). Autor Jonathan Contreras Soberano.**

El mayor número de especies de quirópteros (murciélagos) en la lista (cuatro spp.) evidencia la tendencia de la diversidad de mamíferos en la zona (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2016), ya que los murciélagos representan el 55% de las especies de mamíferos reportadas para Tabasco. Estos organismos son de vital importancia, como polinizadores, dispersores de semillas y controladores de plagas, en este sentido, su presencia es vital para el funcionamiento del ecosistema.

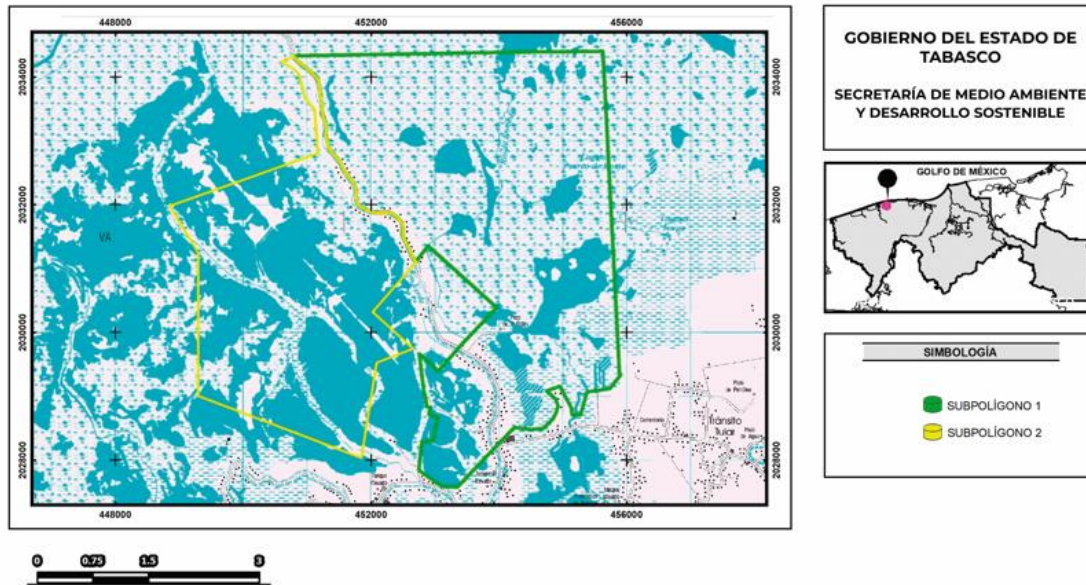
## **IIb. Razones que justifiquen el régimen de protección.**

La dominancia del manglar en dos sistemas fluvio-lagunares que albergan elevada biodiversidad de especies con una población ejidal organizada, capacitada, que está de acuerdo con decretar el ANP y consciente de continuar con el aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales fundamentan un régimen de protección de competencia estatal enfocado a favorecer sus fortalezas socioambientales que permitan impulsar oportunidades, detectar riesgos para su prevención y preservar la vocación natural del ecosistema. Estas características ambientales y socioeconómicas permitirán conservar los servicios ecosistémicos con acuerdos comunales y criterios ecológicos que promuevan la integridad ecológica, fortalezcan el bienestar común y el desarrollo de sus actividades culturales en concordancia con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Congreso de la Unión 1988) y Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco (Estado Libre y Soberano de Tabasco 2020). Entre estos criterios sobresalen: 1) dos sistemas fluvio-lagunares, 2) dominancia de manglar preservado y en

restauración natural, 3) biodiversidad representativa del estado de Tabasco y zona costera Sur del Golfo de México, 4) preservación de vegetación acuática sumergida que alberga elevada biodiversidad acuática, 5) protección de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y UICN, 6) registros de aves migratorias, 7) bioluminiscencia, 8) sumidero de carbón azul, 9) vulnerabilidad de la población ante el cambio climático, y 10) comunidad organizada que aceptan el régimen de protección natural de competencia estatal. Estos criterios se explican con más detalle en los siguientes párrafos.

**IIb1. Sistemas fluvio-lagunares.** El polígono Cinco Lagunas representa la primera ANP de competencia estatal enfocada totalmente a preservar parcialmente dos ecosistemas fluvio-lagunares interconectados con el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, ambos en la cuenca hidrológica Laguna Machona. Este sistema estuarino con una extensión de 11,833 ha (Contreras 1985), es el ecosistema estuarino más extenso del estado de Tabasco y cuarto lugar en el Sureste del Golfo de México, cuyo origen fue asociado con la sedimentación del Río Mezcalapa (Gutiérrez-Estrada *et al.*, 1983), lo que puede implicar un origen geomórfico similar para Cinco Lagunas. La fracción Este del polígono con un área aproximada de 2,025.77 ha (Figura 27) forma parte del sistema fluvio-lagunar Redonda-Cocal-Cocohital que también incluye a las Cinco Lagunas y Laguna Puente de Ostión. Mientras que, en la fracción Oeste del polígono con una extensión de aproximadamente 1,220.23 ha (Figura 27) se ubica en el Sistema fluvio-lagunar desembocadura del Río Santana-Laguna-La Plaquita.

La influencia del ambiente marino en ambos sistemas fluviales (Redonda-Cocal-Cocohital y Santana-Laguna La Plaquita) es permanente por medio de las corrientes de marea que ingresan primero por la Boca de Panteones, ubicada al Noreste de la Laguna Machona y después a través de un canal que se comunica a la Laguna la Redonda para el sistema fluvio-lagunar Redonda-Cocal-Cocohital y por otro canal cercano a la desembocadura del Río Santana para el sistema fluvio-lagunar Santana-Laguna-La Plaquita. El canal que conecta la Laguna Machona con la zona Sur de la laguna Cocal tiene una longitud de 14.6 km, mientras que, la distancia entre la desembocadura del Río Santana con la Laguna La Plaquita es de 11.38 km. Adicionalmente, el sistema fluvio-lagunar Redonda-Cocal-Cocohital y el subpolígono Este de Cinco Lagunas reciben temporalmente agua marina por la apertura de la barra de Tupilco (Figura 27). En el sistema fluvio-lagunar Redonda-Cocal-Cocohital, la influencia marina hacia la laguna Cocohital, que incluye la interconectividad superficial con el subpolígono Este de Cinco Lagunas a través de la Laguna Cocal, se mantiene por medio de los arroyos Verde y Tupilco, que transcurren 29.1 km paralelos a la línea de costa de acuerdo con INEGI (2021).



**Figura 27. Demarcación de subpolígonos por sistemas fluvio-lagunares y estado de conservación del manglar en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

En cambio, la influencia de aguas continentales proviene principalmente del Río Santana y sus escorrentías para el sistema fluvio-lagunar Santana-Laguna La Plaquita, y Río Verde, Arroyo Tular, más las escorrentías de la cuenca Laguna Machona para el sistema fluvio-lagunar Redonda-Cocal-Cocohital (INEGI 2021). Estas condiciones de flujo marino-estuarino y agua dulce en la llanura costera tabasqueña con un escurrimiento mayor al 30% explican el registro de ambientes estuarinos y de agua dulce en dos de los sistemas fluvio-lagunares más extensos de la costa de Tabasco. Asimismo, estas condiciones fluvio-lagunares favorecen la alta biodiversidad que incluye el manglar. Adicionalmente, como hipótesis, esta hidrogeomorfología favorece la influencia marina causada por el cambio climático global, la cual se ha traducido en la presencia de ambientes mesohalinos (5-7 UPS) en el subpolígono Oeste en donde también se observa la regeneración pasiva o natural del manglar.



Fotografía 12. Lagunas interiores en el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor Adibel Arévalo.

**IIb2. Dominancia de manglar preservado y en restauración natural.** Los manglares son una comunidad de arbustos y árboles de 1 a 30 metros de altura distribuidos en estuarios, lagunas costeras, deltas, desembocaduras de ríos e intermareas marinas en latitudes tropicales y subtropicales. Los manglares están regulados principalmente por la variación de los hidroperiodos y la microtopografía con capacidad de sobrevivir en agua salobre, agua de mar y en cuencas de evaporación (Kuenzer *et al.*, 2011). Estas plantas presentan adaptaciones fisiológicas y morfológicas especializadas, como raíces aéreas, tolerancia a la sal y semillas vivíparas, que les permiten desarrollarse en suelos fangosos, salinos, frecuentemente inundados y pobres en oxígeno. Su crecimiento está regulado por gradientes de salinidad, sulfuros, pH, potencial redox, luz, nutrientes y el hidroperiodo de inundación; mientras que su conservación depende del equilibrio hidrológico, la mitigación de presiones antropogénicas y la gestión sostenible que mantenga sus funciones ecológicas, como la protección costera, el almacenamiento de carbono y la provisión de hábitat para una elevada biodiversidad.

La importancia ecológica y económica de los manglares ha sido destacada por su alta productividad biológica, como fuente de áreas de crianza, alimentación, y protección de una alta diversidad de organismos, reconociéndose su valor como hábitats críticos en las zonas costeras debido a su alto valor de biodiversidad que incluye especies amenazadas, endémicas y brinda servicios ambientales importantes en beneficio para las comunidades. Las amenazas antrópicas y naturales en su conjunto han tenido un efecto

sobre la vida marina y en la diversidad de los hábitats costeros, siendo uno de estos hábitats, los manglares (Flores-Verdugo *et al.*, 2006). La elevada diversidad asociada con el manglar incluye prácticamente todos los reinos existentes, ya que albergan otras especies leñosas y herbáceas, hongos, artrópodos y vertebrados

Los procesos para el restablecimiento natural de las poblaciones de manglar, se da mediante la producción de propágulos, siendo clave en la dinámica de crecimiento y regeneración, para el mantenimiento de la estructura y función de este tipo de ecosistemas (Sousa, *et al.*, 2003). Debido a la relevancia que representan ante la actual crisis climática, los manglares han sido reconocidos como ecosistemas prioritarios para la conservación y para ello se han implementado distintos mecanismos de protección, tales como, la creación de sitios Ramsar, Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación y Áreas Naturales Protegidas a nivel estatal o Federal, a través de las cuales se promueva su protección. Los manglares son ecosistemas esenciales para mantener la biodiversidad, proteger las costas y apoyar a las comunidades locales, a través de esfuerzos coordinados y estrategias efectivas para asegurar la conservación de estos valiosos ecosistemas.

Desde un enfoque ecológico, los manglares constituyen bosques altamente productivos, capaces de almacenar grandes cantidades de carbono, estabilizar zonas costeras y ofrecer hábitats esenciales para numerosas especies marinas y terrestres. En México predominan cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*). Aunque existen dos especies más (*Avicennia bicolor* y *Rhizophora harrisonii*) con una distribución restringida en el estado de Chiapas y una variedad de *Conocarpus erectus* (*C. erectus* var. *sericeus*). Estas especies se pueden encontrar formando asociaciones vegetales o en bosques monoespecíficos (CONABIO 2025).

En la planicie costera del estado de Tabasco los bosques de manglar se distribuyen desde la parte superior del cordón litoral, pero se registran con mayor abundancia en la porción posterior del cordón litoral, donde están asociados con los abundantes ecosistemas acuáticos de agua dulce, fluvio-lagunares y estuarinos. La mayoría de estos ecosistemas acuáticos se extienden paralelos a la línea de costa con conexión al ambiente marino permanente directa o indirecta o temporal. Estos ecosistemas son alimentados de agua dulce por ríos principales y sus distributarios, canales y escorrentía, cuyo volumen está asociado con las variaciones espaciales y temporales de los ciclos de inundación que junto con los eventos hidrometeorológicos y la geomorfología regulan el



régimen de salinidad y los hidroperiodos (Hernández-Trejo *et al.*, 2019; Torres *et al.*, 2023). En el estado son cinco los municipios que cuentan con la mayor superficie de áreas de manglar: Paraíso, Cárdenas, Centla, Jalpa de Méndez y Comalcalco, y además hay pequeñas áreas de manglar en los municipios de Jonuta, Huimanguillo, Balancán, Tenosique y Emiliano Zapata. En el 2020, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 2025) estimó que en el estado de Tabasco se encuentran 49,225 ha de manglar a lo largo del litoral del estado.



Fotografía 13. Manglar en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor Adibel Arévalo.

**IIb3. biodiversidad representativa del estado de Tabasco y zona costera Sur del Golfo de México.** El estado de Tabasco se caracteriza por sus selvas húmedas, ríos caudalosos (Grijalva y Usumacinta), humedales y manglares, que sostienen especies emblemáticas como el jaguar, el mono aullador, el manatí del Caribe y el pejelagarto, además de una gran variedad de aves acuáticas y migratorias. Su franja costera está compuesta por más de 45 mil ha de manglares (rojo, negro y blanco) que funcionan como hábitat para diversas especies y protegen de la erosión marina. La riqueza del estado está reportada con más de 5,600 especies hasta ahora estudiadas, lo que la hace ser una de las zonas más biodiversas de México (CONABIO 2008). En relación al municipio de Comalcalco, su riqueza representa solo el 16% de Tabasco, por lo que muestra vacíos de información por la falta de estudios, pero también porque mucha de la información de su flora y fauna aún sigue siendo dispersa y de acceso restringido. Lo anterior se corrobora con los resultados obtenidos en el presente documento, pues lo reportado para

Cinco Lagunas equivale a una cuarta parte de la diversidad reportada para Comalcalco, a pesar de ocupar menos del 5% de su territorio y apenas el 0.13% del territorio tabasqueño.

En comparación con otras Áreas Naturales, Cinco Lagunas, también representa buena parte de su riqueza de especies, casi iguala en número de especies a la Reserva Ecológica del Río Playa y comprende el 76% de la diversidad del Parque Estatal Laguna Mecoacán a pesar de que este último presenta un área es cinco veces mayor a la de Cinco Lagunas (Tabla 13). En este sentido, se sugiere la conservación de la zona y realizar mayores estudios florísticos y faunísticos en esta zona pues comparte varias características con otras reservas como La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (la mayor Área Natural de Mesoamérica), que, al comparar, Cinco Lagunas solo representa el 1% de su área, pero cuenta con más del 17% de su diversidad (Tabla 14).

**Tabla 13. Número de especies: de los taxones representativos de flora y fauna por estado, municipio y propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

Taxones	Tabasco	Comalcalco	Cinco Lagunas	Cinco lagunas (porcentaje)
Hongos	478	53	4	0.84
Plantas vasculares	3,142	452	51	1.62
Moluscos	175	3	6	3.42
Insectos	344	145	15	4.36
Arácnidos	270	19	3	1.11
Crustáceos	72	2	15	20.83
Peces	362	11	22	6.07
Anfibios	32	11	7	21.87
Reptiles	132	25	8	6.06
Aves	530	187	116	21.88
Mamíferos	152	12	10	6.57
Total	5,689	920	257	4.52
Área	24,578 km <sup>2</sup>	723 km <sup>2</sup>	32.5 km <sup>2</sup>	0.13

**Tabla 14. Comparación del número de especies de los taxones representativos de flora y fauna en Áreas Naturales Protegidas. Reserva de la Biósfera de Pantanos de Centla=RBPC, Parque Estatal**

**Laguna Mecoacán=PELM, Reserva Ecológica Río Playa=RERP, y propuesta de Área Natural Protegida Cinco Lagunas (RECL).**

Taxones	RBPC	PELM	RERP	RECL	RECL (porcentaje)
Hongos	55	-	-	4	7.27
Plantas vasculares	815	120	166	51	6.26
Moluscos	22	10	-	6	27.27
Insectos	-	-	-	15	-
Arácnidos	-	-	-	3	-
Crustáceos	21	25	-	15	71.43
Peces	75	32	25	22	29.33
Anfibios	20	10	3	7	35
Reptiles	46	20	8	8	17.39
Aves	319	106	51	116	53.04
Mamíferos	65	15	17	10	15.38
Total	1438	338	270	257	17.87
Área	3,027 km <sup>2</sup>	173.8 km <sup>2</sup>	7.11 km <sup>2</sup>	32.5 km <sup>2</sup>	1.07

**IIb4. Preservación de vegetación acuática sumergida.** La presencia de la macrófita enraizada sumergida mil hijas de agua (*Ceratophyllum demersum*) y del pasto marino (*Halodule wrightii*) en las lagunas interiores del subpolígono Oeste y en la Laguna Cocal afuera del polígono, representa hábitat que albergan elevada diversidad y abundancia de fauna acuática asociada ya que son considerados sitios crianza y de mayor crecimiento poblacional por proporcionar refugio físico contra depredadores, estructuras físicas para su reproducción e incremento de presas. La combinación de la vegetación acuática sumergida con troncos hundidos aumenta aún más la diversidad de la biodiversidad acuática, al sumarse los organismos sésiles y xilofagos con los epibentónicos. Además, esta vegetación sumergida es una fuente relevante de sumidero de carbono azul (Sánchez *et al.*, 1996; Sánchez *et al.*, 2012; Lefcheck *et al.*, 2019; Sánchez *et al.*, 2024).

La captura de moluscos y crustáceos de talla pequeña junto con peces juveniles tempranos capturados en en la cola de zorro (*Ceratophyllum demersum*) y el pasto marino (*Halodule wrightii*) durante el muestreo preliminar (Tabla 15) aumenta la

relevancia ecológica del Área Natural Protegida Cinco Lagunas, ya que ambas especies de vegetación acuática sumergida son registradas como sitios protección, alimentación y crianza de fauna acuática. Ambas especies representan hábitat que albergan elevada diversidad y abundancia, sin embargo la actualización de su distribución y variabilidad es una hueco a cubrir con aproximaciones multiescala en espacio y tiempo (Sánchez *et al.*, 2012; Lefcheck *et al.*, 2019; Sánchez *et al.*, 2024). Sobre todo en los ecosistemas acuáticos de agua dulce, estuarinos y fluvio-lagunares localizados en el estado de Tabasco. En este tema resalta que las máximas tasas de crecimiento del pasto marino *Halodule wrightii* se reportan entre 30-40 UPS y las mínimas en el límite inferior de 5 UPS (Lirman y Cropper 2003) en ambientes oligo-mesohalinos. En la Laguna La Plaquita, México, ambas especies de vegetación acuática sumergida se colectaron en 7 UPS. A pesar de ser un valor bajo de salinidad, comparada a la marina (30-40 UPS), la mayor salinidad en esta subzona con respecto a la subzona de manejo sustentable de los recursos naturales, se puede explicar por la relación entre la mayor evaporación en profundidades menores a 60 cm y por el efecto del cambio climático por aumento del nivel del mar, ya que en la laguna Machona los valores de salinidad oscilan estacionalmente entre 17 a 20 UPS entre los canales que interconectan independientemente a Laguna La Redonda y a la desembocadura del Río Santana con la Laguna Machona (Gómez-Angulo 1978). Además, este autor mencionó que en la temporada de sequía se detectó notoriamente la penetración de la influencia marina.

**Tabla 15. Sitios de crianza de invertebrados acuáticos y peces asociados con dos especies de vegetación acuática sumergida en la subzona de recuperación en la propuesta de Área Natural Protegida Cinco Lagunas.**

Sitio	Especie	Peso planta (g)	Grupos de fauna	Peso (g)
La Plaquita	<i>Halodule wrightii</i>	22.984	Anélidos	0.0312
			Moluscos	0.1991
			Crustaceos	0.0103
			Peces	0.1849
Isla del Barí	<i>Ceratophyllum demersum</i>	22.7821	Moluscos	0.1293
			Crustaceos	0.1293
			Peces	2.6694



**Fotografía 14. Vegetación acuática sumergida registrada en las lagunas interiores ubicadas en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. La macrófita sumergida enraizada mil hojas de agua (*Ceratophyllum demersum*), y el pasto de los bajos (*Halodule wrightii*). Autores José Luis Hernández Hidalgo y Alberto Macossay Cortez, respectivamente.**

**IIb5. Protección de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y UICN.** En la lista de las 257 especies registradas en Cinco Lagunas (Anexo II), de las cuales el 79.8% están catalogadas en la categorías de especies consideradas en Preocupación Menor por la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024) y 16.7% de especies No Evaluadas o No Clasificadas. El restante 3.5% de las especies lo ocupan especies incluídas en las categorías Casi Amenazadas, En peligro, Vulnerable, Vulnerable con datos deficientes y Datos deficientes, lo que refleja un elevado grado de conservación en el polígono Cinco Lagunas con respecto a la lista preliminar de especies registradas o documentadas en el área de interés, lo que coincide con la información de los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad cercanos a la propuesta de Área Natural Protegida, la conectividad de los manglares de Tabasco y las áreas de importancia para la conservación, restauración y producción en México descritas en la sección II.g. Ubicación con respecto a las Regiones Prioritarias para la conservación determinadas por la CONABIO. Sin embargo, sobresale que la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2010)

considere al mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle negro (*Avicennia germinans*) y el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) como especies amenazadas, lo que resulta favorable para que queden protegidas en el Área Natural protegida Estatal Cinco Lagunas, ya que es una zona dominada por manglar y con una comunidad con prácticas de conservación de su cobertura. Adicionalmente, entre las 10 especies que la NOM-059-SEMARNAT-2010 incluye En Protección o Amenazadas destacan el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y las dos especies de manglar mencionadas por haber sido registradas en categorías menores de protección u omitidas por la IUCN Lo mismo ocurre con el loro de frente blanca (*Anhinga anhinga*), el pato criollo (*Cairina moschata*) o la garza tigre (*Tigrisoma mexicanum*) que son consideradas por la IUCN de preocupación menor.

Las especies consideradas en Preocupación Menor por la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024) fueron la categoría dominante en número de especies (83.7%) y en taxones representados (10 de los 11 taxones registrados). Además, en esta categoría se incluyeron la totalidad de las especies de reptiles, así como la mayoría de las especies de plantas, peces, anfibios y aves, Los arácnidos fueron las únicas especies excluidas (Tablas 16, 17).

Como se anotó, las especies No Evaluadas y No Clasificadas sumaron el 16.7% y están representadas por los 11 taxones. Resalta que la totalidad de las especies de hongos y el 93% de los crustáceos están incluidos en estas dos categorías (Tablas 16, 17). La carencia o falta de estudios de investigación en estos grupos es frecuente a nivel global, lo cual no implica desconocer u omitir su relevancia funcional y probablemente su estado de vulnerabilidad. por lo mismo es indispensable que las especies de estos taxones sean consideradas prioritarias en los diseños de los monitoreos, estudios sobre su posible asociación densodependiente con determinados hábitat, y las investigaciones sobre su biología y estado de conservación.

**Tabla 16. Número de especies citadas por categoría IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024) de las registradas y documentadas en la propuesta del Área Natural protegida Estatal Cinco Lagunas.**

Categoría IUCN	Número de especies	Porcentaje
No clasificada	9	3.5
No Evaluado	34	13.2
Datos Insuficientes	2	0.8

Preocupación Menor	205	79.8
Casi Amenazado	4	1.5
Vulnerable	3	1.2
Total	257	100

En las categorías de especies Casi Amenazado, En peligro, Vulnerable y Vulnerable con datos deficientes se agrupó el 2.7% del total de las especies, las cuales pertenecen a cuatro taxa y una especie de plantas, una especie de peces, dos especies de aves, y tres especies de mamíferos. Entre estas destacan el mono aullador (*Alouatta palliata*) En Peligro, el algodón mexicano (*Gossypium hirsutum*) Vulnerable, el sábalo (*Megalops atlanticus*) Vulnerable con datos deficientes y playero diminuto (*Calidris minutilla*), perico pecho sucio (*Eupsittula nana*) y los tlacuaches norteño y gris cuatro ojos (*Didelphis virginiana* y *Philander vossi*) (Tablas 16, 17).

**Tabla 17. Número de especies capturadas en el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas, incluidas por categoría IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024) (no clasificada=NC, no evaluado=NE, datos insuficientes=DD, preocupación menor=LC, casi amenazado=NT, vulnerable=VU . Grupos (Hongos=H, plantas=PI, moluscos=Mo, insectos=In, arácnidos=Ar, crustáceos=Cr, peces=Pz, anfibios=An, reptiles=R, aves=Av, y mamíferos=Mf).**

IUCN	H	PI	Mo	In	Ar	Cr	Pz	An	R	Av	Mf	Nota
NC				7	1	1						
NE	4	3	4	6	2	13		1			1	
DD		1		1								
LC		46	2	1		1	21	6	8	114	6	
NT										2	2	
VU		1					1				1	Algodón mexicano, sábalo, mono aullador
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>51</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>116</b>	<b>10</b>	<b>257</b>

El 89.1% del total de especies registradas y documentadas (Anexo II) en Cinco Lagunas no están clasificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2010). Entre las 28 especies incluídas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo III), sobresalen el pato criollo, oso hormiguero, y el mono aullador en la categoría de En Peligro de Extinción (Anexo III). El primero considerado En

Preocupación menor y el segundo En Peligro por la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024) (Tabla 18).

En la categoría de especies Amenazadas se consideraron tres especies de mangle, seis aves y dos reptiles: mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), gavilán zancón (*Geranospiza caerulescens*), carrao (*Aramus guarauna*), avetrero neotropical (*Botaurus pinnatus*), pelicano café (*Pelecanus occidentalis*), loro cachetes amarillos (*Amazona autumnalis*), aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*) y iguana negra (*Ctenosaura similis*) y la mazacuata (*Boa imperator*). Por último, en la categoría de especies Sujetas a Protección Especial se incluyeron la rana leopardo (*Lithobates berlandieri*), dos reptiles y 11 especies de aves (Anexo III). Mientras que la rana leopardo, al igual que muchos anfibios, son depredadores de insectos y son bioindicadores por su baja tolerancia a contaminantes y al cambio climático (por ejemplo, Graf 2022; Smith *et al.*, 2025) (Tabla 18).

**Tabla 18. Número de especies capturadas en el polígono Cinco Lagunas incluidas por categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Categorías	Número spp.	Porcentaje del total de especies (257)
En Peligro de Extinción	3	1.2
Amenazadas	11	4.3
Sujetas a protección especial	14	5.4
Subtotal	28	10.9



Fotografía 15. El oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) como ejemplo de especie en categoría En Preocupación menor NOM-059-SEMARNAT-20101 registradas en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor Jorge Arévalo López.



Fotografía 16. Ejemplo de especies amenazadas registradas en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Mangle negro (*Laguncularia racemosa*). Autor Alberto Macossay Cortez.



Fotografía 17. Ejemplo de especies en categoría Amenazadas registrada en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Pelicano café (*Pelecanus occidentalis*). Autor Jonathan Contreras Soberano.



**Fotografía 18. Guano redondo (*Sabal mexicana*) registrada en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor Alberto Macossay Cortez.**

**IIb6. Registros de aves migratorias.** Del total de 116 especies de aves registradas o documentadas preliminarmente en el polígono de Cinco Lagunas sobresalen las siguientes aves migratorias que residen en invierno; el playerito (*Actitis macularius*), el playero diminuto (*Calidris minutilla*), el maullador gris (*Dumetella carolinensis*), el zorzal moteado (*Hylocichla mustelina*), la calandria de Baltimore (*Icterus galbula*), el chipe corona café (*Limnothlypis swainsonii*), el chipe trepador (*Mniotilta varia*), el papamoscas viajero (*Myiarchus crinitus*), el chipe arroyero (*Parkesia motacilla*), el chipe charquero (*Parkesia noveboracensis*), el pelicano blanco americano (*Pelecanus erythrorhynchos*), el chipe encapuchado (*Setophaga citrina*), el pavito migratorio (*Setophaga ruticilla*) y la cerceta alas azules (*Spatula discors*) (Tabla 19).

**Tabla 19. Estrategias Ecológicas de las aves registradas en el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

Estrategia Ecológica de las aves	Número de especies	Porcentaje	Ejemplos
Migratoria de Invierno	14	12.1	<i>Calidris minutilla, Myiarchus crinitus, Pelecanus erythrorhynchos, Setophaga citrina, Spatula discors</i>
Migratoria de invierno, Migratoria de verano, Transitoria	1	0.9	<i>Riparia riparia</i>
Migratoria de invierno, Transitoria	1	0.9	<i>Sterna hirundo</i>
Residente	71	61.2	<i>Amazona albifrons, Cathartes aura, Quiscalus mexicanus</i>
Residente, Migratoria de invierno	22	19	<i>Agelaius phoeniceus, Mycteria americana, Zenaida macroura</i>
Residente, Migratoria de invierno, Migratoria de verano	2	1.7	<i>Icterus cucullatus, Passerina caerulea</i>
Residente, Migratoria de invierno, Migratoria de verano, Transitoria	2	1.7	<i>Hirundo rustica, Setophaga petechi</i>
Residente, Migratoria de verano	1	0.9	<i>Buteogallus anthracinus</i>
Residente, Transitoria	1	0.9	<i>Chaetura vauxi</i>
Transitoria	1	0.9	<i>Ictinia mississippiensis</i>



Fotografía 19. Ejemplos de aves migratorias registradas en el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. A) El Chipe encapuchado (*Setophaga citrina*), B) El Papamoscas viajero (*Myiarchus crinitus*) y C) El Pelicano blanco americano (*Pelecanus erythrorhynchos*). Autor Jonathan Contreras Soberano.

**IIb7. Bioluminiscencia.** En las lagunas de la zona denominada Cinco Lagunas se presenta el fenómeno de bioluminiscencia.

La bioluminiscencia es la capacidad de los organismos a emitir luz visible a través de una variedad de sistemas de reacciones quimioluminiscentes, que en general requieren de

una enzima activa llamada luciferasa y de un sustrato denominado luciferina que permite la reacción visual del fenómeno. Este fenómeno puede presentarse en organismos aislados o de manera coordinada formando espectáculos de gran belleza, como la bioluminiscencia del fitoplancton (Ramírez-Ponce y Vega-Badillo 2021).

Algunas de las causas y características asociadas con la bioluminiscencia incluyen a la presencia de dinoflagelados y bacterias, así como los movimientos del agua que pueden estimularla. La disponibilidad de nutrientes y las condiciones ambientales favorables también influyen en la proliferación de organismos bioluminiscentes. Los dinoflagelados (Dinoflagellata) emiten luz cuando son perturbados; entre las especies más destacadas se encuentran *Noctiluca scintillans* y *Gymnodinium breve* y entre las bacterias bioluminiscentes sobresale *Vibrio fischeri*. Asimismo algunos copépodos y otros organismos del zooplancton pueden producir luz, aunque esto es menos común (Wider 2010; Rojas-Alfaro *et al.*, 2020).

En conclusión, la bioluminiscencia se reporta con baja frecuencia en ecosistemas de agua dulce y su documentación es aún limitada. Hay registros en Bacalar, que es un sistema costero de agua dulce. En esta laguna, la bioluminiscencia puede ser causada por los dinoflagelados de agua dulce y bacterias que producen la luz, en particular se registra en ecosistemas eutrofizados y con mayor tiempo de residencia del agua (Doddoli 2025).

**IIb8. Sumidero de carbono azul.** En la zona propuesta dominan la comunidad de Manglar preservado, seguido de un manglar en restauración natural y su diversidad de flora es representativa del estado de Tabasco y en particular se establece vegetación acuática sumergida y en esta diversidad de productores primarios son relevantes en la producción de carbono azul de acuerdo con McLeod (2011).

Los manglares son ecosistemas costeros tropicales conformados por comunidades de árboles y arbustos adaptados a condiciones de salinidad, inundación periódica y suelos con bajo contenido de oxígeno. Se desarrollan en zonas intermareales como estuarios y lagunas costeras, donde desempeñan funciones ecológicas fundamentales y destacan por su elevada capacidad de almacenamiento de carbono, conocida como "carbono azul" (IPCC 2006; Alongi 2014). El carbono azul constituye un concepto central en las estrategias de mitigación del cambio climático, ya que reconoce el papel de los ecosistemas costeros como infraestructura natural capaz de capturar y almacenar dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de manera más eficiente que muchos bosques terrestres. Manglares, marismas salinas y praderas marinas funcionan como sumideros de carbono de largo

plazo, acumulando grandes cantidades de materia orgánica en sus suelos y sedimentos durante siglos (Herrera-Silveira 2019).

A nivel global, los manglares son reconocidos como uno de los ecosistemas más eficientes en la captura y almacenamiento de carbono, debido a la acumulación simultánea de biomasa aérea y carbono orgánico en el suelo. Estos ecosistemas pueden almacenar cantidades significativamente mayores de carbono por unidad de superficie que otros bosques tropicales (Donato *et al.*, 2011). En México, los manglares constituyen un componente clave de los ecosistemas costeros, particularmente en la región del Golfo de México, con valores que pueden superar los 1,200 Mg C·ha<sup>-1</sup>, especialmente cuando se considera el carbono del suelo (Herrera-Silveira *et al.*, 2016).

A nivel local, diversos estudios han documentado la importancia de los manglares de Tabasco como reservorios de carbono. Moreno-Cáliz *et al.* (2002), reportaron importantes reservas de carbono orgánico asociados a sedimentos en bosques dominados por *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*. Asimismo, Kauffman *et al.* (2016) reportan la acumulación de carbono no solo en el sedimento sino también en los diferentes compartimentos de biomasa: aérea, subterránea, así como en la necromasa. En ambas publicaciones, se destaca que el componente edáfico representa la mayor proporción del carbono total almacenado. Estos resultados coinciden con patrones observados a escala global y refuerzan la relevancia de los manglares del Sureste de México como sumideros de carbono de largo plazo (Kauffman *et al.*, 2020).

La captura de carbono por el manglar en la zona propuesta de Cinco Lagunas estimado en marzo de 2026 correspondió con que el carbono almacenado en la biomasa aérea en las tres especies de mangle mostró una marcada variación entre especies de manglar. La especie dominante *Rhizophora mangle*, presentó los valores más altos de biomasa y carbono por unidad de superficie, seguida por *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* (Tabla 20).

**Tabla 20. Estimación del carbono del manglar en el subpolígono Oeste en la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

Especie	Densidad (ind/ha)	Biomasa (Mg/ha)	Carbono (Mg C/ha)	CO <sub>2</sub> e (Mg CO <sub>2</sub> e/ha)
<i>Avicennia germinans</i>	9	1.59	0.75	2.74

<i>Laguncularia racemosa</i>	70	3.97	1.86	6.84
<i>Rhizophora mangle</i>	272	49.42	23.23	85.24

La dominancia de *Rhizophora mangle* influye significativamente en la magnitud del carbono almacenado en la biomasa aérea (ver Reporte de Flora). Esta especie presenta una mayor densidad, mayor tamaño estructural y sistemas radiculares complejos, lo que incrementa su contribución al carbono total (Tabla 20). Por otro lado, *Avicennia germinans*, especie que puede desarrollarse y alcanzar alturas y diámetros importantes, suele presentarse en densidades bajas, lo que explica su menor contribución relativa a los compartimentos de biomasa y carbono.

Potencialmente, el carbono almacenado en la biomasa aérea en las 2,800 ha del área de estudio es de aproximadamente 75,3490.19 Mg C lo que corresponde a 265,510.50 Mg CO<sub>2</sub> equivalente. Estos resultados reflejan la capacidad potencial del manglar de Cinco Lagunas para actuar como sumidero de carbono.

Las implicaciones para la gestión y conservación de los resultados resaltan la necesidad de proteger los manglares existentes en Cinco Lagunas, y de ser necesario, restaurar las áreas degradadas para integrarlas a las estrategias de carbono azul.

Sin embargo, la deforestación y la degradación de los humedales disminuyen su capacidad para retener carbono. El drenado y la desecación de estos ecosistemas estimulan la oxidación del carbono almacenado, ya que provoca la oxidación de la materia orgánica y la liberación de CO<sub>2</sub>, además de emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>, dependiendo de las condiciones hidrológicas, con la consecuente liberación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Los humedales degradados contribuyen de manera significativa a las emisiones globales de gases de efecto invernadero. En resumen, los humedales son ecosistemas vitales para la mitigación del cambio climático, y su conservación y restauración resultan esenciales para mantener su capacidad de almacenamiento de carbono (Mitsch *et al.*, 2013; Zou *et al.*, 2022).

**IIb9. Vulnerabilidad de la población ante el cambio climático.** La presencia del pasto marino *Halodule wrightii* en el subpolígono Oeste abre interrogantes respecto al efecto del nivel del mar con el incremento de la influencia marina detectada por medio del aumento de la salinidad en la columna de agua, intersticial y en el subsuelo. Es relevante que las máximas tasas de crecimiento de esta especie de pasto marino se reportan entre 30-40 UPS y las mínimas en el límite inferior de 5 UPS (Lirman y Cropper 2003) en ambientes oligo-mesohalinos. En la laguna La Plaquita, México, ambas especies de

vegetación acuática sumergida fueron colectadas en condiciones de salinidad de 7 UPS. A pesar de ser un valor bajo de salinidad, comparada a la marina (30-40 UPS), la mayor salinidad en esta subzona con respecto a la subzona de manejo sustentable de los recursos naturales, se puede explicar por la relación entre la mayor evaporación en profundidades menores a 60 cm y por el efecto del cambio climático por aumento del nivel del mar, ya que en la laguna Machona los valores de salinidad oscilan estacionalmente entre 17 a 20 UPS entre los canales que interconectan independientemente a Laguna La Redonda y a la desembocadura del Río Santana con la Laguna Machona (Gómez-Angulo 1978). Además, el último autor mencionó que en la temporada de sequía se detectó notoriamente la penetración de la influencia marina.

En este contexto, la disminución de los niveles de agua y el incremento en las concentraciones de sales se relacionan directamente con la interferencia en el paso de la luz necesaria para los productores primarios. Esta condición se asocia principalmente con la mayor evaporación derivada de la reducción del nivel del agua en el subpolígono Oeste, lo que favorece la concentración de sales, tal como ha sido documentado en otros ecosistemas (Jeppesen *et al.*, 2015). Bajo este escenario, la reducción en la claridad del agua se vincula con el aumento de materiales en suspensión (Lopera-Congote *et al.*, 2020), generando una condición moderadamente turbia (Data Stream Initiative 2021). No obstante, se observó que la sobresaturación de oxígeno predominó, lo que indica que, a pesar de la turbidez y la salinidad, los procesos de producción primaria continuaron activos, aunque bajo condiciones de estrés ambiental (Giomi *et al.*, 2023).

El incremento del nivel del mar impactará de manera significativa las zonas costeras de Tabasco, particularmente aquellas donde la población presenta mayor vulnerabilidad frente al cambio climático. Estas áreas se localizan frente a los sistemas lagunares costeros Carmen-Pajonal-Machona y Mecoacán, que constituyen espacios de alta fragilidad ecológica y social. En la barra de Tupilco se han registrado los intervalos de oleaje más elevados (Núñez *et al.*, 2016), fenómeno que coincide con un marcado índice de erosión costera. La relación entre la altura del oleaje y el grado de erosión ha sido documentada previamente (Hernández *et al.*, 2008), confirmando la estrecha vinculación entre procesos hidrodinámicos y retroceso de la línea de costa.

En este contexto, el avance transgresivo de la costa alcanzó un área de 211,962.97 m<sup>2</sup>, mientras que el retroceso fue de 449,997.58 m<sup>2</sup> en el tramo comprendido entre la boca Panteones y la barra de Tupilco, durante el periodo de 1995 a 2008. No obstante, esta área resultó clasificada con un índice bajo de vulnerabilidad, lo que sugiere que la magnitud de la erosión no siempre se traduce en un nivel proporcional de riesgo social,

sino que depende también de factores como la densidad poblacional, la infraestructura expuesta y la capacidad de adaptación local (Ortíz-Pérez *et al.*, 2010).

**IIb10. Comunidad organizada que acepta el régimen de protección natural de competencia estatal.** Esta comunidad reconoce que la Declaratoria de Reserva Ecológica representa una oportunidad estratégica, para demostrar como la conservación del área puede vincularse con esquemas de servicios ecosistémicos integrando el conocimiento científico y el conocimiento tradicional con la participación social. Esta articulación resulta especialmente relevante ante el reto de fortalecer la gestión y gobernanza comunitaria, generando ingresos sustentables y cumpliendo con los compromisos climáticos nacionales e internacionales.

La población del ejido Lázaro Cárdenas ha participado activamente en todas las actividades relacionadas con la propuesta de Área Natural Protegida de competencia estatal. Ellas y ellos reconocen el valor ecosistémico del manglar, y por lo mismo, en el caso de este estudio técnico justificativo, han colaborado en dos reuniones informativas, obtención de documentación de sus archivos, guías y acompañamiento en actividades de los cinco muestreos preliminares diurnos y nocturnos, ayuda en la captura y registro verbal de especies avistadas por ellas o ellos, y participación en el taller de percepción social. Este taller se basa en el Método de Diagnóstico y Evaluación Rural Participativa propuesto por Expósito (2003) con aportes de Gallegos (1999), ya que este método permite la reflexión y comprensión de la realidad social que la localidad experimenta. En el taller participaron 20 ejidatarios, distribuidos en 17 hombres y tres mujeres, quienes expresaron que se han mantenido unidos desde la conformación del Lázaro Cárdenas. El ejido se integra por 33 ejidatarios, la mayoría son quienes impulsaron la conformación del ejido, sin embargo, hay relevo generacional mediante la participación de los hijos de algunos ejidatarios fallecidos o que presentan problemas de salud, quienes asumen su rol dentro de las asambleas y actividades. Los ejidatarios mantienen interés por aprovechar los recursos del ecosistema lagunar mismos que les ha permitido contar con financiamiento no solo del gobierno, sino también de empresas del ramo petrolero mediante capacitaciones y asesorías para el desarrollo de proyectos basados en los servicios ambientales del ecosistema, impulsando el ecoturismo comunitario con recorridos en las lagunas y bosques de manglar, servicios de alimentos de pescados y mariscos, pesca, ostricultura, limpieza de playas, aprovechamiento de la madera de manglar y su transformación en carbón, y últimamente la elaboración de productos derivados de la apicultura. Éste último desarrollado por las mujeres.

Los ejidatarios, señalan que son un grupo unido para el bienestar común, conocen su territorio y han logrado diversidad de apoyos mediante las gestiones, liderados por sus representantes morales y ejidales. Cuentan con un expediente amplio que documenta los procesos administrativos, proyectos desarrollados, actas de asamblea y registro de líderes ejidales, lo que demuestra la capacidad de organización, gestión y evaluación de proyectos desarrollados e incluso los que no han logrado los objetivos previstos. Resultado del taller se obtuvo una matriz FLOR, la cual permitió identificar las Fortalezas, Logros, Oportunidades y Retos (Tabla 21).

**Tabla 21. Matriz FODA obtenida en la comunidad Lázaro Cárdenas.**

<b>Fortalezas</b>	<b>Logros</b>
Unión ejidal Conocimiento y aprovechamiento sustentable del ecosistema Organización y disponibilidad (saben escuchar, dialogar y negociar) Acompañamiento local y externo (autoridades locales y empresas) Capacidad de gestión y liderazgo Actualización de conocimiento por medio de capacitaciones y asesorías continuas Unión y apoyo familiar (participación de las mujeres en la conservación de los recursos y gastronomía)	Reconocen el valor biológico y económico de los recursos ecosistémicos Gestión del uso común Cuidado y aprovechamiento sustentable del territorio Mantenimiento de usos y costumbres para la toma de decisiones Transferencia de conocimiento entre las generaciones Respeto de vedas establecidas para la pesca de especies de interés comercial Diversificación de actividades productivas (apicultura, medicina tradicional) Memoria socio-histórica del ejido y sus proyectos
<b>Oportunidades</b>	<b>Retos</b>
Decreto de reserva ecológica Implementación de estrategias de uso y aprovechamiento sustentable de los recursos Vinculación con instituciones educativas y de investigación Desarrollo de estudios para un mejor entendimiento de la riqueza biológica del territorio Diversificación económica Identificación e implementación de Unidades de Manejo Ambiental Conformación de nuevos liderazgos Gestión y participación comunitaria Inclusión de las mujeres y jóvenes	Lograr el consenso para el desarrollo de proyectos en el ejido Identificar tensiones y conflictos que pongan en riesgo el desarrollo del ejido Sensibilización ambiental dirigida a localidad de Lázaro Cárdenas y zonas aledañas, respecto al decreto de Área Natural Protegida de competencia estatal y sus beneficios Comunicación clara y oportuna de los procesos y procedimientos a seguir con el fin de evitar la desinformación Conformación de alianzas para la construcción de estrategias de conservación y financiamiento

La población actúa como gestores activos y participantes de procesos formativos como capacitaciones, estudios e intervenciones técnicas y en educación ambiental con el acompañamiento de instituciones gubernamentales de los tres órdenes de gobierno, centros de investigación e instituciones educativas, que han permitido el manejo sustentable del área y han fortalecido la gestión y organización comunitaria. Como ejemplos, desde 2016 se programaron 10 talleres de capacitación con temas solicitados por los ejidatarios, de los cuales en el Informe de Actividades del proyecto de Mejores Prácticas para el Manejo del Manglar, en los cuales se registró la participación del 100% de los ejidatarios. Entre estos talleres, destacan los cursos enfocados al manejo y control de incendios, empoderamiento de la mujer en las comunidades rurales, huertos familiares de traspatio, producción de pollo orgánico, producción de miel de abeja como alternativa asociada con el manglar.





**Fotografía 20.** Taller de percepción social en la comunidad ejidal Lázaro Cárdenas. Autores acervo fotográfico del laboratorio de Humedales y Ana Rosa Rodríguez, respectivamente.

Adicionalmente tienen un Plan de Mejores Prácticas de Manejo (PMPM) se incluyeron las actividades básicas de conservación enfocadas a mitigar o detener los riesgos y amenazas vinculados a la tala clandestina, cazadores furtivos y pérdida de la vegetación y contaminación. Estas actividades son la limitación el pastoreo intensivo, vigilancia y combate de incendios, señalización de áreas incorporadas, programación de talleres de capacitación, evitar el cambio de uso de suelo en 600 ha, y conservar y mantener la cobertura de 600 ha de manglar. Por lo mismo, los ejidatarios se han comprometido a conservar los manglares debido a que están conscientes de los beneficios económicos y ambientales que estos les ofrecen a sus familias. Así mismo, la UMA enfocada al aprovechamiento de los manglares muertos está dirigida a preservar la cobertura del manglar y producir carbón como una actividad que apoye a la economía y bienestar ejidal.

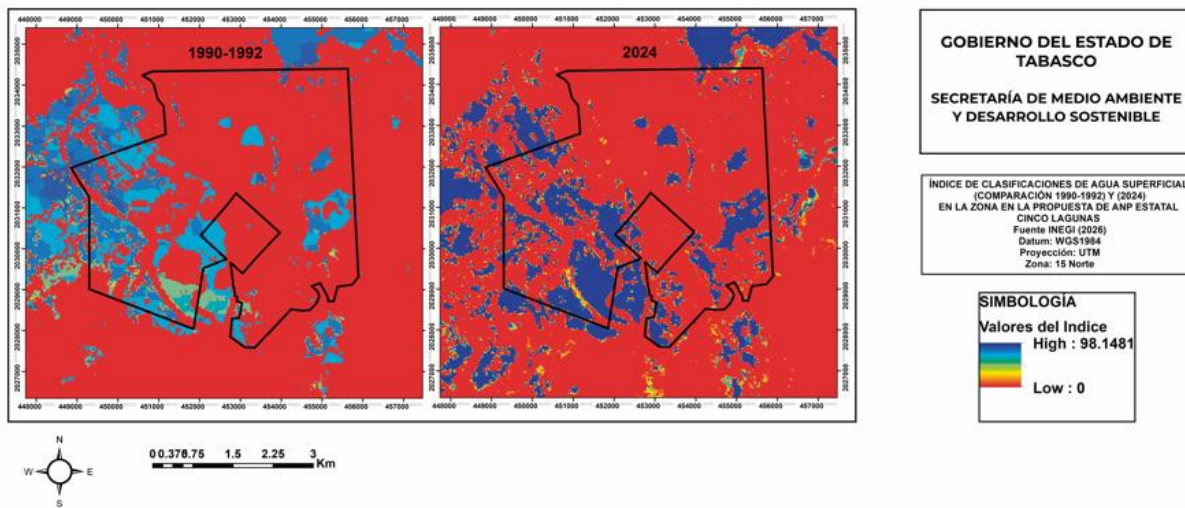
En conclusión, la propuesta de ANP estatal Cinco Lagunas cubre los objetivos generales de las ANP en México, en el estado de Tabasco y el decreto publicado recientemente sobre el interés público prioritario del turismo comunitario (Congreso de la Unión 1988; Estado Libre y Soberano de Tabasco 2020; Gobierno del Estado de Tabasco, Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático 2024); Presidencia de la República 2026) representa una oportunidad para las y los ejidatarios pues fortalecerá a los

servicios ecoturísticos ya realizados y por lo mismo aporta positivamente a la propuesta del área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

## **IIc. Descripción y estado de conservación de los ecosistemas y especies que se pretenden proteger, así como los fenómenos naturales presentes en la zona.**

El Índice de Clasificaciones de Agua Superficial desde el Espacio (ICASE) Landsat es un producto de análisis geoespacial experimental que proporciona información sobre la presencia de agua superficial en el territorio mexicano. El ICASE consiste en una colección de mosaicos nacionales que corresponden a distintos periodos de tiempo, principalmente anuales (1982-2020). Cada mosaico del ICASE es un mapeo del nivel de la presencia de agua identificada en imágenes de satélite Landsat, mediante un árbol de regresión que considera las bandas espectrales, así como razones de diferencias normalizadas. Con el uso del ICASE como insumo principal y la Geomediana (Geomediana Landsat 2020) como apoyo visual para verificación, es posible hacer análisis temporales, de manera regional o individual, de ecosistemas acuáticos, con el fin de evaluar y entender su comportamiento, tomando como parámetros elementos morfológicos, estadísticos y estacionales (INEGI 2021).

El Índice de Clasificaciones de Agua Superficial desde el Espacio muestra valores entre 50 y 80% de agua detectada en la zona en el periodo de 1990-1992, mientras que, para el año 2024, se observa en el mismo polígono el 100% de agua detectada por el ICASE (Figura 28), lo anterior demuestra una extensión similar entre ambos periodos (una escasa variación en la extensión superficial) y un incremento de agua detectada como persistente en los sistemas acuáticos del área de Cinco Lagunas.



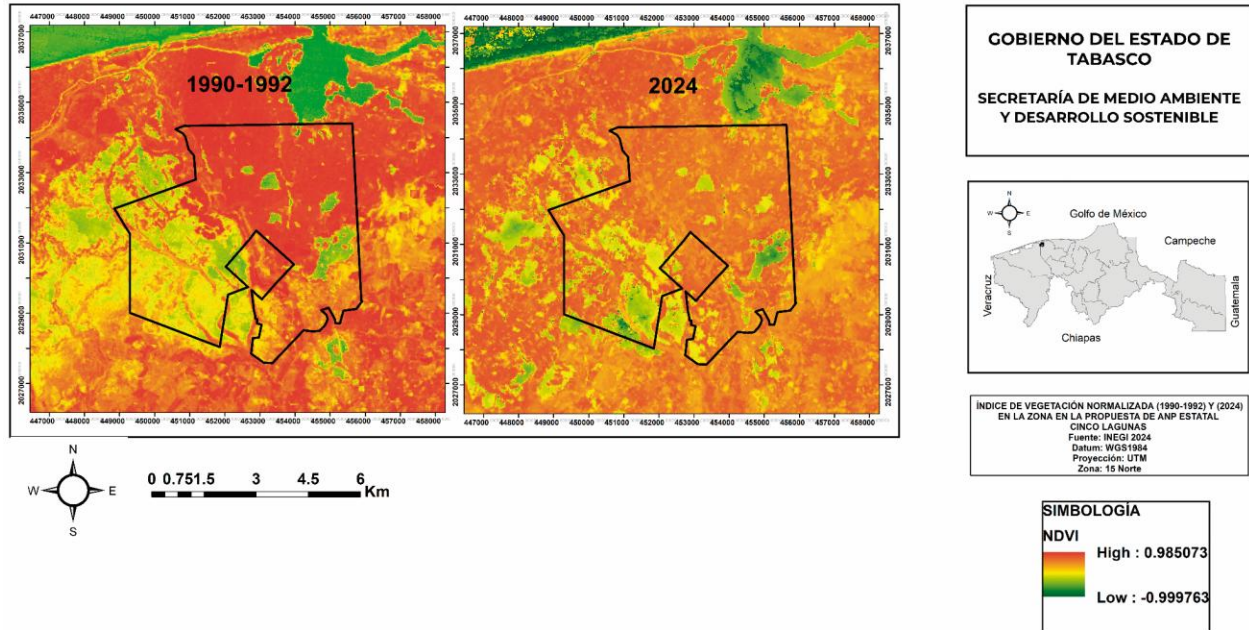
**Figura 28. Índice de Clasificaciones de Agua Superficial en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Comparación entre 1990-1992 y 2024.**

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) se basa en la relación entre la reflectancia por los rasgos en la superficie terrestre en dos regiones del espectro electromagnético, así como la emisión de una luz roja e infrarroja (infrarrojo cercano). El NDVI aprovecha que valores bajos de luz reflejada en el color rojo, combinados con alta reflexión en el infrarrojo, indican una mayor actividad fotosintética o cantidad y densidad de plantas verdes, muestra la magnitud en que se manifiesta la actividad fotosintética de la vegetación, la cantidad de biomasa, la fenología y el estado en general de la vegetación en cultivos o la natural (INEGI 2022b).

En el área de Cinco Lagunas, la hidrografía superficial solo detecta seis lagunas perennes en el subpolígono Este, mientras que los sistemas lénticos del subpolígono Oeste no los determina como perennes por ser someros (profundidad máxima de 0.4 m). Esta diferencia de profundidad, probablemente marque la escala del NDVI en los ecosistemas acuáticos.

El NDVI del periodo 1990-1992 presenta valores altos (cerca de 0.98) en 65% de la cobertura del área propuesta, principalmente en el subpolígono Este, en este mismo subpolígono hay valores bajos que indican ecosistemas acuáticos perennes; mientras que en el subpolígono Oeste se observan valores intermedios del NDVI de cobertura, además de valores bajos que indican sistemas lénticos someros. En el año 2024, un incremento en el porcentaje de la cobertura de valores intermedios a altos, principalmente en el subpolígono Oeste, con valores bajos en la sección Sur del área de interés (Figura 29). Al comparar ambos periodos de tiempo, los valores del NDVI muestran, en general, un incremento hacia valores elevados de cobertura en la zona de Cinco Lagunas, lo que marca una restauración natural del manglar, principalmente en el subpolígono Oeste.

La serie de mosaicos denominados Geomediana Landsat, se construye mediante el procesamiento y análisis de todas aquellas imágenes de los satélites Landsat, que captan alguna porción del territorio nacional. Este procesamiento consiste en agrupar todas las imágenes de un mismo año y alinearlas de acuerdo al territorio que cubren. La geomediana es el resultado de buscar la imagen que mejor representa todas las imágenes de un mismo año. El resultado final son mosaicos continuos y libres de ruido (nubes y sombras), que preservan las relaciones multi-espectrales. La serie Geomedianas Landsat provee de una fuente idónea para la aplicación de métodos de ciencia de datos para analizar fenómenos con una periodicidad anual y que se reflejan en el territorio de manera persistente. Ejemplos de estos fenómenos son: crecimiento de las ciudades, cambios de uso de suelo, extensión de grandes ecosistemas acuáticos, degradación del suelo, entre otros.



**Figura 29. Índice de vegetación normalizada en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Comparación entre 1990-1992 y 2024.**

En el polígono de Cinco Lagunas, la Geomediana Landsat presentó marcadas diferencias entre el periodo 1990-1992 y el año 2024. En el primer periodo, los valores observados en el subpolígono Oeste fueron bajos, mientras que en el subpolígono Este fueron valores intermedios. Resalta el incremento en los valores de las medianas geométricas en ambos subpolígonos, principalmente en el Oeste (Figura 30). Los valores de las Geomedianas Landsat indican, en general, un incremento en cobertura vegetal en la zona de Cinco Lagunas, que coincide con una restauración natural del manglar, esencialmente en el subpolígono Oeste.

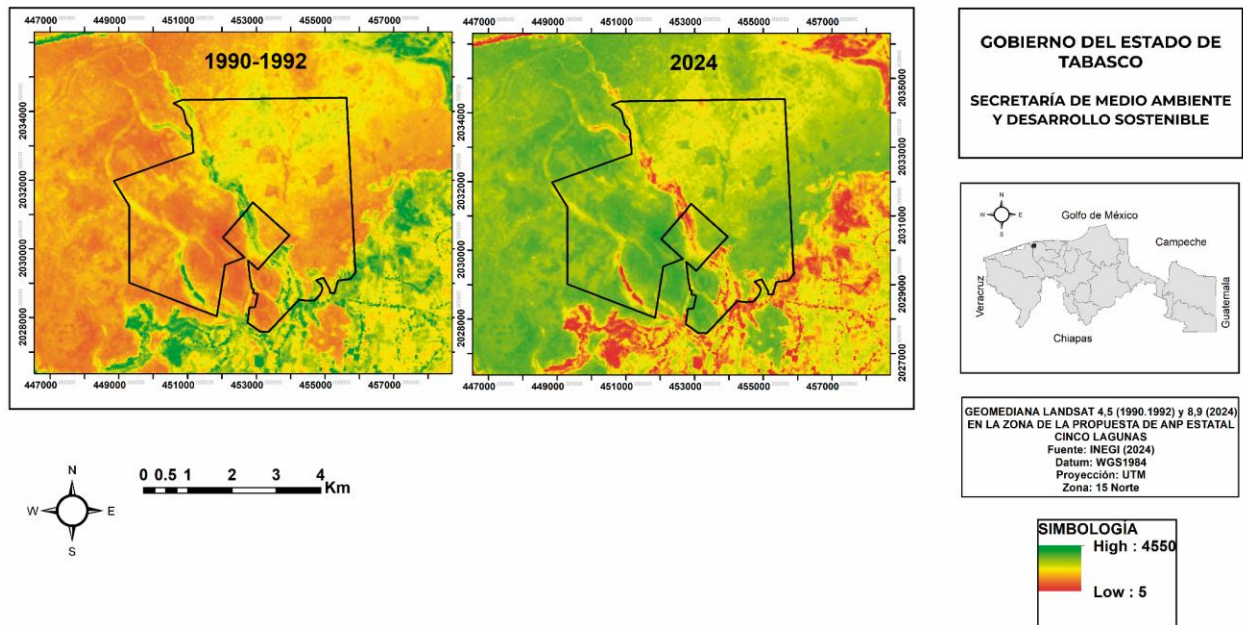


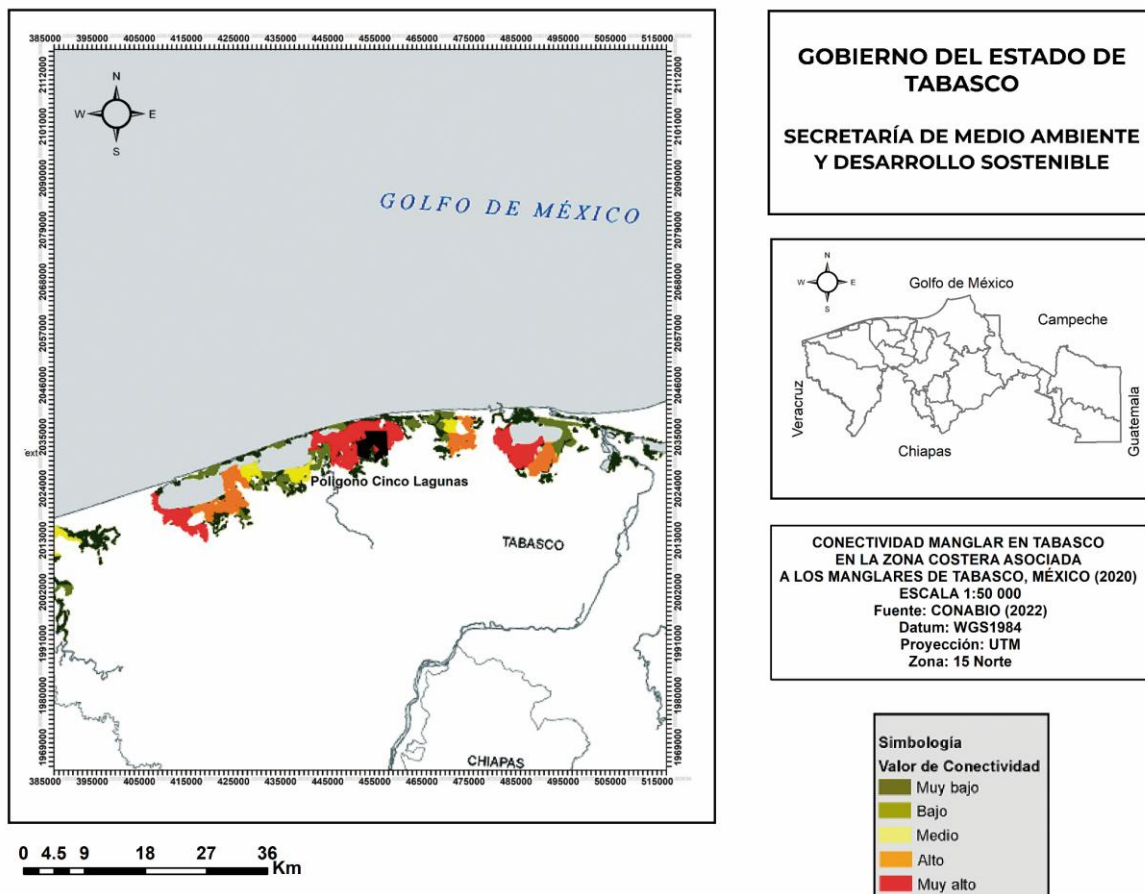
Figura 30. Geomedianas Landsat en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Comparación entre 1990-1992 y 2024.

## IId. Relevancia, a nivel regional y estatal, de los ecosistemas representados en el área propuesta.

Este sitio forma parte del sistema lagunar más importante del estado de Tabasco Carmen-Pajonal-Machona, en el Golfo de México, requiere ser conservado urgentemente debido a los cambios que se han originado por la intrusión de agua de mar a través de la apertura de la Boca de Panteones, este fenómeno de sucesión ecológica de gran impacto ambiental no ha sido evaluado. Esta situación también ha llevado a que actualmente exista un conflicto social muy fuerte en la zona debido a la salinización de tierras agrícolas (Hernández-Melchor *et al.*, 2016).

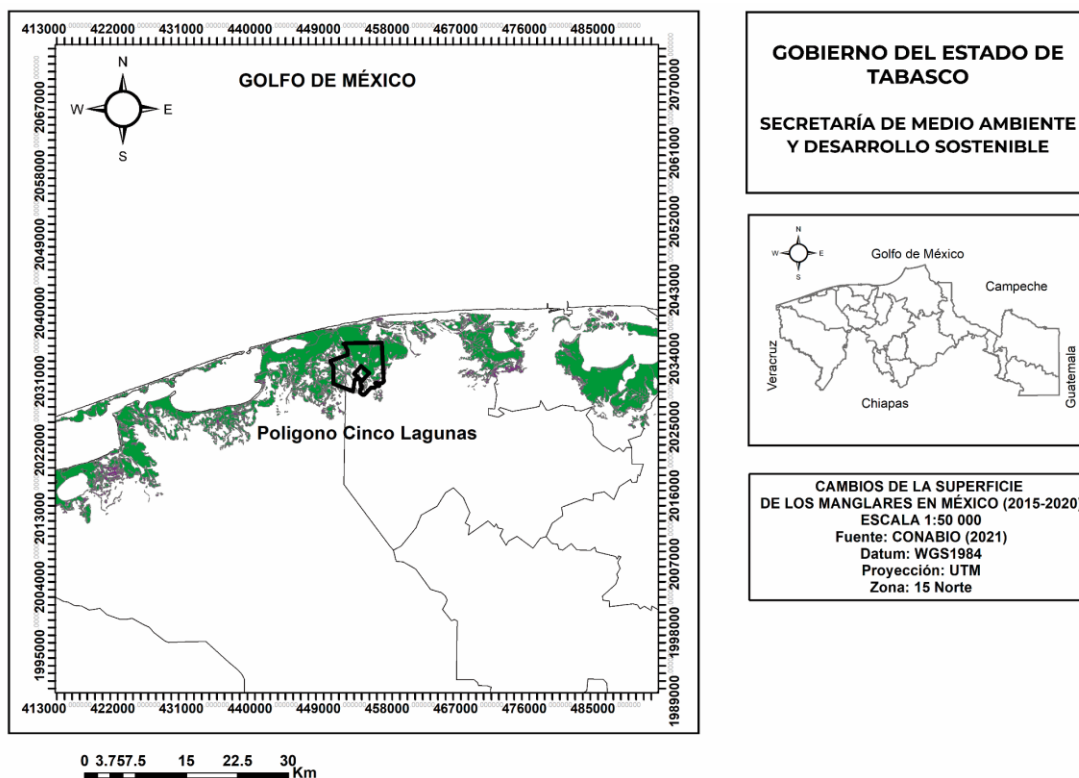
Para la cobertura de manglar del estado de Tabasco del año 2020, los valores del Índice Integral de Conectividad (IIC) de cada uno de los parches de manglar del estado se obtuvieron a través del programa Conefor. Para cada polígono se utilizó un rango de 0 a 1. Con este intervalo se asignaron cinco categorías: Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy alto, representados en la figura 31.

El polígono de Cinco Lagunas se ubica en la zona de mayor cobertura de manglar en el estado, con un Índice Integral de Conectividad "Muy alto" en términos de importancia para la conectividad espacial (Figura 31). Esta categoría implica la presencia de enlaces entre los parches de manglar que permiten la conservación de la biodiversidad y las funciones ecológicas de éstos. Cabe resaltar que en la parte Norte del subpolígono Oeste se observa un azolvamiento con incremento en la salinización de suelos que permite la recuperación y una mayor extensión del manglar. En adición, el mantenimiento de la conexión hídrica es fundamental para la supervivencia, salud y conectividad ecológica de los manglares. Por lo anterior, es imprescindible la priorización de la conservación del área propuesta de Cinco Lagunas por su relevancia estatal de integridad del paisaje y servicios ecosistémicos.



**Figura 31. Conectividad del manglar en la zona costera de Tabasco.**

Los cambios de la superficie de los manglares en México (2015-2020) están representados en el paisaje de la zona costera asociada a dicha comunidad vegetal, como resultado de la intersección de los mapas de uso de suelo y vegetación de los años 2015 y 2020 (Figura 32). A nivel nacional, la mayor superficie de manglar se observa sin cambios con 685,825 ha, seguida de la ganancia en superficie con 210,511 ha, lo cual indica un 95% de superficie de cobertura nacional de esta vegetación (Tabla 22).



**Figura 32. Cambios de la superficie de los manglares en México (2015-2020).**

Una tendencia similar a la del país se observa en el polígono propuesto de Cinco Lagunas, con la mayor cobertura de manglar sin cambios, mientras que se presenta una

ganancia en dicha cobertura, principalmente, en la parte Sur del polígono. La pérdida de superficie de esta vegetación tropical es mínima y está asociada con la vía terrestre principal, caseríos y los canales que conectan a la laguna De Enmedio con las lagunas Puerco de Monte y Cocal (Figura 32). La conservación e incremento de la superficie de cobertura del manglar es crítica en Tabasco, donde estas poblaciones están estrechamente vinculadas con importantes sistemas fluviales y comunidades altamente vulnerables por el cambio climático. Cabe resaltar el compromiso de los ejidatarios en tomar acciones que reduzcan la presión antrópica en esta zona.

**Tabla 22. Cambios de la superficie de los manglares en México (2015-2020).**

Cambios	Superficie (ha)
Ganancia de manglar	210,511
Manglar sin cambios	685,825
Pérdida de manglar	48,383

El estado de conservación de ecosistemas indica el grado de antropización en la zona costera asociada a los manglares de Tabasco durante el año 2020, a través del Índice Integrado Relativo de Antropización (INRA). Este índice está basado en el mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares del estado (según el Sistema de Monitoreo de Manglares de México). A partir de la clase Desarrollo Antrópico se hacen diferenciaciones por uso de suelo con información de apoyo como el INEGI, para identificar el grado de transformación antropogénica sobre el ecosistema de interés, como infraestructura, fragmentación del paisaje e intensidad de actividades productivas, entre otros.

El ANP Estatal Cinco Lagunas se localiza en unidades de análisis con valores cercanos a cero del Índice Integrado Relativo de Antropización en un 92% del polígono (Figura 33, Tabla 23), estos valores mínimos permiten inferir que esta área presenta una restringida intervención humana, una elevada integridad ecológica, un reducido conflicto por usos de suelo y una mayor posibilidad de manejo comunitario ejidal. Por esto, Cinco Lagunas cumple con los criterios ecológicos para ser considerado como ANP bajo una estrategia de conservación.

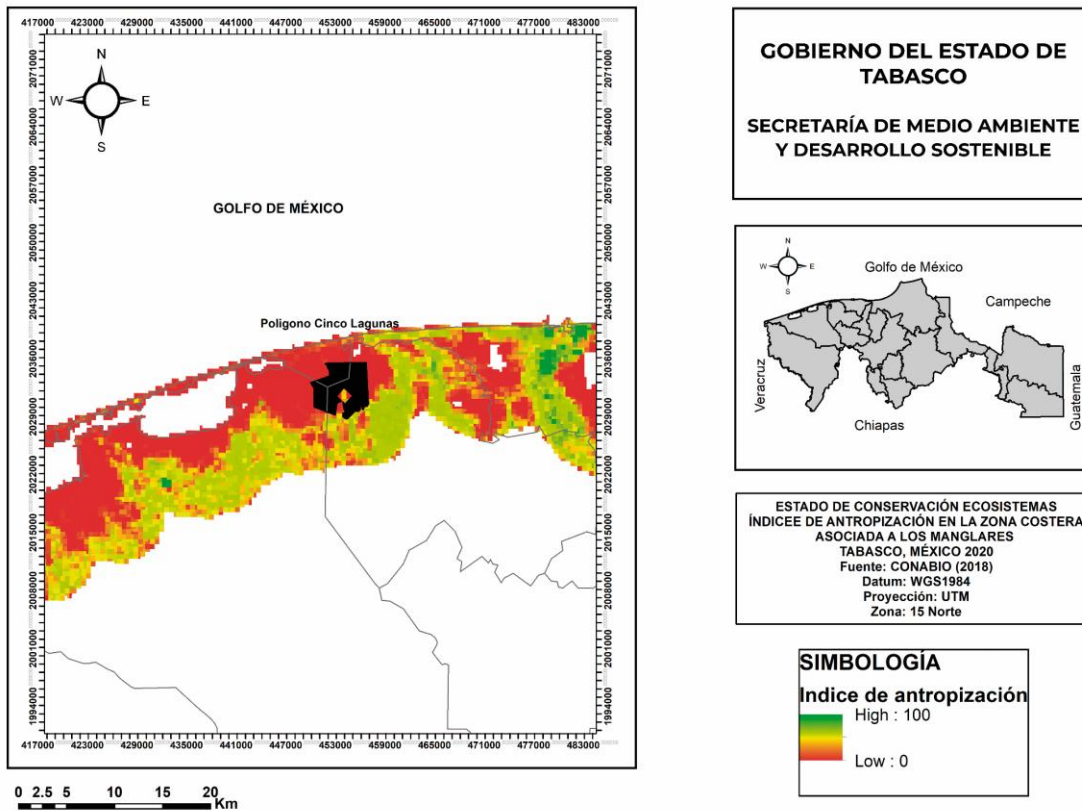


Figura 33. Estado de conservación de ecosistemas. Índice de antropización en la zona costera asociada con los manglares de Tabasco.

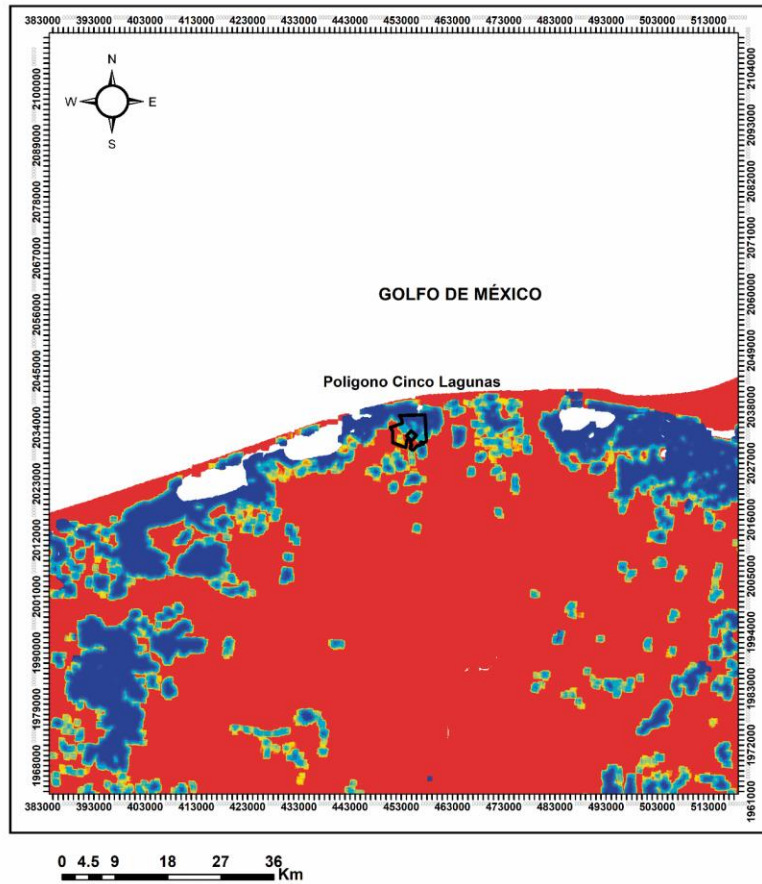
Tabla 23. Superficie de ocupación del índice de antropización en la zona costera asociada con los manglares de Tabasco.

Índice antropización	Superficie (ha)
Alto	280
Bajo	2,966
Total	3,246

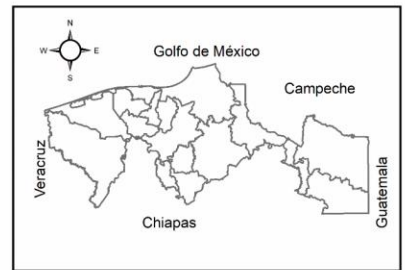
La conectividad de las áreas naturales remanentes se evalúan a través de su integridad espacial por medio de análisis con el modelo de fragmentación de Riitters *et al.* (2021) y

la carta de Áreas Naturales para la serie VII de vegetación y uso de suelo de INEGI (2021) (USV-INEGI). El método utilizado consiste en la identificación de áreas naturales por medio de la reclasificación de todas las categorías del USV-INEGI, las zonas de vegetación primaria y secundaria se clasifican como naturales, ya que coadyuvan a la integridad ecológica y sus elementos que la conforman. Las categorías con altos impactos humanos, zonas de cultivos (temporal o de riego), plantaciones y áreas urbanas son clasificadas como no naturales. Estas dos categorías (natural y no-natural) se asignan a unidades de análisis a una resolución de 100 m<sup>2</sup>. Posteriormente, la probabilidad de adyacencia se calcula en ventanas de 1 km<sup>2</sup>, a partir de la proporción de todos los píxeles naturales adyacentes a otros píxeles de áreas naturales, en relación a la suma de píxeles con adyacencia a áreas naturales, más los píxeles con adyacencia a los no naturales, pero que contienen al menos un píxel con áreas naturales (Riitters *et al.*, 2002). Así, se estima la probabilidad condicional de adyacencia de que, dado un píxel natural, su vecino sea también uno de áreas naturales.

La conectividad de áreas naturales remanentes en la zona costera asociada con los manglares del polígono de Cinco Lagunas registra tres categorías, un 64.7% del polígono tiene categoría alta, 23.3% con baja categoría y el resto un valor medio de conectividad (Figura 34, Tabla 24). La extensión de más de la mitad del polígono muestra una continuidad espacial y funcional como un sistema ecológico integrado. Mientras que, el área con valor de categoría baja incentiva la priorización en la regulación de uso de suelo, degradación progresiva, zonas de restauración y manejo comunitario. Lo anterior justifica la implementación de acciones de conservación y restauración focalizadas a través del registro de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.



GOBIERNO DEL ESTADO DE  
TABASCO  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y DESARROLLO SOSTENIBLE



CONECTIVIDAD DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS  
EN LA ZONA COSTERA ASOCIADA  
A LOS MANGLARES DE TABASCO, MÉXICO 2021  
Escala 1:250 000  
Fuente: CONABIO (2023)  
Datum: WGS1984  
Proyección: UTM  
Zona: 15 Norte



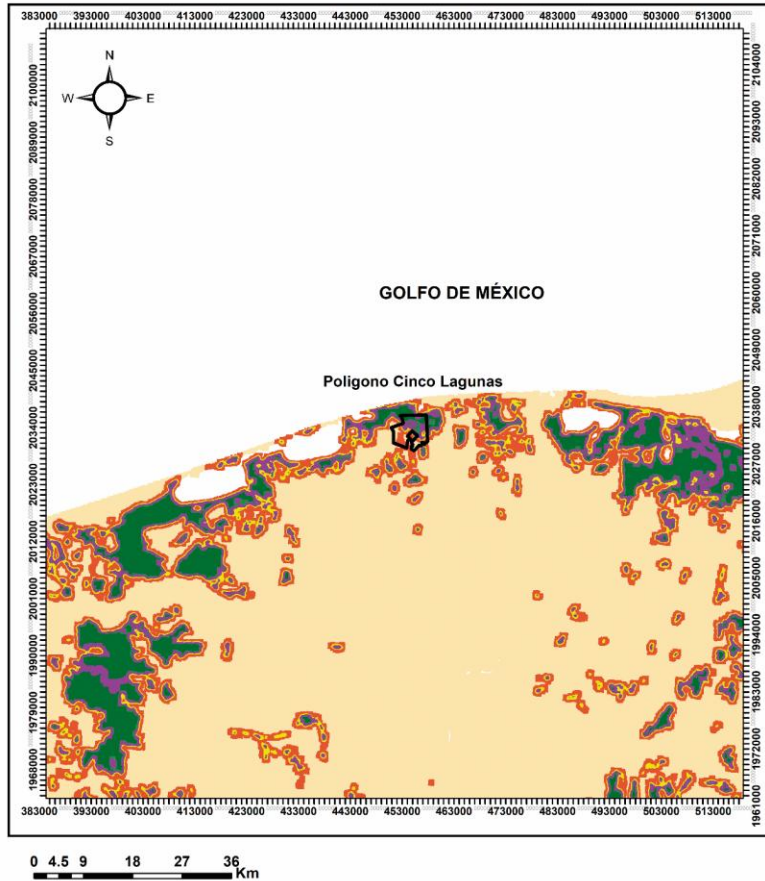
Figura 34. Conectividad de áreas naturales remanentes en la zona costera asociada con los manglares de Tabasco.

Tabla 24. Superficie de ocupación de conectividad de ANP asociada con los manglares.

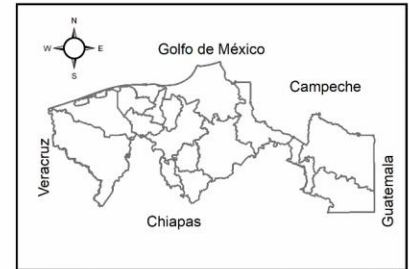
Conectividad de ANP	Superficie (ha)
Bajo	756
Medio	390
Alto	2,100
Total Cinco Lagunas	3,246

La fragmentación de las áreas naturales remanentes describe la integridad espacial de las áreas naturales remanentes después de los impactos antrópicos, y analiza indirectamente, la calidad de hábitat de las especies. Este índice identifica la desintegración de los patrones geográficos existentes por la introducción de nuevos elementos o estructuras, de tal manera que se alteran los elementos y las funciones prevalecientes. La fragmentación ocurre cuando grandes extensiones continuas de áreas naturales se dividen en pequeños bloques (islas) por la construcción de infraestructura carretera y ferroviaria, aclareo para la agricultura, urbanización, infraestructura hidráulica, u otro tipo de infraestructura y desarrollo provocado por la actividad humana.

El mapa de fragmentación de las áreas naturales es una herramienta útil para medir la integridad espacial de las áreas naturales, a través de la cantidad remanente y su continuidad. Requiere de la definición de una capa binaria de áreas naturales, y no-naturales que se extrae de la información de la carta USV-INEGI (2021). A partir de esta carta, todas las categorías se reclasifican como 'naturales' excluyéndose todas las áreas de agricultura (temporal y de riego), plantaciones, áreas urbanas, y áreas con alto impacto ecológico. De esta manera, una matriz o paisaje natural continuo es obtenido y está rodeado por áreas no naturales, donde puede identificarse un primer elemento de referencia como áreas naturales interiores (internas), y parches de áreas naturales (paisaje natural discontinuo o fragmentado). La fragmentación de las áreas naturales remanentes se basa en el modelo de fragmentación de bosques de Riitters *et al.* (2002). El modelo requiere la definición de un paisaje de análisis (ventana), donde se calcula la proporción (número de píxeles) que contiene áreas naturales ( $P_f$ ), y la probabilidad de adyacencia de cada píxel natural a otro con la misma condición ( $P_{ff}$ ). Las diferentes proporciones se clasifican en siete categorías de fragmentación de acuerdo con los siguientes sus valores. Las categorías que describen el tipo de fragmentación, se refieren a la fragmentación entre píxeles alrededor de cada píxel correspondiente a las áreas naturales (CONABIO 2023a).



GOBIERNO DEL ESTADO DE  
TABASCO  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y DESARROLLO SOSTENIBLE



FRAGMENTACIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS  
EN LA ZONA COSTERA ASOCIADA  
A LOS MANGLARES DE TABASCO, MÉXICO 2021  
Escala 1:250 000  
Fuente: CONABIO (2023)  
Datum: WGS1984  
Proyección: UTM  
Zona: 15 Norte



Figura 35. Fragmentación de áreas naturales remanentes en la zona costera asociada con los manglares de Tabasco.

Con respecto a la propuesta del Área Natural Protegida Cinco Lagunas, seis categorías fueron identificadas respecto a la fragmentación de las áreas naturales remanentes (2021). La categoría con el mayor porcentaje (29.2%) fue fragmentación de borde observada en el subpolígono Este principalmente. La fragmentación en parches representa el 26.1% en el subpolígono Oeste. Además, resaltan las categorías núcleos con 14.5% y áreas naturales perforadas (7.8%) en subpolígono Este (Figura 35, Tabla 25). La fragmentación de borde significa que áreas naturales están en contacto directo con zonas no naturales y pueden presentar efectos de borde como cambio en el microclima e incremento de riesgo de degradación progresiva. Mientras que, la

fragmentación en parches muestran fragmentos sin conexión hidráulica funcional con alta vulnerabilidad. Los núcleos representan áreas naturales continuas con muy reducida presión antrópica y elevada integridad ecosistémica. En el polígono de Cinco Lagunas, la categoría de áreas naturales perforadas indican interrupciones internas debido a actividades de exploración o explotación de hidrocarburos, como la fracturación hidráulica (fracking), estas actividades inciden en la alteración de la biodiversidad, pérdida de cobertura vegetal y alto riesgo de contaminación de acuíferos.

Un planteamiento para la reducción de la fragmentación presente en el polígono de Cinco Lagunas es el Plan de Mejores Prácticas de Manejo, el cual incluye actividades de conservación básicas para mitigar o detener riesgos y amenazas vinculado a actividades como tala clandestina, pérdida de vegetación y contaminación. Los ejidatarios se han comprometido a conservar la zona de manglares, ya que han tomado conciencia de la relevancia económica y ambiental que ofrecen en beneficio a sus familias.

**Tabla 25. Fragmentación en la zona costera donde se ubica la propuesta del Área Natural Protegida Cinco Lagunas.**

Fragmentación	Superficie (ha)
Áreas no naturales	558
Fragmentación de borde	949
No determinada	0
Áreas Naturales Perforadas	253
Interior (núcleos)	472
Fragmentación en parches	846
Fragmentación transicional	168
Total Cinco Lagunas	3,246

## **Ile. Antecedentes de protección del área.**

La zona propuesta para el Área Natural Protegida Cinco Lagunas carece de estudios de monitoreo, de inventarios biológicos, y tampoco hay planes en desarrollo de conservación y gestión de los recursos naturales. Sin embargo, el Estado de Tabasco registra 17 instrumentos de conservación municipales, estatales y federales que cubren 425,421.53 ha (Tabla 26).

**Tabla 26. Áreas Naturales Protegidas de competencia municipal, estatal (E) y federal (F) (Gobierno del Estado de Tabasco 2023).**

No.	Nombre del área	Tipo	Municipio	Superficie (ha)	Fecha de Decreto / Certificado	Programa de Manejo	Características	Programa de Manejo
1	Parque Estatal de Agua Blanca	E	Macuspana	1,462.40	05-07-2017	Si	Selva alta y mediana perennifolia, laguna.	25-sep-2019
2	Parque Estatal de La Sierra de Tabasco	E	Tacotalpa-Teapa	15,113.20	24-02-1988	No	Selva alta perennifolia, grutas, ríos.	No
3	Monumento Natural Gruta del Cerro Coconá	E	Teapa	442	24-02-1988	No	Selva alta y mediana perennifolia, grutas.	No
4	Parque Estatal Laguna del Camarón	E	Centro	83	19-12-1993	No	Laguna de zona inundable, vegetación hidrófita.	No
5	Reserva Ecológica Laguna de las Ilusiones	E	Centro	259.27	08-02-1995	Si	Laguna urbana con especies nativas y en peligro de extinción.	25-09-2019
6	Reserva Ecológica de la Chontalpa	E	Cárdenas	277	08-02-1995	No	Selva mediana perennifolia.	No
7	Reserva Ecológica Laguna la Lima	E	Nacajuca	36	08-02-1995	No	Laguna y vegetación hidrófita.	No
8	Reserva Ecológica Yu-Balcah	E	Tacotalpa	572	10-06-2000	No	Selva mediana de canacoite y selva alta de pío.	No

9	Reserva Ecológica Río Playa	E	Comalcalco	711	29-09-2004	No	Popal - Tular.	No
10	Área Destinada Voluntariamente a la Conservación Guaritec	E	Centla	7	10-07-2014	Si	Vegetación secundaria nativa.	No
11	Parque Estatal Laguna Mecoacán	E	Jalpa de Méndez, Paraíso	18,774.72	25-09-2019	No	Bosque de manglar, laguna salobre.	No
12	Área Destinada Voluntariamente a la Conservación Tierra y Libertad	E	Macuspana	107	09-08-2021	Si	Popal-tular.	09-08-2021
13	Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla	F	Centla, Jonuta y Macuspana	302,706.00	06-08-1992	Si	Vegetación hidrófita, selva mediana y manglar.	26-09-2002
14	Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Usumacinta	F	Tenosique	46,128.49	22-09-2008	Si	Selva Alta Perennifolia, Río Usumacinta, sitios arqueológicos.	05-06-2015
15	Área Destinada Voluntariamente a la Conservación Los Mangos	F	Balancán	332.22	ND	Si	Humedales del Sur del Golfo de México.	2018
16	Área Destinada Voluntariamente a la Conservación	E	Balancán	154.59	16-jun-22	Si	Selva Baja Perennifolia Inundable	16-jun-2022

17	Reserva de la Biosfera Wanha'	F	Balancán	38,255.64	31-ago-23	ND	Vegetación hidrófila, selva alta o mediana subperenni folia y manglar.	ND
----	-------------------------------	---	----------	-----------	-----------	----	--	----

Entre las 13 ANP de competencia estatal incluidas en el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas de Tabasco se agrupan cuatro Parques Estatales, cinco Reservas Ecológicas, un Monumento Natural y tres Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) (Tabla 27). Entre las 13 ANP estatales, el Parque Estatal Laguna Mecoacán es el único que incluye sus sistemas fluvio-lagunares interconectados y 7,436 ha de manglar registrados en 2010, así como Río Playa por la dominancia de popal y tular (Moreno *et al.*, 2009, Gobierno del Estado de Tabasco 2023).

**Tabla 27. Áreas Naturales Protegidas Estatales en el Estado de Tabasco.**

Categoría de Manejo	Número	Área (ha)
Parque Estatal	4	35,433.32
Reserva Ecológica	5	1,855.27
Monumento Natural	1	442
Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC)	3	268.59
Total	13	37,999.18

En el estado de Tabasco se registran El Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta, la Reserva de la Biosfera Wanha', y la Reserva de Biosfera Pantanos de Centla. Las tres de ámbito federal.

El Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta se estableció mediante Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 22 de septiembre de 2008, con una superficie total de 46,128.49 ha con una población total estimada de 8,156 habitantes, localizada en el municipio de Tenosique en el Estado de Tabasco, por constituir un reservorio de agua, cuyo flujo a través del Cañón del Usumacinta permite la conservación y desarrollo de diferentes tipos de vegetación, hábitats idóneos de una alta diversidad de mamíferos, aves, reptiles y anfibios endémicos, además de aportar y abastecer de agua a la población que habita en la zona. El Cañón del Usumacinta forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano, que se extiende desde México hasta

Centroamérica, el cual protege una de las regiones más ricas del mundo en biodiversidad, e integra políticas de conservación mediante el establecimiento de corredores biológicos entre las áreas naturales protegidas del Sureste del país con el fin de evitar el aislamiento biológico y geográfico de estas áreas y garantizar el equilibrio ecológico de los ecosistemas terrestres bajo esquemas de desarrollo sustentable; en esta área se encuentran especies de flora como hoja de coche (*Dieffenbachia seguine*), la especie conocida como lombricillo (*Tabebuia chrysantha*), así como especies en categoría de riesgo de acuerdo con la 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, en categoría de Amenazada la camedor chapana (*Chamaedorea ernesti-augusti*), escoba o guano kum (*Cryosophila argentea*), la especie conocida como cacahuananche (*Licania arborea*); sujetas a protección especial cedro rojo (*Cedrela odorata*) y en peligro de extinción la especie conocida como tinco lombricero (*Vatairea lundellii*). Asimismo, se encuentran especies de fauna en categoría de Amenazada de acuerdo a la norma oficial mexicana antes referida, tales como el tucán pico canoa o tucán pecho azufrado (*Ramphastos sulfuratus*), el hocofaisán (*Crax rubra*), la boa o boa constrictor (*Boa constrictor*) y la tortuga guau (*Staurotypus triporcatus*); sujetas a protección especial tortuga lagarto común (*Chelydra serpentina*), tortuga gravada (*Trachemys troostii*), tortuga pecho quebrado de Tabasco, pochitoque negro (*Kinosternon acutum*), lagarto (*Crocodylus moreletii*), el cocodrilo (*Crocodylus acutus*), tortuga pecho quebrado de Tabasco o pochitoque negro (*Kinosternon acutum*), la tortuga lagarto común (*Chelydra serpentina*) y la iguana verde (*Iguana iguana*); y en peligro de extinción el manatí del Caribe (*Trichechus manatus*), tigrillo u ocelote (*Leopardus pardalis*).

La Reserva de la Biosfera Wanha' registra una extensión de 38,255.64 ha y una población total estimada de 609 habitantes. En el Río San Pedro, donde se ubica Wanha' destaca la presencia de ecosistemas considerados como relictos, en los que se distribuyen especies de flora y fauna de afinidad costera y marina que habitan a una distancia entre 115 y 170 kilómetros del mar, como los manglares interiores que representan una comunidad única en el mundo, por su historia, distribución, ecología y fisiología; así como las represas de toba, estructuras órgano-sedimentarias formadas por depósitos de carbonato de calcio y cianobacterias que conforman microbialitos que se extienden en el registro fósil desde hace al menos 3,500 millones de años. Wanha' provee servicios ecosistémicos característicos de la zonas riparias como el mantenimiento de la integridad hidrológica, hidráulica y ecológica de su cauce, del suelo y su vegetación asociada, reduce la erosión marginal al proporcionar estabilidad en la orilla del cauce,



regula los flujos de inundaciones, mantiene el flujo base, atrapa o filtra sedimentos protegiendo flora y fauna acuáticas de las fuentes de contaminación, nutrientes y químicos provenientes de actividades forestales y agropecuarias, proporciona áreas y fuentes de alimento, refugio y protección para los organismos que ahí habitan, ofrece oportunidades para la recreación, entre otros. En Wanha' existen 892 especies nativas, de las cuales 20 son endémicas de México y 102 se enlistan en alguna categoría de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, en Wanha' se registran tres especies de flora y 29 de fauna prioritarias para la conservación en México. Entre las especies presentes en Wanha', incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en el referido acuerdo, se encuentran especies de flora consideradas en la categoría de amenazadas como: mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), especies de fauna consideradas como sujetas a protección especial como: cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y bagre lacandón (*Potamarius nelsoni*) conocido en el sitio como pez cabeza de hierro, y especies catalogadas en peligro de extinción como: pato real (*Cairina moschata*), águila elegante (*Spizaetus ornatus*), mono aullador (*Alouatta palliata*) y mono araña (*Ateles geoffroyi*); Que entre las especies de peces presentes en Wanha', relevantes para la conservación por su valor alimenticio, comercial y deportivo, se encuentran: robalo negro (*Centropomus poeyi*), robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) y sábalo (*Megalops atlanticus*), especies cuyas poblaciones han sido el sustento por generaciones de las comunidades asentadas en las márgenes del Río San Pedro y que se han reducido por el aprovechamiento no regulado. En Wanha' se ubican sitios de importancia biocultural como evidencia de la presencia de la cultura maya en la región, entre los que destacan el yacimiento arqueológico Aguada Fénix, construcción monumental datada hace más de 3 mil años, los sitios arqueológicos "San Claudio", "Santa Elena" y "Moral Reforma", este último reconocido como una ciudad-estado de impresionante arquitectura dedicada al comercio y que actualmente es uno de los atractivos turísticos más importantes en la zona; así como los sitios "Cascadas de Reforma", cuyas caídas de agua y paisajes de selvas y vegetación hidrófila bien conservada hacen un destino vacacional, y el "Santuario de las Garzas", lugar de alimentación, descanso, reproducción y crianza de aves residentes y migratorias de diversas especies, estos últimos son considerados atractivos turísticos que resaltan por su belleza escénica y su valor ecológico. En los municipios en los que se ubica Wanha' se han registrado cambios rápidos y significativos en la cobertura del suelo debido a la aplicación de políticas que históricamente han promovido los asentamientos humanos, la modernización agrícola, la ganadería extensiva y la expansión de la infraestructura, por lo que, es indispensable proteger y conservar la vegetación nativa que permanece en los márgenes del Río San Pedro, porque contribuye a la integridad y equilibrio ecológico de



sus ecosistemas. La omisión de emprender acciones preventivas de restauración y protección en la región Wanha' implica poner en riesgo los ecosistemas y especies que ahí habitan, ya que continuaría el deterioro ambiental para las próximas generaciones por el desarrollo de actividades contrarias a la conservación del medio ambiente en la zona, lo que transgrede los principios de responsabilidad y prevención establecidos en la LGEEPA (Congreso de la Unión 1988). Ante el desafío que representa el cambio climático, se deben implementar diversas medidas con una visión transversal y multidisciplinaria, a efecto de conservar el patrimonio natural, usarlo de forma sustentable y aumentar el bienestar social.

La Reserva de Biosfera Pantanos de Centla (RBPC) con una extensión de 302,706.62 ha y una población total estimada de 24,536 habitantes es el área más amplia de humedales en Norteamérica; refugio y zona de reproducción para amplias poblaciones de aves acuáticas migratorias, tiene una alta riqueza biológica. Está ubicada en el Noreste del estado de Tabasco, y alberga uno de los sistemas fluviales más grandes de México (ríos Grijalva y Usumacinta). La RBPC es uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad por sus esteros, dunas, marismas, manglares, islas fluviales y espejos de agua donde habita una gran variedad de peces, moluscos, insectos, reptiles y plantas. Entre su flora y fauna destacan el mangle rojo, negro y blanco, el mono aullador, caimanes e iguanas verdes, y algunas especies en riesgo registradas son: jaguar, ocelote, manatí, halcón peregrino, tortuga blanca y la cigüeña Jabirú, el ave más grande de México. Centla cuenta con actividades ecoturísticas básicas y aloja 19 sitios arqueológicos; en esta área se encontraba el Potonchán prehispánico, una de las capitales mayas-chontales del señorío de Tabasco. Fue decretada como Reserva de la Biosfera el 6 de agosto de 1992 y, en 1995, fue inscrita en la Lista de Humedales de Importancia Internacional.

## II. Instrumentos de la política ambiental

**Preceptos Constitucionales.** Artículo 4: Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

Artículo 27: Establece que la Nación será la propietaria originaria de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional y que la Nación tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. Esta propiedad privada podrá verse limitada por las modalidades que dicte el interés

público. De esta forma existe, legalmente, una subordinación de la propiedad privada al interés público.

Por lo tanto son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos...y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores, entre otros. En la redacción original del 27 se señala que en los casos de los recursos naturales mencionados en el párrafo anterior, el dominio de la Nación es inalienable a imprescriptible, y sólo podrán hacerse concesiones por el Gobierno Federal a los particulares o sociedades civiles o comerciales constituidas conforme a las leyes mexicanas, con la condición de que se establezcan trabajos regulares para la explotación de los elementos de que se trata, y se cumplan con los requisitos que prevengan las leyes.

Artículo 73: En su fracción XXIX-G, donde se pueden expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

**Convenios.** El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) es el instrumento internacional para "la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos", que ha sido ratificado por 196 países. Su objetivo general es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible.

La conservación de la diversidad biológica es interés común de toda la humanidad. Cubre la diversidad biológica a todos los niveles: ecosistemas, especies y recursos genéticos. También cubre la biotecnología, entre otras cosas, a través del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. De hecho, cubre todos los posibles dominios que están directa o indirectamente relacionados con la diversidad biológica y su papel en el desarrollo, desde la ciencia, la política y la educación, a la agricultura, los negocios, la cultura y mucho más.

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos. Tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para la supervivencia de las especies.

**Leyes.** La Ley General de Aguas Nacionales es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.

En la Ley General de Bienes Nacionales (LGBN) se denominan bienes de dominio público aquellos que tienen como fin último ser utilizados por la colectividad. Por lo tanto, la ley establece con toda claridad que los bienes de uso común son de jurisdicción exclusiva de la federación, y tendrán la característica de ser inalienables e imprescriptibles. Los bienes de uso común tales como la zona federal marítimo terrestre, los cauces de las corrientes y los vasos de los lagos, lagunas y esteros de propiedad nacional y las riberas y zonas federales de las corrientes.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo séptimo menciona que corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, el establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas previstas en la legislación local, con la participación de los gobiernos municipales.

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) establece como objetivo la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida

total sea el agua, será regulado por las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En congruencia con lo anterior, la Ley General de Cambio Climático (LGCC) (Estados Unidos Mexicanos. Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos 2012) mandata que las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación para fortalecer la resistencia y resiliencia de los ecosistemas terrestres, playas, costas y zona federal marítima terrestre, humedales, manglares, arrecifes, ecosistemas marinos y dulceacuícolas, mediante acciones para la restauración de la integridad y la conectividad ecológicas. De manera particular, la LGCC establece que los recursos del Fondo se destinarán, entre otros, a proyectos que contribuyan simultáneamente a la mitigación y adaptación al cambio climático, incrementando el capital natural, con acciones orientadas a preservar la integridad de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, humedales y manglares; promover la conectividad de los ecosistemas a través de corredores biológicos, conservar la vegetación riparia y para aprovechar sustentablemente la biodiversidad.

La Política Nacional de Humedales (SEMARNAT 2014) menciona que los humedales asociados con las aguas nacionales, referidas en el artículo 27 de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos son propiedad de la nación y por lo tanto la regulación de las actividades y obras que se desarrollen en ellos es de jurisdicción federal. Los humedales



asociados a otras aguas no incluidas en la enumeración de las aguas nacionales, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizan en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los Estados.

Muchos humedales han sido usados como potreros, pero mientras no se drenen y la densidad de ganado sea baja, se pueden mantener especies típicas y su función como humedales. Inclusive, al retirar el ganado, pueden llegar a recuperar su diversidad.

Al manglar le son aplicables dos Normas, la NOM-022-SEMARNAT-2003 (SEMARNAT 2003) y la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010). La NOM-022-SEMARNAT-2003 contiene especificaciones técnicas para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. En este año se identificó la necesidad de proteger al manglar debido a la cantidad de desastres naturales que se reportaban año con año en el Caribe, ya que al protegerlo serviría de barrera de amortiguamiento ante huracanes. Así es como se crea esta norma emergente; sin embargo, al ser emergente, con vigencia de seis meses. En 2003 se publicó la NOM-022-SEMARNAT-2003 que retomó el contenido de aquella de 1999 y se incluyeron tecnologías para realizar obras y actividades productivas causando el menor impacto posible. En 2004 se aprobó una adición a la NOM-022-SEMARNAT-2003 en vigor, sin cumplir con las formalidades de ley, introduciendo la posibilidad de llevar a cabo medidas compensatorias de manglar. La ilegalidad consistió en que se tenían que haber esperado cinco años para revisar el contenido de la norma y con base en esa revisión llevar a cabo los cambios correspondientes, o bien esperar un año siempre que cambiaran las condiciones en las cuales se dio la norma original, circunstancia que no se comprueba que hubiera existido. De igual manera, la norma se debió publicar y someter a un proceso de participación y consulta pública, conforme a principios nacionales y tratados ambientales internacionales sobre acceso y participación pública, requisitos que tampoco fueron cumplidos en la modificación de esta NOM.

La NOM-059-SEMARNAT-2010 de 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. La NOM-059-SEMARNAT-2001 que incluía bajo la categoría de protección especial a cuatro especies de mangle: blanco, rojo, negro y botoncillo. En 2010 se publicó la actualización de las listas de categorización de

esta NOM (DOF 2010) y se elevó la protección otorgada a las 4 especies de mangle pasando de protección especial a especies amenazadas.

El Decreto por el que se declara de interés público al Turismo Comunitario, que fue recientemente publicado el pasado 23 de marzo del presente (Presidencia de la República 2026), declara en su Artículo 1 que ésta modalidad de turismo es “de interés público al Turismo Comunitario, como una prioridad del Estado y una actividad esencial para el desarrollo del turismo nacional, la gestión sostenible de los territorios, el cuidado de la riqueza biocultural, la reducción de la pobreza y la prosperidad compartida de las comunidades que poseen atractivos, desarrollan actividades y ofrecen sus servicios por conducto de los Prestadores de Servicios de Turismo Comunitario en los Destinos Turísticos Comunitarios”. Esta modalidad es gestionada por las comunidades locales, con participación activa de sus integrantes en la generación, gestión y promoción de las actividades turísticas del territorio que habitan e integran sustantivamente la identidad cultural colectiva, la gastronomía tradicional, las tradiciones y costumbres, el patrimonio histórico, natural y biocultural, así como las actividades productivas y los modos de vida comunitaria realizados. Es sobresalientes que, los prestadores de servicios turísticos de esta modalidad son las personas de las propias comunidades que ofrecen productos o servicios a los turistas, organizadas de forma individual o colectiva, y se caracterizan por su contribución a la preservación de la identidad, autenticidad local, el patrimonio natural y biocultural, así como al desarrollo sostenible de sus territorios.

## **Ilg. Ubicación respecto a las regiones prioritarias para la conservación determinadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**

**Ilg1. Regiones Hidrológicas Prioritarias.** México cuenta con 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) identificadas por la CONABIO y la SEMARNAT, definidas por su alto valor en biodiversidad y necesidad de conservación, ya que se localizan en zonas con alta riqueza natural, pero sujetas a presiones ambientales. Estas cubren un área de 777,248 km<sup>2</sup> de las principales cuencas hidrográficas del país; las áreas con la mayor concentración y extensión geográfica se encuentran a lo largo de la Sierra Madre Occidental y en las cuencas aluviales del Norte del país (CONABIO s.f.b).

El área de estudio Cinco Lagunas no se ubica dentro de alguna RHP (Figura 36). Las RHP más cercanas son la número 90 Laguna de Términos-Pantanos de Centla ubicada

al Este, a aproximadamente 21.43 km, y la 83 Cabecera del Río Tonalá localizada al Suroeste a aproximadamente 57.26 km.

En la RHP Laguna de Términos-Pantanos de Centla, con una extensión de 12,681.5 km<sup>2</sup> que conjuntan el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos y la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Ambos ecosistemas se consideran una área prioritaria debido a que representa regiones de alta biodiversidad, amenazadas y de uso por sectores. Los recursos hídricos destacados son el sistema estuarino laguna de Términos, sus cinco sistemas fluvio-lagunares Pom-Atasta, Palizada del Este, Balchaca-Chumpán, Panlao-Candelaria, y Sabancuy del Corte y San Carlos; aproximadamente 110 lagunas interiores entre las que destacan El Viento, San Pedrito, El Campo, El Retiro, Pajalal Primero, Pajalal Segundo, Sargazal, Tronconada, Coco, Cometa, Encantadita, San Isidro, Larga, El Quemado, Los Ídolos, Tacual, Guanal, Paquial, Corcovado, Chochal, Narváez, Alegre, La Puerta, Clara, Pastal y Puerto Escondido, los ríos principales Grijalva, Usumacinta, Chumpán, Candelaria y Mamantel con sus distributarios y tributarios Palizada, ríos San Pedro y San Pablo, San Pedrito, Palomillal, Bitzal, Naranjo, arroyos Los Ídolos, El Sábalo, Grande, San Francisco del Real, rodeados de humedales, pantanos permanentes y temporales, ecosistemas acuáticos someros..

Los ecosistemas lóticos se ubican en la planicie costera de los ríos Grijalva y Usumacinta, ríos San Pedro, San Pablo, Palizada, Candelaria, Chumpán, Las Cruces, Las Piñas, Mamantel más sus tributarios. Mientras que, la limnología básica representa uno de los humedales más extensos de Mesoamérica donde el delta del Usumacinta-Grijalva es una gran llanura de origen aluvial, sustentada en una cuenca estructural de roca sedimentaria. Los Pantanos de Centla contienen algunos sistemas morfogénicos representativos de las tierras bajas de Tabasco: llanura fluvial, llanura palustre y lagunar de agua dulce, llanura de cordón litoral clasificada en alto inundable y bajo inundable y llanura lagunar costera. Cabe destacar que esta zona representa el aporte hídrico más importante en México, con dirección del continente hacia la costa y finalmente a la Sonda de Campeche. Comprende alrededor de 110 ecosistemas acuáticos epicontinentales permanentes y temporales.

En relación con la biodiversidad, la laguna de Términos destaca por su máxima diversidad de invertebrados acuáticos y peces en comparación a los demás ecosistemas estuarinos ubicados en el Golfo de México mexicano (como ejemplos García-Cubas 1982; Sanchez y Raz-Guzman 1997; Raz-Guzman y Sanchez 1998; Barba *et al.*, 2005; Miranda *et al.*, 2005). Los tipos de hábitat presentes son dunas, pantanos, esteros, marismas, embalses someros de agua dulce y salobre, e islas fluviales. Los tipos de vegetación en



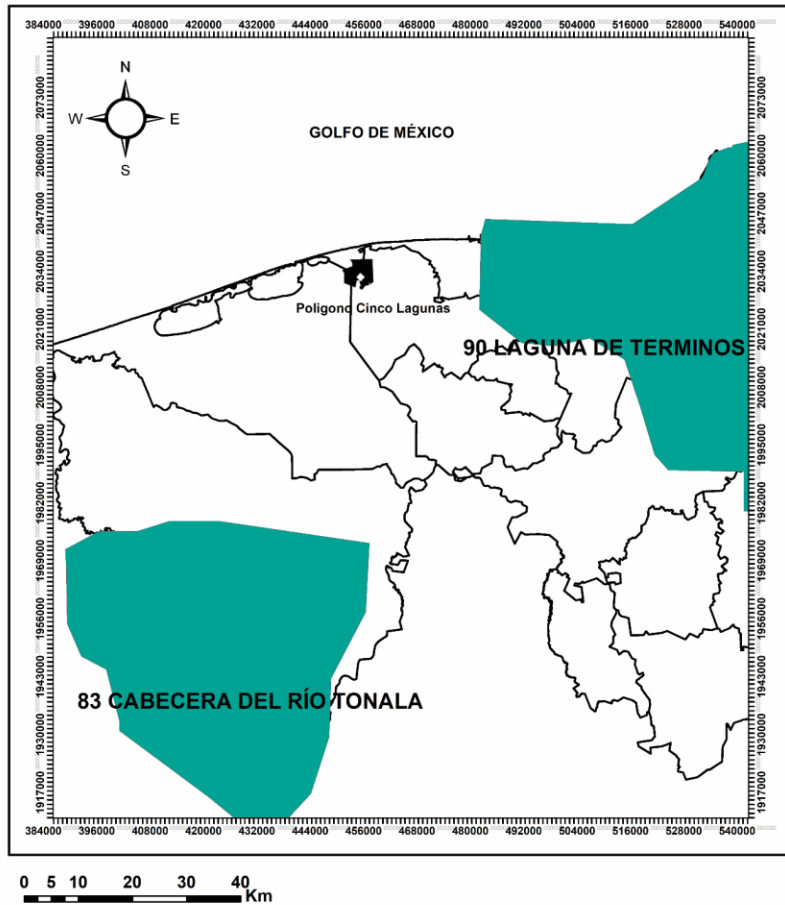
esta RHP son: manglares, selva alta perennifolia y subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja perennifolia, popal, tular, carrizal, matorral espinoso inundable, matorral inerme inundable, palmar inundable, pastizal natural y cultivado, sabana, vegetación acuática sumergida y vegetación subacuática o marginal. También se tiene una alta riqueza específica de insectos, moluscos, algas, reptiles, fanerógamas, aves y mamíferos. Las especies indicadoras del grado de conservación ambiental están representadas por los mangles rojo, blanco y negro, pastos marinos (*Thalassia testudinum*, *Halodule wrightii* y *Syringodium filiforme*), parches de macroalgas rodofitas y feofitas, camarones, robalo, manatíes, cocodrilos, caimanes, tortugas marinas; el tule *Typha domingensis* es una indicadora de la ausencia de fertilizantes. La RHP es una zona de refugio, crianza, alimentación y reproducción de tortugas, aves, peces, crustáceos, manatíes e invertebrados.

En el aspecto económico, las pesquerías de camarón *Penaeus aztecus*, *P. duorarum* y *P. setiferus*; otros crustáceos como *Macrobrachium acanthurus*; reptiles como la tortuga blanca, el cocodrilo, el pejelagarto *Atractosteus tropicus* y pesca de escama son relevantes en esta área. Una zona cinegética de aves y mamíferos con alto potencial para el ecoturismo comunitario. Además, hay presencia de actividad petrolera, industrial, forestal, de transporte, acuícola, agrícola y ganadera. Sin embargo, las problemáticas respecto a la modificación del entorno incluyen a la vegetación (tala de manglar), relleno de áreas inundables, dragados, canales, efectos de la industria petrolera (exploración y producción), desecación, deforestación por ganadería, construcción de carreteras e hidroeléctrica propuesta sobre el Usumacinta. Quemadas periódicas de la vegetación en sequía. Asimismo, se observa la modificación de la hidrodinámica local, alteración hidrológica por cambios en los volúmenes anuales y estaciones del agua y pérdida de la línea de playa producida por las inundaciones a los asentamientos humanos irregulares existentes en la región, así como a las áreas de agricultura de tierras bajas y actividades pecuarias. Otra problemática es la contaminación por influencia de la Ciudad de Villahermosa y por actividades de la industria petrolera, aguas residuales, desechos orgánicos y sólidos, agroquímicos y metales; arrastre de plaguicidas y sedimentos de zonas circundantes de campos arroceros. El uso de recursos como las especies introducidas de carpas, mojarra, tilapias *Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus*, *Tilapia rendalli* y el lirio acuático *Eichhornia crassipes*. Violación a las tallas mínimas de pejelagarto y otras especies. La actividad ganadera extensiva en zonas inundables de Tabasco; la colecta de especies en peligro: la orquídea *Habenaria* sp.; el merostomado *Limulus polyphemus*, el pez pejelagarto *Atractosteus tropicus*, las aves *Charadrius palmatus*, *Falco peregrinus*, *Jabiru mycteria*, cocodrilos y felinos. Tráfico y cacería ilegal

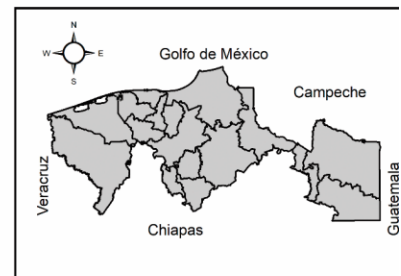
de especies en la RHP. Así como, es una zona de gran importancia para las pesquerías de la Sonda de Campeche. Explotación incontrolada de madera para la construcción de asentamientos irregulares y producción y venta de carbón a Cd. del Carmen, Campeche. Finalmente, el uso de plantas a través de colectas para alimento, construcción, como combustible, ornamental y medicinal.

Un aspecto importante es la Conservación en la RHP, ya que preocupan la deforestación, fragmentación del hábitat, contaminación, impacto por la industria petrolera, desarrollo de infraestructura, impacto ganadero y modificaciones en la cabecera del Usumacinta. En adición, faltan monitoreos a la calidad del agua, inventarios biológicos y conocimientos sobre la biología de los organismos; mayor cuidado de las zonas que alimentan la laguna de Términos. Formulación de un programa de Manejo Integrado de la Zona Costera (manejo de recursos, monitoreo y conservación de las zonas de crianza de fauna y flora marina, entre otras). La falta de vinculación entre la política sectorial de la Subsecretaría de Pesca y la política estatal de desarrollo. La zona tiene todas las características de un Centro de Actividad Biológica; se propone su inclusión como tal para la zona tropical. La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla está considerada como humedales prioritarios por el North American Wetlands Conservation Council y por la Convención de Ramsar.





GOBIERNO DEL ESTADO DE  
TABASCO  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y DESARROLLO SOSTENIBLE



REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS MAS CERCANAS REGIÓN  
DE LA PROPUESTA DE ANP ESTATAL CINCO LAGUNAS  
90 LAGUNA DE TÉRMINOS-PANTANOS DE CENTLA  
83 CABECERA DEL RÍO TONALÁ  
Fuente: CONABIO (2023)  
Datum: WGS 1984  
Proyección: UTM  
Zona: 15 Norte

Figura 36. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas (90 Laguna de Términos-Pantanos de Centla y 83 Cabecera del Río Tonalá).

Adicionalmente en la RHP Cabecera del Río Tonalá, con una extensión de 3,196.09 km<sup>2</sup>, la clasificación de esta área prioritaria se debe a que representa regiones de alta biodiversidad, amenazadas y de uso por sectores. Los recursos hídricos principales son Río Tonalá y afluentes Tancochapa o Pedregal, Xocuapan, Zanapa, el Blasillo y el Chicozapote. así como de arroyos y manantiales. La limnología básica muestra un escurrimiento promedio de 587 Mm<sup>3</sup>.

**Ilg2. Regiones Marinas Prioritarias.** Las Regiones Marinas Prioritarias (RMP) comprenden una superficie de 1,378,620 km<sup>2</sup> de las zonas costeras y oceánicas incluidas en la Zona Económica Exclusiva. A nivel nacional, las RMP se localizan en ambas costas del país: 43 en el Pacífico y 27 en el Golfo de México-Mar Caribe. Las RMP definidas para el Atlántico equivalen aproximadamente al 50% de la superficie total del territorio mexicano (CONABIO s.f.c).

La zona se ubica dentro de la Región Marina Prioritaria 53, denominada Pantanos de Centla-Laguna de Términos con una extensión de 55,114 km<sup>2</sup> (Figura 37). Es una región definida como área de alta biodiversidad, que presenta alguna amenaza para la biodiversidad. Su descripción es de lagunas, playas, dunas, pastos marinos, esteros, islas. Esta zona representa el aporte hídrico más importante en México, del continente a la costa y a la Sonda de Campeche. Asociado a lo anterior, en esta RMP se observa un aporte de agua dulce por ríos, esteros y lagunas. El oleaje es medio y existen turbulencias, frentes, concentración y enriquecimiento. Con un frente permanente de surgencias, tan importantes para esta Región Marina.

Como se mencionó anteriormente, la biodiversidad en la RPM está representada por moluscos, poliquetos, crustáceos, insectos, peces, reptiles, aves, mamíferos marinos, algas, manglares, selva mediana inundable, selva alta, popales, tulares, carrizales, palmar inundable, matorral espinoso inundable. El registro de endemismos de vegetación (*Amaranthus greggii*, *Cithorexillum allephirum*, *Palafoxia spp*) y peces (*Strongylura hubbsi*, *Batrachoides goldmani*). Las especies indicadoras: mangle rojo, blanco y negro, camarones, robalo, manatí, cocodrilos, caimanes; *Gracillaria spp* y *Bangia spp*, demuestran el grado de conservación del ambiente. *Typha domingensis* indica ausencia de fertilizantes. La RMP 53 es una zona de refugio, crianza, alimentación y reproducción de tortugas, aves, peces, crustáceos, manatíes, mamíferos e invertebrados.

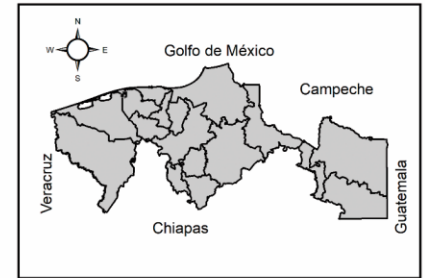
Entre los aspectos económicos de la región están la pesca intensiva organizada en cooperativas, artesanal, cultivos, permisionarios y libres, con explotación de ostión, jaiba, camarón, moluscos, algas y peces. Es zona cinegética de mamíferos. Existe un alto potencial para el ecoturismo comunitario y una playa de turismo local. Presencia de actividades petroleras, industriales, forestales, de transporte, agrícolas y ganaderas. No obstante, la problemática que se observa es la modificación del entorno debido a la tala de manglar, relleno de áreas inundables, desvío de cauces y descargas de agua dulce; daño por embarcaciones (petroleras, pesqueras) e impactos ambientales por actividades de exploración y producción petrolera. La contaminación por desechos sólidos, aguas

residuales, petróleo, agroquímicos, fertilizantes, metales y desechos industriales. Además del arrastre de plaguicidas y sedimentos de zonas circundantes por los campos arroceros y la deforestación. En relación con el uso de recursos, la actividad ganadera es extensiva en zonas inundables de Tabasco, la presión del sector pesquero sobre el camarón blanco, almejas y ostión. Las especies en peligro: pejelagarto *Atractosteus tropicus*, cacerolita de mar *Limulus polyphemus* (merostomado) y *Habenaria bractecens* (orquídea) bajo presión. Además del tráfico de especies, pesca ilegal, arrastres, fauna de acompañamiento y especies introducidas como la tilapia. La regulación sobre el incumplimiento de la legislación en el área protegida de laguna de Términos (e.g. veda, usos de suelo distintos a lo establecido en el plan de manejo). Finalmente, la escasa integración de política turística y pesquera entre Tabasco y Campeche.

Uno de los criterios para ser una RMP es la conservación, aquí se hace énfasis en el cuidado de las zonas que alimentan la laguna de Términos. Esta zona representa el aporte hídrico más importante en México, del continente a la costa y a la sonda, y existen serios conflictos de usos a nivel superficial, de subsuelo marino y continental; se requiere de un verdadero programa de Manejo Integrado de la Zona Costera (manejo de recursos, monitoreo y conservación de las zonas de crianza de fauna marina, etc.). La zona tiene todas las características de un Centro de Actividad Biológica; se propone su inclusión como tal para la zona tropical, restringiendo el área a la zona de frente permanente de alta productividad.



Gobierno del Estado de Tabasco  
Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible



REGIONES MARINAS PRIORITARIAS  
53 PANTANOS DE CENTLA -LAGUNA DE TÉRMINOS  
REGIÓN DE LA PROPUESTA DE ANP  
ESTATAL CINCO LAGUNAS  
Fuente: CONABIO (1998)  
Datum: WGS1984  
Proyección: UTM  
Zona: 15 Norte

Figura 37. Regiones Marinas Prioritarias (53 Pantanos de Centla-Laguna de Términos) cercanas al polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

**Ilg3. Regiones Terrestres Prioritarias.** Por su ubicación, la zona de Cinco Lagunas se localiza a una distancia aproximada de 39 km de la Región Terrestre Prioritaria 144 denominada "Pantanos de Centla", A 98.09 km de la RTP 142 El Manzanillal y a 136.94 km de la RTP 143 Lagunas de Catazajá-Emiliano Zapata (Figura 38). La región de Pantanos de Centla constituye el área de humedales más extensos de Norteamérica (8,366 km<sup>2</sup>), de enorme importancia como refugio de numerosas poblaciones de aves acuáticas migratorias. Constituye una zona relevante para la crianza y alimentación de especies comerciales. Receptora tanto de nutrientes como de contaminantes,

transportados por uno de los sistemas hidrológicos más grandes de México. Conforman la zona con la mayor población de jabirú e incluye los tipos de vegetación de manglares, dunas costeras, vegetación acuática y halófilas, además de ecosistemas acuáticos (CONABIO s.f.d).

La riqueza específica es alta en aves y peces (Valdez-Leal *et al.*, 2015; Soria-Barreto *et al.*, 2018; Quintana *et al.*, 2024; Florido *et al.*, 2026). En esta región, la vegetación registrada es de 568 especies, distribuidas en 118 familias y agrupadas en 8 asociaciones principales tanto de monocotiledóneas como dicotiledóneas de los sistemas acuáticos y terrestres, incluidas las utilizadas como recursos, lo que representa 11.27% de la vegetación del país; de éstas, únicamente se identificaron 12 especies amenazadas, raras o en peligro de extinción. En cuanto a la fauna, son escasos los inventarios que están basados en monitoreos dentro del área; casi todos los listados son inferidos de regiones similares del Sureste o de la cuenca alta del Grijalva-Usumacinta, por lo que se supone que por lo menos 60 especies de peces, 85 de reptiles, 26 de anfibios, 103 de mamíferos y 264 especies de aves se encuentran en la región.

Respecto a los problemas ambientales en esta RTP, se han detectado principalmente a la desecación de humedales, el impacto potencial por extracción petrolera, la construcción de presas hidroeléctricas en el Río Usumacinta, el desarrollo de granjas camaroneras; la explotación forestal, la construcción de la carretera Palizada-Atasta y la contaminación de los ecosistemas acuáticos (Sánchez y Barba 2005; Kauffman *et al.*, 2014; Craft *et al.*, 2018). La principal presión sobre especies clave es para los manglares y las especies en riesgo identificadas como el jabirú, halcón peregrino, el chorlo semipalmado *Charadrius semipalmatus* (Charadriidae), cocodrilos y felinos. Mientras que las prácticas de manejo inadecuado a corto plazo, mediano y largo plazos como crecimiento de asentamientos urbanos irregulares, contaminación industrial, crecimiento de las actividades extractivas, desarrollo desordenado de la agricultura y sobreexplotación de recursos para la venta ilegal.

La conservación de esta RTP está asociada con la inclusión de una Área Natural Protegida, cuyo servicio ambiental es un balance hídrico que incide en las pesquerías y el ecoturismo comunitario, entre otros servicios.

El Manzanillal está ubicada entre los estados de Tabasco y Chiapas, esta región ha sido definida como prioritaria por representar la porción más extensa de las selvas inundables de canacoite (*Bravaisia integerrima*); junto con tulares, popales y zapotales, cuya

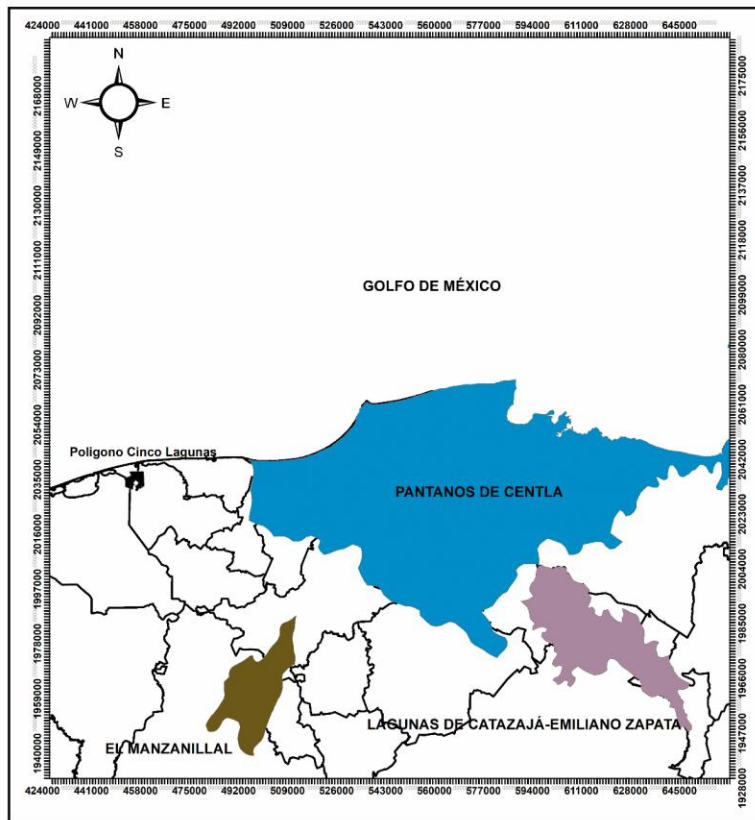
relevancia consiste en ser el último manchón de esta vegetación (606 km<sup>2</sup>). Registra una alta diversidad de tortugas dulceacuícolas y de taxa amenazados, así como un importante reducto de especies faunísticas propias de estos ambientes, en los que se presentan condiciones de inundabilidad, así como sistemas lóticos que desembocan directamente al Río Usumacinta. Esta RTP tiene un grado de alteración muy alto, donde el uso del suelo es el pastizal cultivado principalmente, mientras que, la selva baja perennifolia es el ecosistema natural que posee una mayor extensión, sumado a la vegetación de zonas inundables como otro tipo de vegetación representativo. Sobresale la presencia de cocodrilos de tallas considerables y otras especies que habitan sistemas acuáticos en esta zona.

Entre los principales problemas de esta RTP están la expansión de la frontera agropecuaria, la contaminación ocasionada por Pemex y planes de desecación de zonas inundadas. La pérdida de superficie se calcula un 90% respecto a la superficie original de este tipo de vegetación, con una baja conectividad entre los fragmentos conservados. Se observa un cambio de densidad poblacional cerca de las instalaciones de PEMEX. También hay presión sobre la especie clave por su explotación junto con el elevado impacto por deforestación. La concentración de especies en riesgo es alta, la fauna silvestre bajo esta condición son cocodrilos, tortugas (blanca, tres lomos, chiquiguo), tlacuachillo de agua, pejelagarto, nutria, ocelote y loros. Finalmente, las prácticas de manejo inadecuado se observan en actividades agrícolas y pecuarias.

Para la conservación de El Manzanillal, se tiene una proporción del 40% de propiedad nacional como área bajo algún tipo de manejo adecuado, mientras que el resto es ejidal o privada. Además, existe una baja presencia de grupos organizados.

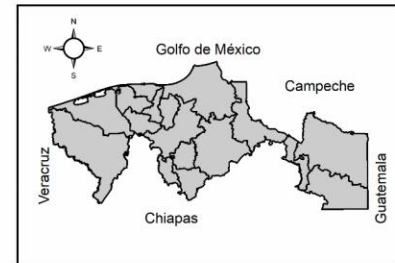
La RTP lagunas de Catazajá-Emiliano Zapata presenta una superficie de 1,197 km<sup>2</sup>. Es una región de zonas de humedales que albergan extensiones importantes de vegetación acuática y subacuática, así como vertebrados en peligro de extinción a nivel mundial como el manatí (*Trichechus manatus*) y halcón aplomado (*Falco femoralis*). Existen, en estos ecosistemas acuáticos, algunas especies claves con diferente grado de requerimiento de conservación. Las actividades agropecuarias representan un peligro. Las poblaciones silvestres están reducidas significativamente por los intensos procesos de deforestación. Esta región funciona como corredor biológico para especies de aves acuáticas migratorias, así como hábitat relevante que sostiene poblaciones de manatí y un sistema cavernario acuático.

Respecto a los problemas ambientales, los desbalances hidrológicos por conversión a tierras agrícolas, ganadería extensiva, el uso intensivo de plaguicidas con vertederos en la periferia y la desecación y eutrofización de las lagunas interiores, afecta a los manatíes, como especie clave, por lo que es una región de rápido proceso de transformación y con impacto en la periferia. Aún se mantiene la conectividad entre los fragmentos conservados. Sin embargo, si la deforestación continúa, el aislamiento de los fragmentos será irreversible. La RTP 143 es una zona prioritaria para la conservación debido a que el mantenimiento de reservorios de agua superficial es uno de los servicios ambientales de suma importancia.



0 5 10 20 30 40 Km

**GOBIERNO DEL ESTADO DE  
TABASCO**  
**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y DESARROLLO SOSTENIBLE**



**REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS MÁS CERCANAS  
REGIÓN DE LA PROPUESTA DE ANP ESTATAL  
CINCO LAGUNAS**  
 Fuente: CONABIO (2000)  
 Datum: WGS1984  
 Proyección: UTM  
 Zona: 15 Norte

**Figura 38. Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

**IIg4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.** El programa sobre las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA), fue establecido en 1996 con el propósito de identificar a nivel global una red de sitios importantes para el mantenimiento a largo plazo de poblaciones de aves. Este programa inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA) cuyo propósito fue crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Durante 1998 se delimitaron 219 AICA a partir de talleres con especialistas en las cuatro regiones: Noreste, Noroeste, Sur y Centro de México. La Coordinación de la Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte (NABCI, CONABIO) y el Programa Nacional de Aves de Pronatura realizaron en 2015 la revisión y actualización de la red de AICA en México para integrar un total de 243 AICA, en donde es posible observar al cerca del 95% de las especies del país (CONABIO 2023b).

Las regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad y las AICA, que engloban 60% del territorio continental, han sido una base importante para la planeación y el destino de recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento y conservación de la biodiversidad en el país, a pesar de no ser un instrumento oficial (Arriaga *et al.*, 2009; Koleff *et al.*, 2009). Asimismo, preceden a los análisis de vacíos y omisiones en conservación del sistema de áreas protegidas con el que se llevaron a cabo con un enfoque de la planeación sistemática de la conservación a partir de un crecimiento importante de información espacial para diversos grupos taxonómicos en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, lo que permitió, considerar numerosos elementos de la biodiversidad y determinar las prioridades con mayor detalle.

La zona de Cinco Lagunas se ubica a 48.42 km de la AICA 156 Pantanos de Centla (Figura 39). Esta AICA es considerada área prioritaria por las instituciones Comité Tripartita México-Canadá-Estados Unidos, Convención RAMSAR y el North American Wetlands Conservation Council. Pantanos de Centla (AICA 156) tiene un área de 502,782.46 ha y enlista 313 especies de aves, lo que le permite estar en la categoría MEX-1, lo cual significa que el sitio contiene al menos una población de una especie considerada en las listas oficiales del país como amenazada, en peligro o vulnerable (NOM-ECOL-059-1994). Así mismo, tiene las categorías A1, especies amenazadas a nivel mundial basada en las categorías de amenaza de UICN-Birdlife y A4i, donde el 1% de una población biogeográfica de una especie acuática congregatoria. Es un área a la

que llegan importantes números de diversas especies migratorias (66 en total) entre las que destacan: *Mycteria americana* y anátidos. Existen colonias relevantes de garzas. Además, el jabirú tiene su límite septentrional de distribución en esta región.

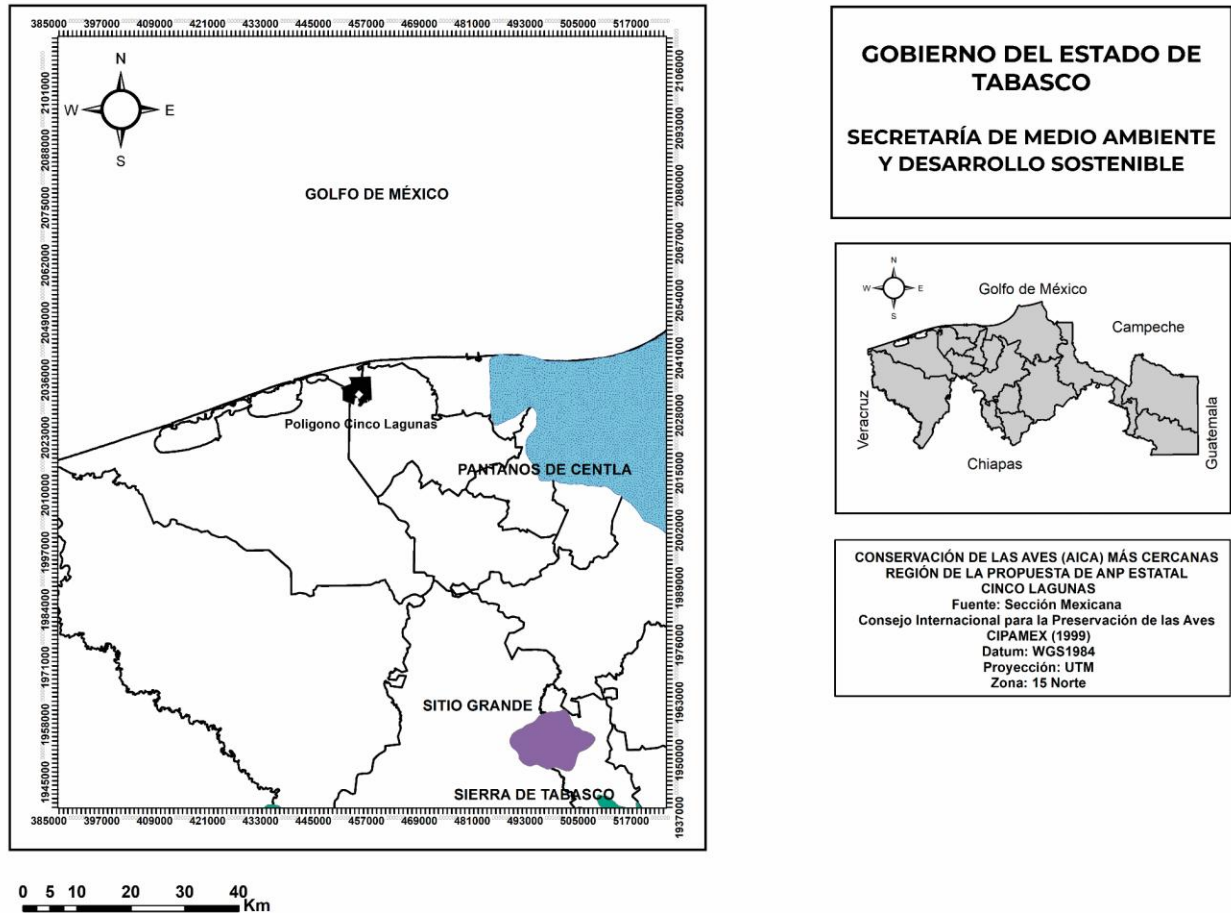
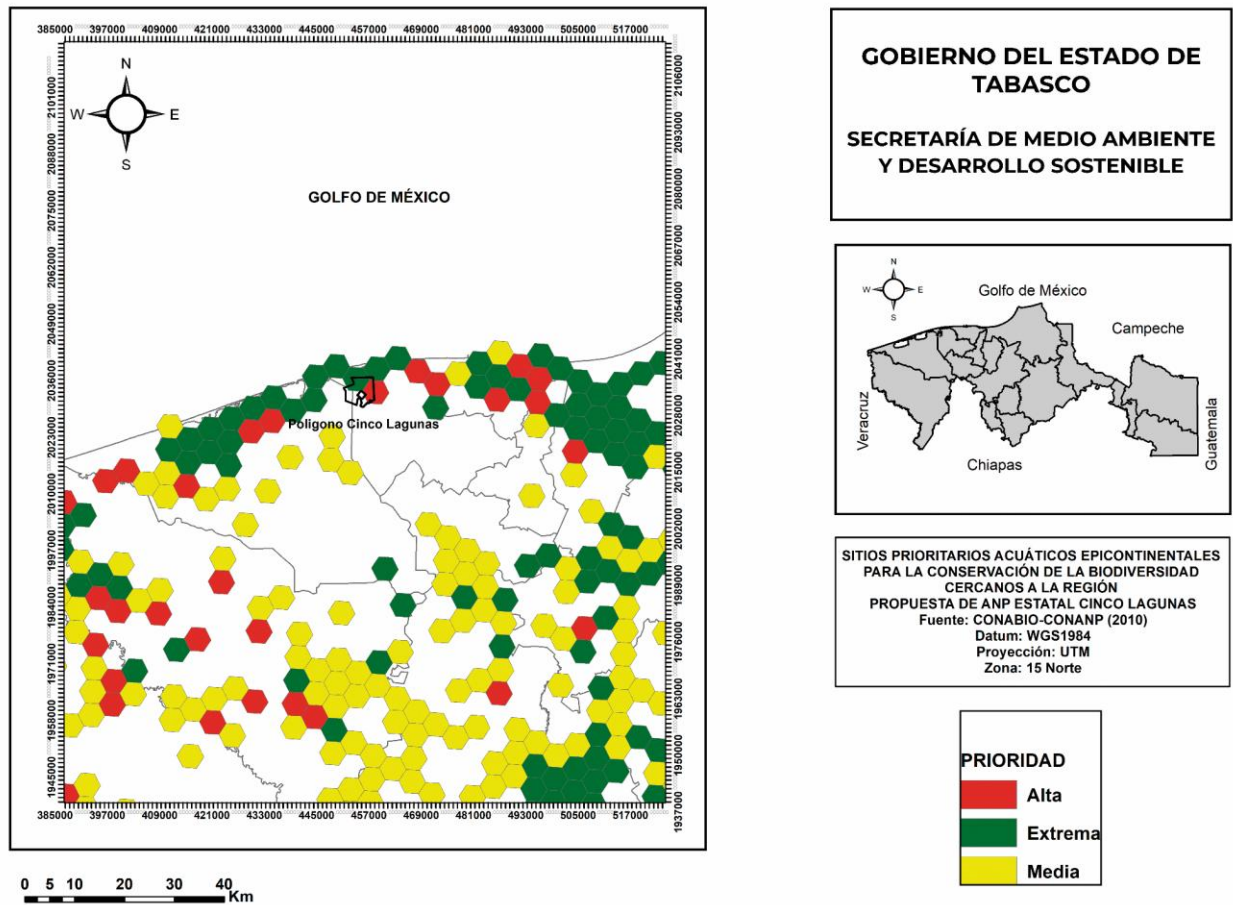


Figura 39. Conservación de las Aves (AICA) cercanas al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

**Ilg5. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la Biodiversidad (SPA).** La planeación de la conservación de la biodiversidad acuática epicontinental es fundamental, ya que las aguas epicontinentales en México incluyen una

amplia variedad de ecosistemas que sustentan una enorme diversidad de especies nativas de flora y fauna, muchas de ellas endémicas y que, en conjunto, representan recursos que necesitan ser preservados por su importancia económica actual y potencial, por sus funciones ecológicas y por el valor que representa la naturaleza por sí misma. Sin embargo, la crisis del agua es un proceso que actualmente tiene repercusiones graves en la estructura, composición y funcionamiento de los ambientes acuáticos. Bajo esta perspectiva, una de las estrategias para el mantenimiento de estos ecosistemas es la conservación y manejo sustentable de áreas vinculadas por los procesos clave del ciclo del agua. Es en este sentido que la identificación de sitios prioritarios para la conservación resulta ser una herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable. La cartografía presenta los resultados principales de la identificación de sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad acuática epicontinental en el país, a través de la evaluación del nivel de prioridad para la conservación con unidades de análisis de 25 km<sup>2</sup> con datos de especies, comunidades y los principales factores que las amenazan, mediante el uso del programa de optimización MARXAN.



**Figura 40. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad cercanos al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

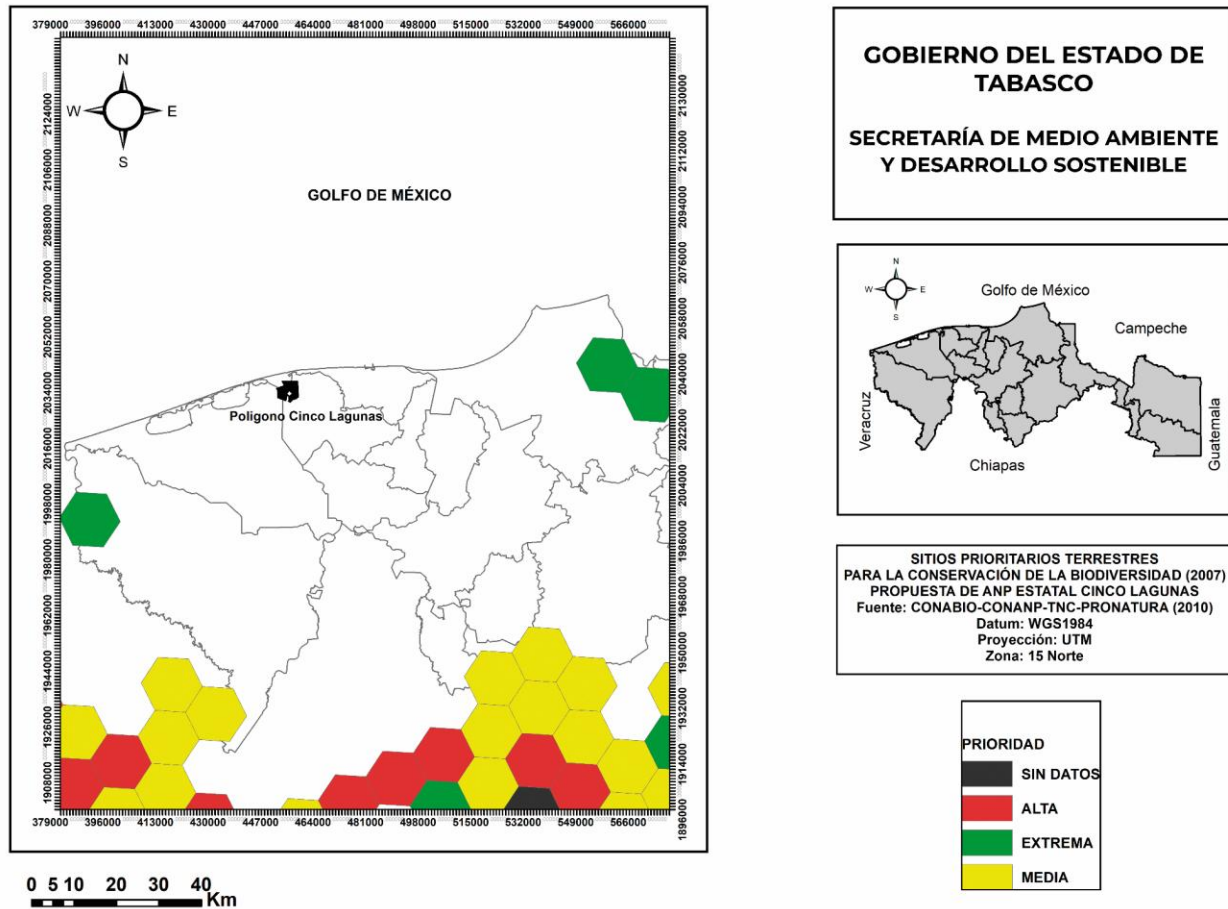
El resultado fue un conjunto de sitios prioritarios para la conservación acotados a los ambientes acuáticos epicontinentales que abarcan 598,875 km<sup>2</sup> (28.8% de la superficie del país), de los cuales en 2010, 15.8% estaban representados en las áreas protegidas y 21.7% de ellos son sitios de prioridad extrema. El área de Cinco Lagunas se ubica en el SPAE Golfo de México y dentro del polígono se registran áreas de extrema y alta proridad en el subplígono Oeste (Figura 40).

**Ilg6. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad.** Los sitios terrestres prioritarios para la conservación detectados en el análisis de optimización cubren 594,894 km<sup>2</sup> (30.36% de la superficie), que en 2008 coincidía en 12.9% de la superficie de áreas protegidas, equivalente a 3.9% de la superficie continental del país.

Entre las conclusiones de este análisis se destacó que las prioridades de conservación para los diversos ecosistemas y grupos de especies deberían utilizarse para optimizar los recursos dedicados a las acciones de conservación y que es imperativo mantener los hábitats conservados, restaurar los que requieren acciones más urgentes y albergan elementos únicos de la diversidad biológica, fortalecer las áreas protegidas, ampliar el abanico de instrumentos que contribuyen a la conservación y promover y apoyar a quienes han innovado en el manejo sostenible de los recursos. Diversos actores deberían sumarse de manera coordinada a la magna tarea de conservar y usar sustentablemente el patrimonio natural de México.

Para identificar los sitios prioritarios terrestres se dividió la superficie del país en 8,045 hexágonos de 256 km<sup>2</sup> cada uno, y se utilizó el programa Marxan que aplica un algoritmo de optimización para incluir 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación, así como 19 capas de diversos factores de amenaza. Para reducir el sesgo en la información sobre la distribución de las especies, se utilizaron modelos de nicho ecológico, revisados y editados por especialistas.

Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible y con los valores más bajos del índice de factores de presión y amenaza.



**Figura 41. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad cercanos al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

La zona de Cinco Lagunas no presenta sitios prioritarios terrestres, el más cercano está a una distancia aproximada de 63.67 km con dirección Suroeste, de prioridad Extrema con la clave 7240 (Figura 41).

La pérdida y disminución de la conectividad es una de las mayores amenazas para la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El Mapa de conectividad de los manglares de Tabasco en 2020 presenta cinco categorías del Índice Integral de Conectividad, procesado mediante el programa Conefor. Este

programa cuantifica la importancia de las áreas de hábitat y enlaces para el mantenimiento o la mejora de la conectividad, así como evalúa los impactos sobre la conectividad de los cambios en el hábitat y el paisaje. Esta herramienta permite el análisis de la ecología espacial y apoya la toma de decisiones en la planificación de la conservación (p. ej. restauración), a través de la identificación y priorización de sitios críticos para la conectividad del manglar. La zona de Cinco Lagunas está ubicada en un área que presenta un índice integral de conectividad Muy alto (Figura 42), lo cual indica un parche muy importante respecto a la extensión de este hábitat y la conectividad del paisaje y detección de áreas más críticas del hábitat (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2013). En el análisis realizado por Rodríguez-Zúñiga *et al.* (2013) del índice integral de conectividad se detectó que para algunos estados del país, los parches con los valores más altos, es decir muy importantes, no se encuentran bajo protección mediante el esquema de Área Natural Protegida. Es recomendable analizar estos casos para evaluar la conveniencia de incluirlos bajo este u otro esquema de protección, para contribuir al mantenimiento y conectividad de los manglares (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2013), como la presente propuesta de crear la ANP de Cinco Lagunas en Comalcalco, Tabasco.

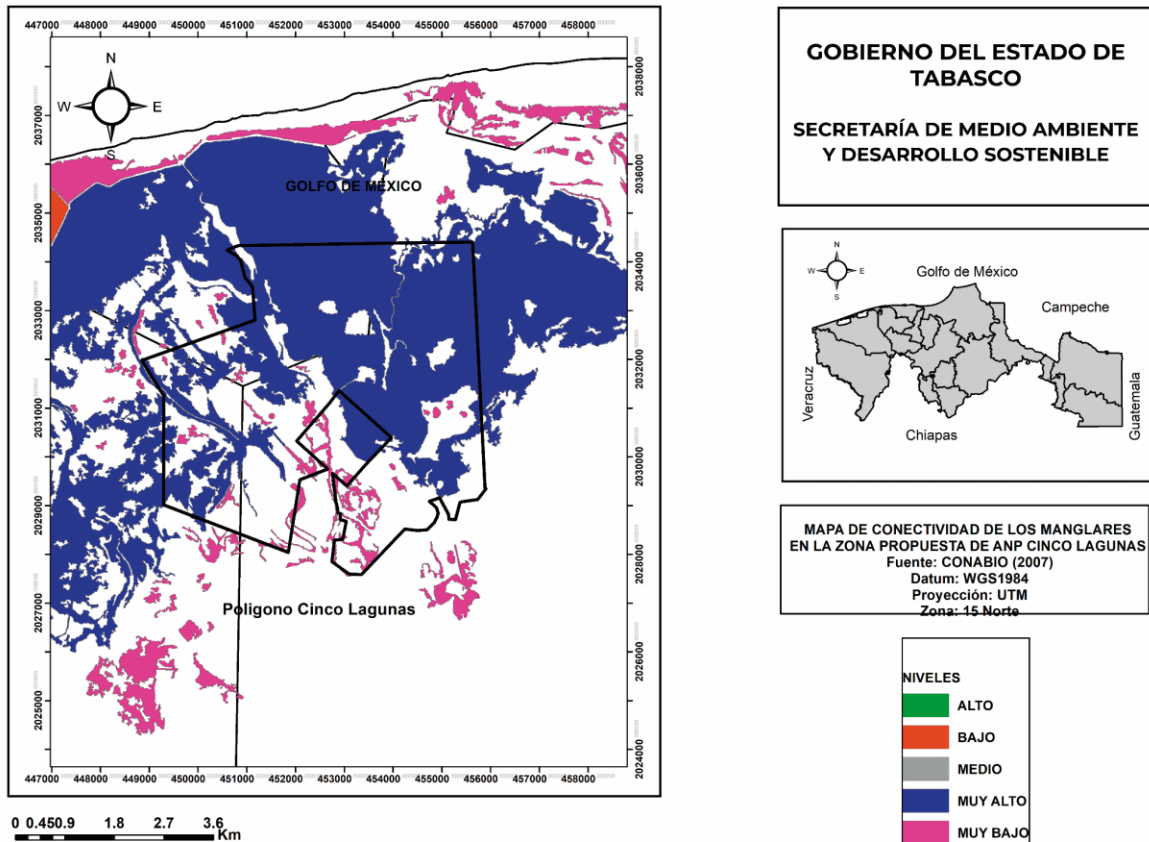


Figura 42. Conectividad de los manglares en el polígono propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

La restauración ecológica es el proceso que asiste en la recuperación de un ecosistema degradado, dañado o destruido (Gann *et al.*, 2019), con el fin de restablecer su integridad, biodiversidad y funciones esenciales. En específico, la restauración de manglares permite la recuperación de estas comunidades para diversos fines, conservación de la diversidad, creación de hábitat, mejoramiento de la calidad de agua, protección de zonas costeras e incluso proyectos productivos (Lindig-Cisneros y Zedler 2010). Para orientar y fortalecer la recuperación de los ecosistemas y especies más vulnerables del país, es fundamental contar con herramientas que permitan identificar áreas clave para acciones de restauración ecosistémica. La selección de las áreas elegibles integra datos relevantes sobre la biodiversidad, conectividad estructural del paisaje, integridad ecosistémica,

cambio climático, así como áreas protegidas. Esta información se analiza a través de un modelo espacial multicriterio, con un panorama general de las necesidades de restauración para apoyar la conservación de la biodiversidad y, en consecuencia, de los servicios ecosistémicos para el bienestar humano. Los seis criterios principales para identificar las áreas elegibles son: Sitios prioritarios para la restauración, Sitios de atención prioritaria para la conservación, Corredores bioclimáticos, Índice de integridad ecosistémica, Zonas de estabilidad climática y distancia a áreas protegidas, incluyendo las áreas federales, subnacionales y las áreas destinadas voluntariamente a la conservación. Como resultado relevante, se determina un área equivalente a 40% de la superficie continental del país, como una guía para facilitar el cumplimiento de la Meta 2 del Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal, que establece la restauración de 30% de las áreas degradadas. Además, las áreas elegibles respaldan el desarrollo del Programa Nacional de Restauración y el Sistema Nacional de Información para la Restauración Ambiental (CONABIO 2025).

La categoría correspondiente al 40% de área elegible para restauración ambiental calculada para el país está presente en el polígono de Cinco Lagunas y representa solo el 2.4% de su área (Figura 43, Tabla 28). Esta área se marca como prioritaria para la implementación de una restauración ambiental por su mayor importancia biológica y mayor factibilidad para su restauración. Para acompañar el proceso de restauración, se debe involucrar a la comunidad ejidal para diseñar acciones de restauración asociadas con su contexto socioeconómico y ambiental a largo plazo. Cabe destacar que, el 97.6% del polígono no es área elegible para la restauración (Tabla 28), lo que indica la integridad ecosistémica predominante en la propuesta de ANP Cinco Lagunas, lo cual coincide con los análisis de NDVI, Geomedianas y USV-INEGI. Además, en el subpolígono Oeste se verificó en campo la restauración natural del manglar en forma de islas principalmente en lagunas La Plaquita e Isla de Barí.

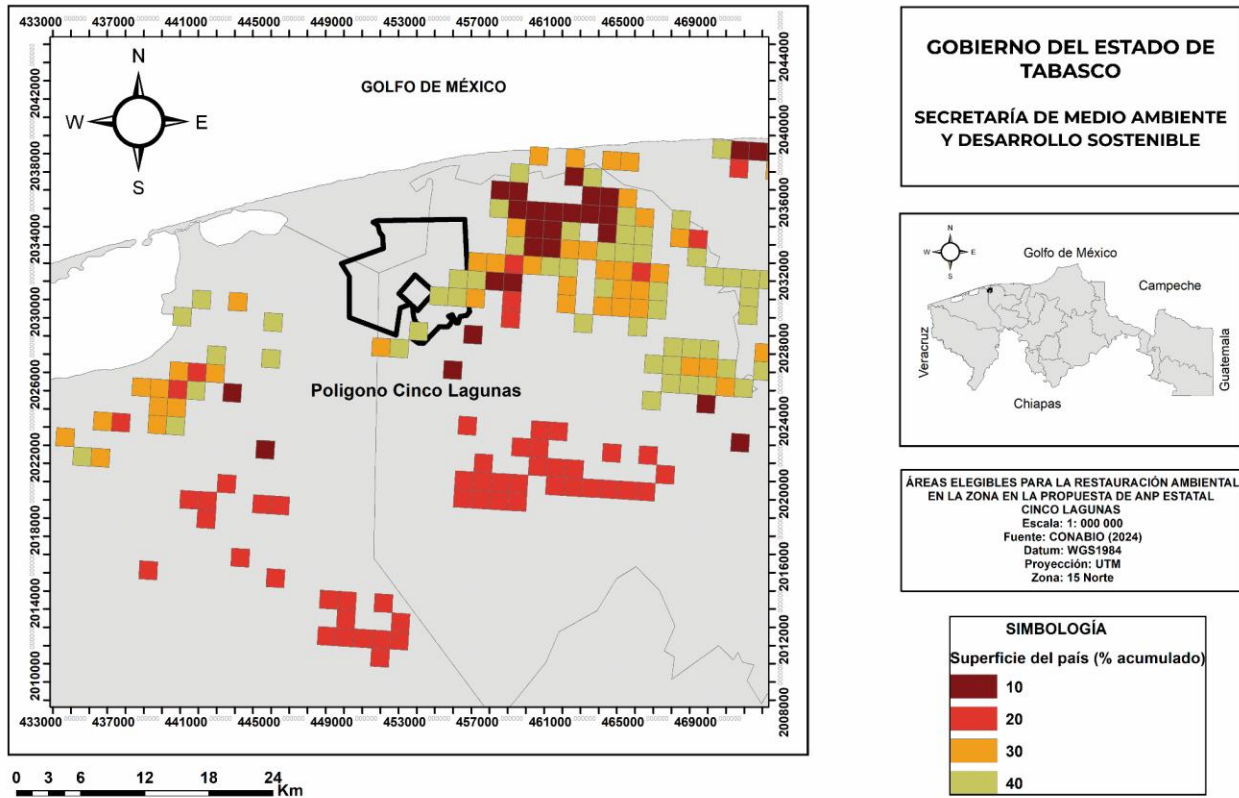


Figura 43. Áreas elegibles para la restauración ambiental cercanas y dentro de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 28. Superficie de áreas elegibles para la restauración ambiental en el polígono Cinco Lagunas.

Porcentaje de área de restauración ecológica	Superficies (ha)
10	0
20	0
30	0
40	78
Sin áreas	3,168
Total polígono Cinco Lagunas	3,246

Las tres especies de primates no humanos que se distribuyen en México, son mono aullador negro (*Alouatta pigra*), mono aullador de manto (*A. palliata*) y mono araña (*Ateles geoffroyi vellerosus* y *A. g. yucatanensis*). Estas especies mencionadas son consideradas de alta prioridad de conservación, por el elevado grado de amenaza que enfrentan y a su papel clave en la regeneración de las selvas. Por lo anterior, la identificación de sitios prioritarios es imprescindible para orientar acciones de protección y fortalecer la implementación del Programa de Acción para la Conservación de las Especies (PACE). Para la definición de sitios prioritarios se utilizan modelos de distribución potencial, metas de conservación y criterios de priorización consensuados con especialistas. Los análisis se realizaron con el programa Consnet (unidad espacial de 1 km<sup>2</sup>). Previamente, modelos de distribución potencial se generaron mediante MaxEnt, con la identificación de áreas con condiciones ambientales similares a aquellas donde se ha documentado la presencia de las especies, así como el establecimiento de metas de conservación entre el 25 y 30% del área de distribución potencial. Los criterios de priorización incluyeron la presencia de vegetación primaria y secundaria arbórea como indicador de hábitat disponible, el índice Mexbio, que integra impactos antropogénicos. El análisis se desarrolló en tres regiones del Sureste mexicano: Guerrero-Oaxaca-Chiapas, la Península de Yucatán y Veracruz-Tabasco. Como resultado, se identificaron sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos que abarcan 71,808 km<sup>2</sup> (15.4% del territorio de ocho estados del Sureste mexicano), de los cuales el 33.7% coincide con áreas naturales protegidas. En el estado de Tabasco destacan por su extensión los Pantanos de Centla (CONABIO 2026).



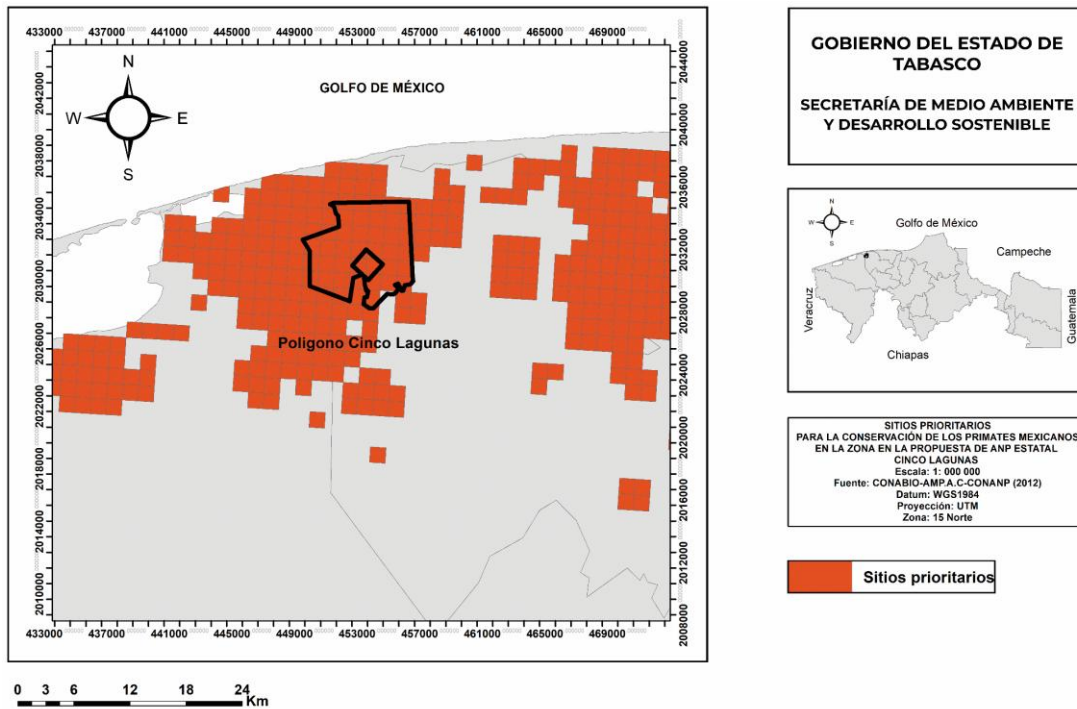


Figura 44. Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos cercanos y dentro de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

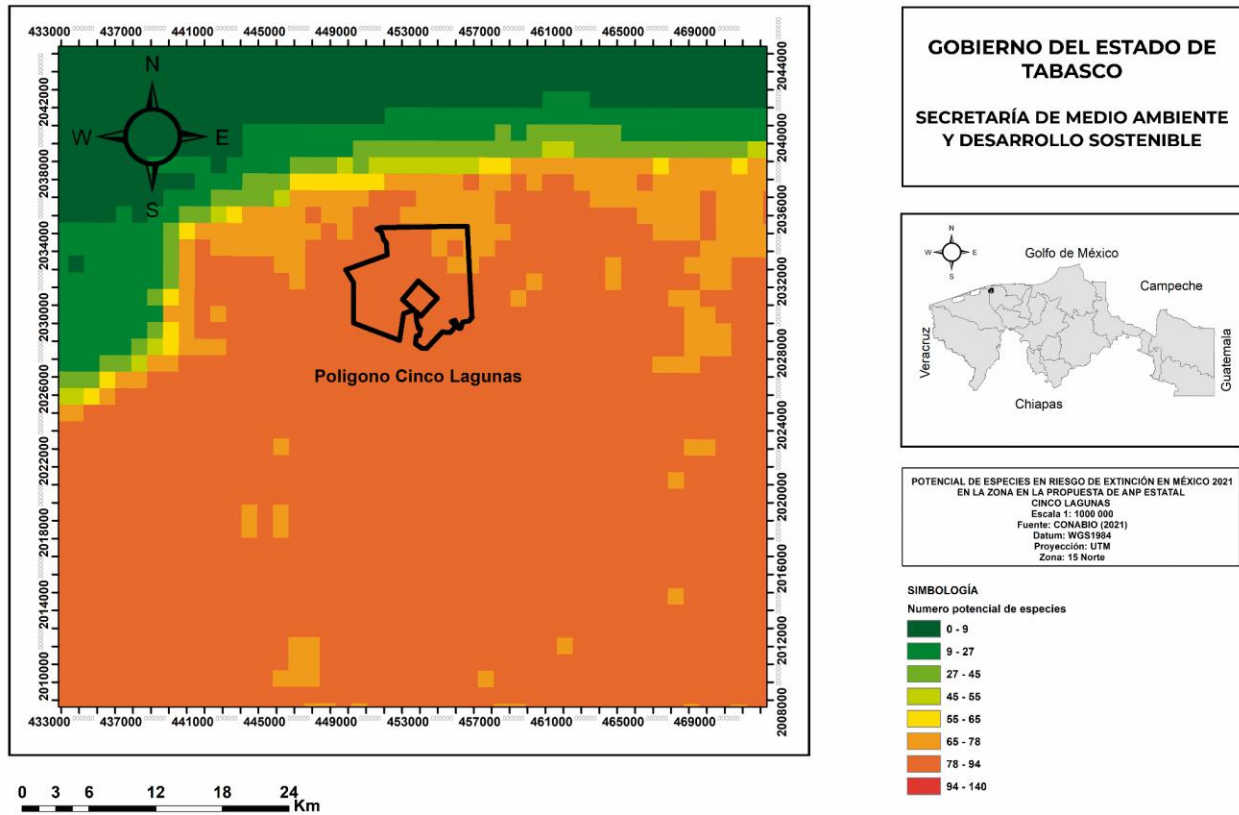
La región de Veracruz-Tabasco resalta por tener la mayor área de distribución para *A. palliata* (Tobón *et al.*, 2012). En esta región, el Área Natural Protegida Cinco Lagunas está ubicada dentro de estos Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos (Figura 44, Tabla 29). A pesar que no se registraron en los muestreos preliminares especies de primates no humanos, se incluyeron como observados por los ejidatarios. La región Veracruz-Tabasco presenta efectos negativos por el cambio de uso de suelo, la fragmentación y la reducida extensión de la vegetación remanente que ofrece un hábitat para los primates, por lo que destaca la importancia de orientar esfuerzos de planes de conservación hacia estas zonas (Tobón *et al.*, 2012).

**Tabla 29. Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos en el polígono Cinco Lagunas.**

Conservación primates sitios	Superficie (ha)
Área prioritaria	3,246
Total polígono Cinco Lagunas	3,246

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) junto a diversas estimaciones, México posee de 10 a 12% de las especies del mundo para la mayoría de los taxones, con la particularidad de varios grupos con especies endémicas a menudo con distribución muy reducida (Llorente-Bousquets y Ocegueda 2008). De esta riqueza de especies, existen 987 especies y subespecies silvestres que enfrentan riesgos de extinción por lo que se han evaluado a través de la norma oficial mexicana vigente en la materia (NOM-059-SEMARNAT-2010) para asignarles alguna categoría de riesgo.

El mapa Potencial de Especies en Riesgo de Extinción en México (2021) evidencia la riqueza potencial de especies en categorías ecológicas en nuestro país. La integración de mapas de distribución individual de 947 especies de las categorías de la NOM-059: Probablemente extinta en el medio silvestre (E), En peligro de extinción (P) y Amenazada (A). Los grupos biológicos incluidos son los registrados en la NOM-059, con excepción de los hongos. La información utilizada fue el acervo de CONABIO, la página de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2024) y BirdLife, por la diversidad de documentos se realiza una revisión, ajuste y tratamiento de los mapas obtenidos, y se trabajaron en GeoTIFF con ArcGIS Desktop 10.6. Finalmente, se realizó la suma de los 947 mapas de distribución potencial, utilizando la extensión de Spatial Analyst Tools del ArcGIS y la herramienta Map Algebra. El resultado fue un mapa en formato raster GeoTIFF, con un tamaño de pixel de 1 km<sup>2</sup> y valores del 1 a 140. El análisis incluye el número potencial de especies en alguna categoría de riesgo como Probablemente extinta en el medio silvestre (E), En peligro de extinción (P) o Amenazada (A), que podrían estar presentes (CONABIO 2021).



**Figura 45. Potencial de especies en riesgo de extinción en el polígono propuesto del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

En el territorio nacional se presenta una distribución diferencial de la biodiversidad a nivel de especies, por lo que el Sur-Sureste se muestra como la región con un número sobresaliente de especies. La Carta de Potencial de Especies en Riesgo de Extinción confirma que el Sur-Sureste de México es la principal región de concentración potencial de especies amenazadas, lo cual se afirma con: a mayor número de especies, mayor probabilidad de registros en categorías ecológicas.

Respecto al polígono de Cinco Lagunas, el 86% del área total del subpolígono Oeste y una parte del Este presenta un intervalo de 78-94 especies en riesgo potencial, mientras que el resto del porcentaje superficial se observa en la sección Noreste del subpolígono Este con un intervalo de 65-78 especies en la condición antes mencionada (Figura 45, Tabla 30). En la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas se

registraron las especies incluidas en la IUCN y evaluados como Vulnerables: el algodón mexicano (*Gossypium hirsutum*), el tarpón (*Megalops atlanticus*) y el mono aullador (*Alouatta palliata*). A su vez, tres especies, igualmente registradas en el Área Natural, son consideradas como Casi Amenazadas, una ave migratoria, el playero diminuto (*C. minutilla*) y dos marsupiales, el tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*) y el tlacuache gris cuatro ojos (*Philander vossi*) (Tabla 17), en adición, el pato real (*Cairina moschata*) y el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) está enlistado como en peligro de extinción por la NOM-ECOL-059-2010 y ocho especies más como Amenazadas (incluidas tres especies de mangle). Cabe destacar el caso de la mazacuata (*Boa imperator*), que anteriormente se consideraba como subespecie de *Boa constrictor* y su validez fue reconocida hace pocos años (Reynolds *et al.*, 2014), por lo que esta no figura en la NOM-ECOL-059-2010, pero sí *Boa constrictor* (cuya distribución se ha restringido a sudamérica), por lo cual se sugiere considerar el mismo estatus de conservación (Tabla 8). Todo lo anterior, demuestra que el polígono no solo alberga un número relevante de potencial de especies en riesgo, si no que además, posee condiciones ecosistémicas que pueden sostenerlas, como se ha descrito en las secciones "II.c. Descripción y estado de conservación de los ecosistemas y especies que se pretenden proteger" y "II.d. Relevancia, a nivel regional y estatal, de los ecosistemas representados en el área propuesta". Esto confirma la prioridad de implementar acciones encaminadas a decretar esta zona como Área Natural Protegida Estatal.

**Tabla 30. Superficie de rango del potencial de especies en riesgo de extinción en México 2021 en el Polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

Rango potencial	Superficie (ha)
65-78	460
78-94	2,786
Total polígono Cinco Lagunas	3,246

La integridad ecosistémica se define como la capacidad que poseen los ecosistemas para mantenerse, regenerarse y organizarse por sí mismos en concordancia con los factores biogeofísicoquímicos locales. Dentro del término integridad ecosistémica debe tomarse en cuenta el efecto del crecimiento poblacional y la antropización del ambiente sobre impacto negativo o deterioro. Por lo anterior, se asume que la integridad ecosistémica sólo alcanza pleno desarrollo y su valor máximo cuando no se presentan alteraciones de origen humano negativas, ya que existen acciones enfocadas a conservación y manejo de ecosistemas que en este caso se presentan como positivas. El Índice de Integridad Ecosistémica (IIE) parte de un modelo conceptual de tres capas (contextual, instrumental

y latente), en el cual se establece la relación entre las características abióticas (climático-geográficas) y bióticas (basadas en la estructura de la cobertura vegetal) con la condición del ecosistema. También hace uso de un modelo de referencia de integridad óptima (valor máximo), que asume la ausencia de intervenciones humanas. Mediante la aplicación de una red bayesiana, se estima la condición o IIE en cada celda de 250 X 250 m de resolución sobre la superficie terrestre de todo México, partiendo de datos obtenidos directamente en campo y datos provenientes de sensores remotos para contar con una valoración espacial explícita de la condición de los ecosistemas terrestres en México para el año 2018. El valor del IIE del pixel correspondiente está acotado entre 0 y 1 (Equihua *et al.*, 2021).

Al analizar el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas con el IIE se calcula un 84.4% del área dentro del intervalo máximo (0.86-1), mientras que, para el valor mínimo solo un 0.4% de superficie (Figura 46, Tabla 31). El índice demuestra que la mayor extensión del polígono presenta la ausencia o una mínima intervención humana, siendo un ecosistema funcional, poco alterado y con alta biodiversidad y que es crítico conservarlo para la seguridad costera, mitigación al cambio climático y la economía local.

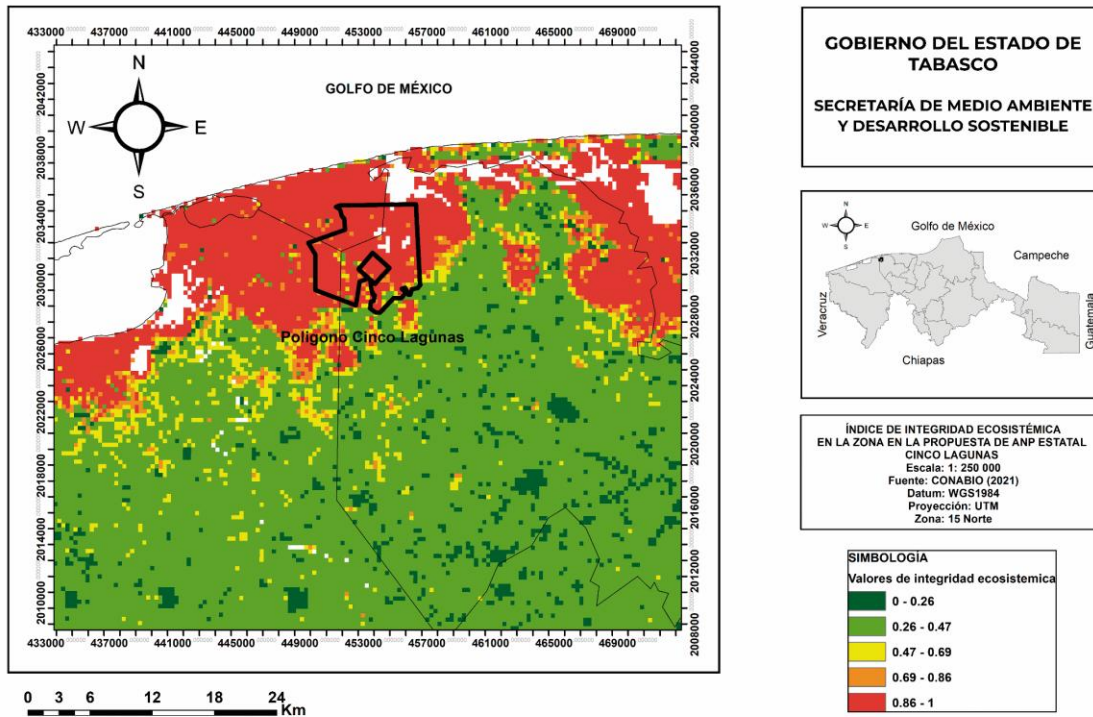


Figura 46. Índice de integridad ecosistémica en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 31. Superficies del Índice de integridad ecosistémica en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Índice de integridad	Superficie (ha)
0 - 0.26	13
0.26 - 0.407	79
0.47 - 0.69	122
0.69 - 0.86	291
0.86 - 1	2,741
Total Cinco Lagunas	3,246

La Comisión Nacional Forestal presenta una zonificación forestal para identificar, agrupar y ordenar los terrenos forestales y preferentemente forestales con relación a sus

funciones y subfunciones biológicas, ambientales, socioeconómicas, recreativas, protectoras y restauradoras, cuyos objetivos son propiciar una mejor administración y contribuir al desarrollo forestal sustentable (CONAFOR s.f.b). Esta Comisión, para una planeación estratégica, identifica por medio de criterios técnicos y sociales y determina las áreas que son consideradas relevantes para la producción, restauración y conservación en México. La carta muestra a nivel nacional los polígonos que son considerados de importancia de producción, restauración y conservación. El método utiliza y depura los datos desde la plataforma de CONAFOR (2011). Posteriormente, en la misma plataforma se aplica la herramienta de geoprocésamiento MERGE para obtener un dato geoespacial.

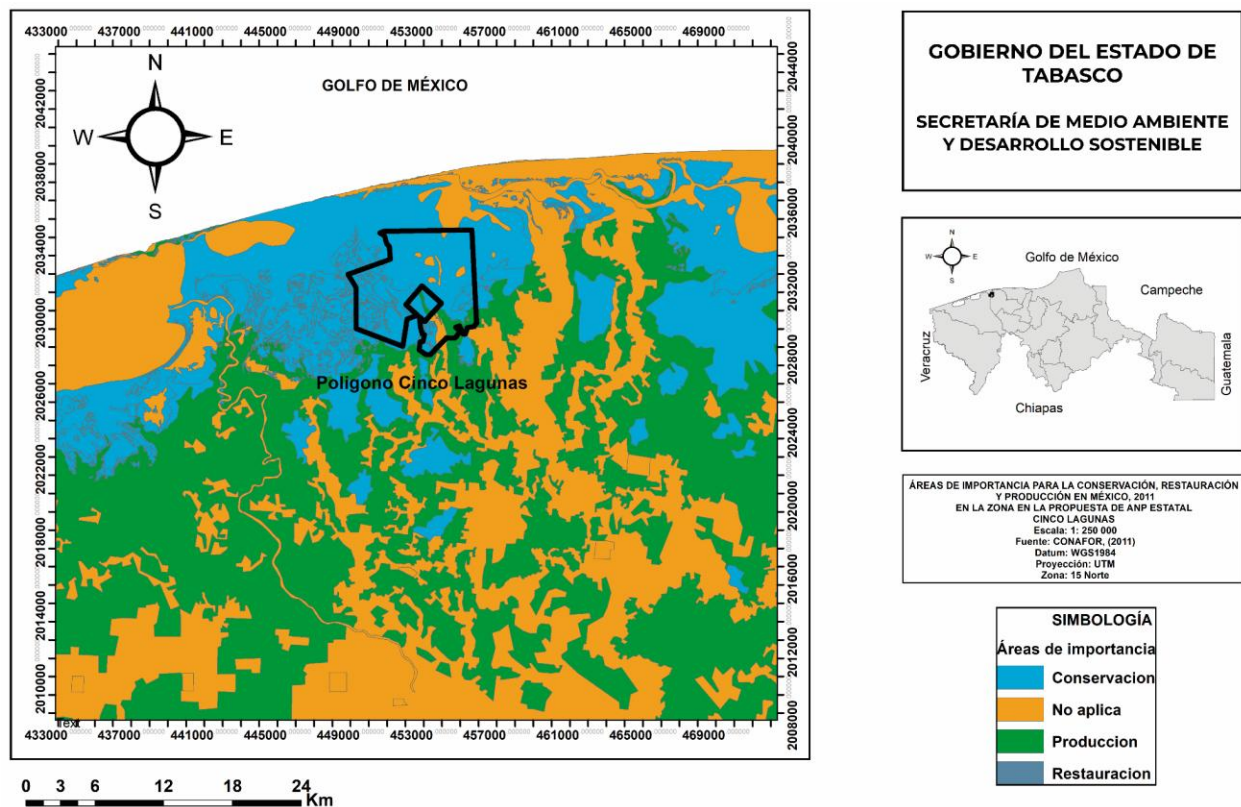


Figura 47. Áreas de importancia para la conservación, restauración y producción en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

En el polígono de la propuesta de Área Natural Protegida denominada Cinco Lagunas, la categoría Conservación representa el 88.5% de su superficie, la categoría no aplica con 7.1% y producción es de 4.4% (Figura 47, Tabla 32). La superficie para producción se presenta en la zona limítrofe de ambos subpolígonos y está asociada con la operación de una carbonera artesanal a través de un aprovechamiento sostenible de este recurso forestal maderable y una producción de miel como producto forestal no maderable asociada con el manglar. En esta análisis de áreas de importancia para la conservación, restauración y producción en México no se registra la categoría restauración, aunque se observa que solo el 2% del polígono representa la superficie a restaurar de la carta Áreas elegibles para la restauración ambiental (Figura 43). Finalmente, este elevado porcentaje de áreas de conservación muestra al polígono de Cinco Lagunas como una zona prioritaria con alto valor biológico, funciones ecológicas clave como se ha demostrado en las secciones "II.c. Descripción y estado de conservación de los ecosistemas y especies que se pretenden proteger" y "II.d. Relevancia, a nivel regional y estatal, de los ecosistemas representados en el área propuesta".

**Tabla 32. Áreas de importancia para la conservación, restauración y producción en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.**

Categorías	Superficie (ha)
Conservación	2,874
No aplica	229
Producción	143
Restauración	0
Total Cinco Lagunas	3,246

**IIg7. Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad.** La planificación de la conservación de la biodiversidad marina es fundamental ya que un componente esencial de la megadiversidad de México son los ambientes costeros, oceánicos e insulares. Estos ecosistemas son de importancia crítica ya que en ellos habitan una gran cantidad de especies tanto endémicas como de distribución amplia y al mismo tiempo son sitios importantes de reproducción, anidación, descanso y alimentación de la fauna marina y aves migratorias. Debido a las grandes diferencias en conocimiento y disponibilidad de información sobre la biodiversidad de las diferentes regiones marinas de México, se decidió utilizar la opinión de expertos para la identificación de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina, que incluye costas, océanos e islas.

En el proceso realizado de 2005 a 2008 para los ambientes marinos se identificaron 105 sitios prioritarios para la conservación de costas, océanos y elementos insulares, utilizando cartografía temática digital, bases de datos de registros georreferenciados de especies de flora y fauna y otros elementos de la biodiversidad marina. Cerca de 18% de la superficie de los sitios prioritarios marinos estaba decretada como área protegida; 78 se encontraban representados en menos de 20% de su superficie en el sistema de áreas protegidas (CONABIO *et al.*, 2007).

La zona de Cinco Lagunas se ubica en el sitio prioritario marino denominado Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco con la clave 63, considerada "Muy importante" (Figura 48). El área que presenta es de 1,024,490 ha y con fisiografía de zona costera y plataforma continental amplia y somera; como fisiografía emergente existen playas arenosas, islas continentales, lagunas costeras, barra, esteros, ríos, dunas costeras, planicie de inundación. Los hábitat de este sitio son manglares, marismas, pantanos, matorral espinoso inundable, selva mediana inundable, selva alta, popales, tulares, carrizales, palmar inundable, vegetación de dunas costeras, praderas de pastos marinos y algas. Los servicios ambientales que representa el sitio prioritario 63 son áreas de reproducción, crianza, alimentación y refugio de invertebrados y vertebrados de la zona, así como el registro de especies estuarino-dependientes. Los Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco presentan la mayor extensión de humedales (zonas inundables) en el país. Estas características permiten que posea una gran diversidad en lo que respecta a flora y fauna y permite sean considerados como uno de los ecosistemas más representativos. Integra a la Reserva de la Biosfera e hidrológicamente es uno de los sitios más importantes de Mesoamérica, desde el Sur de México hasta el Norte de Guatemala. El sitio consiste de varios ecosistemas dulceacuícolas, permanentes y estacionales, relevantes para la pesca y la regulación de inundaciones (CONABIO s.f.e).

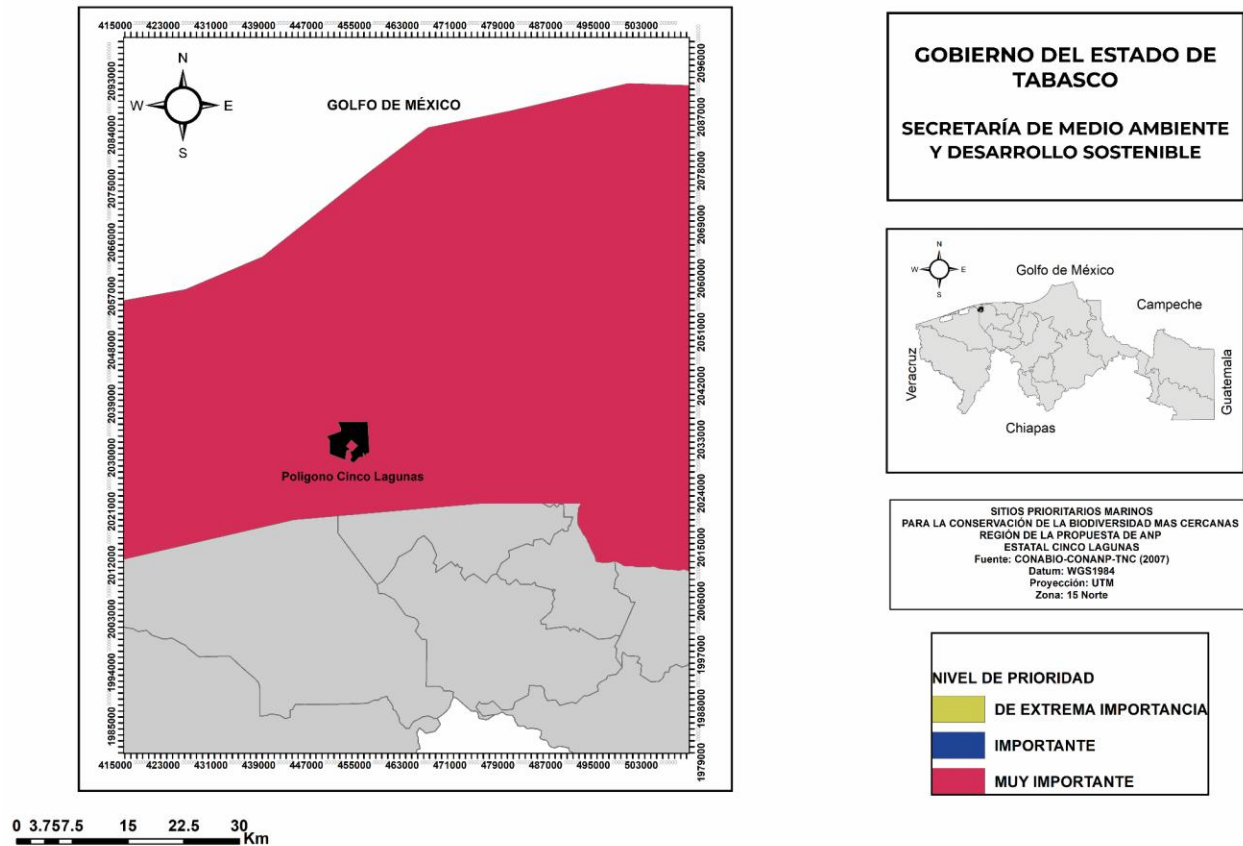


Figura 48. Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad más cercanos a la región de la propuesta de Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

### III. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA

#### IIIa. Características históricas y culturales.

**IIIa1. Fiesta de los manglares y humedales Cinco Lagunas.** La vistosa celebración se realiza en febrero de cada año en la ranchería Lázaro Cárdenas de Comalcalco. Este evento tiene como objetivo compartir la tradición y la zona como una oferta turística más de Comalcalco y atraer inversiones que detonen la economía en este y otros sectores. En la "Fiesta de los Manglares y Humedales", los visitantes podrán disfrutar de la

gastronomía típica, adquirir diversos productos y además contratar en el lugar recorridos por la zona de manglar.

En la fiesta se lleva a cabo un interesante concurso de lanchas bellamente decoradas, un paseo por la reserva de manglares "Cinco Lagunas", más la exposición y venta de platillos típicos. El recorrido se realiza con el objetivo de conocer este espacio natural de más de 2,000 ha que reúne diversas especies de flora y fauna entre las que destacan el mangle rojo, negro y blanco, aves, reptiles, peces, mamíferos y cangrejos.





Fotografía 21. Recorrido en Cinco Lagunas, Festival de los Manglares. Autor SEMADES.

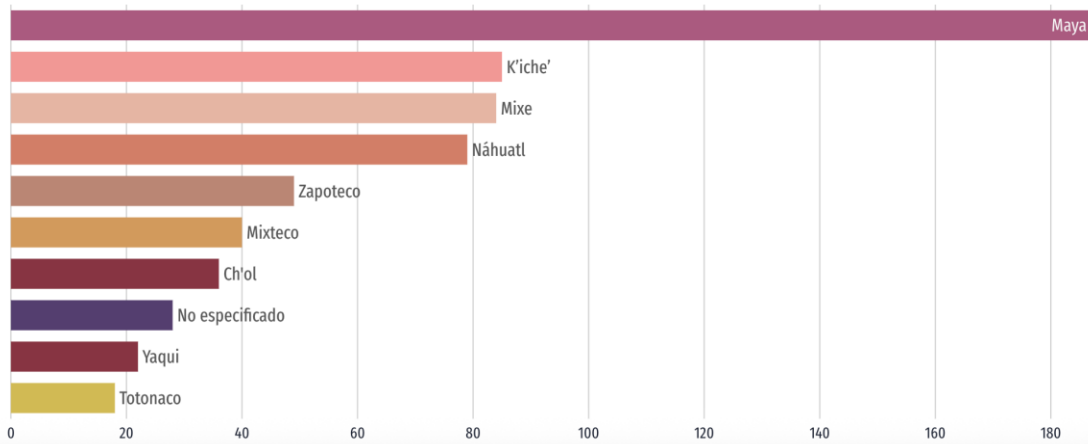
### IIIb. Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental.

**IIIb1. Comalcalco.** Los centros de población con mayor número de habitantes en Comalcalco, según los datos demográficos donde vive el mayor número de personas son Comalcalco (39,865 habitantes), Tecolutilla (9,960 habitantes), Chichicapa (6,577 habitantes) y Miguel Hidalgo (4,672 habitantes). De estas ciudades, Tecolutilla es la más cercana al polígono de la propuesta del Área Natural protegida Cinco Lagunas.

En 2020, en el municipio se registraron 214,877 habitantes distribuidos casi equitativamente entre mujeres y hombres. Los intervalos de edad entre 5 a 9 años, 10 a 14 y 0 a 4 años de edad sumaron el 28.2% de la población, respectivamente. En contraste, la población de 65 años o más sólo representó el 7.1% total. Con respecto al acceso a la educación, aún prevalece el 5.7% de población mayor de 15 años analfabeta. Del total de analfabetismo, las mujeres representan el 61%, mientras que los hombres el 39%, lo cual es un reflejo de la prevalencia de la inequidad de género (Tabla 33) (INEGI 2020; Secretaría de Economía s.f.). El porcentaje de población que habla una lengua indígena es mínima, ya que sumó el 0.3%, la mayoría habla Maya, Kíche', y Mixe (Figura 49).

**Tabla 33. Datos demográficos del municipio de Comalcalco.**

Aspectos socioambientales	Registros
Población total (habitantes)	214,877
Población masculina	105,283
Población femenina	109,594
Porcentaje de población que habla una lengua indígena	0.3
Porcentaje de población analfabeta (> 15 años)	5.7
Porcentaje hombres analfabetas (> 15 años) del total de la población analfabeta	39
Porcentaje mujeres analfabetas (> 15 años) del total de la población analfabeta	61
Porcentaje de la población con estudios de licenciatura	15.4
Porcentaje de la población masculina con estudios de licenciatura	8.06
Porcentaje de la población femenina con estudios de licenciatura	7.32
Porcentaje de población que profesa la religión católica	63.1



**Figura 49. Población de tres o más años que habla al menos una de las principales lenguas indígenas en el municipio de Comalcalco. Fuente: Secretaría de Economía (s.f.).**

En el primer trimestre de 2025, el porcentaje de población económicamente activa fue de 57.2%. En este rubro la marcada falta de oportunidades a la mujeres resalta pues solamente 40.6% de las mujeres fueron registradas como población económicamente activa, mientras que en los hombres se incrementa al 75.7%. La tasa de desocupación

para el mismo trimestre fue de 4.94, la cual disminuyó con respecto a finales del 2020. La mayoría (63.1%) de la gente en Comalcalco es católica (Tabla 33).

En el municipio se registran 58,317 viviendas. Entre estas la mayoría está dirigida por los hombres, lo cual es un reflejo de la cultura paternalista prevalente en el país y el planeta. Entre las 12 variables incluidas, la mayoría muestran datos de mayor bienestar asociados con más empleo, mayor acceso a servicios municipales y enseres electrodomésticos y automóviles. Entre las 12 variables relacionadas con los cambios tecnológicos, transporte privado y hábitos vinculados, los cuatro porcentajes correspondientes a viviendas con automóvil o camioneta, viviendas con motocicleta, viviendas con computadora personal, y viviendas con internet están en el cuartil menor a 25%. Los porcentajes bajos de viviendas con computadora personal e internet es un asunto de equidad a atender a la brevedad posible. Los demás descriptores vinculados a servicios municipales y acceso a electrodomésticos son relativamente aceptables (Tabla 34).

**Tabla 34. Porcentaje de vivienda y calidad de vida en el municipio de Comalcalco.**

Descriptor	Registros
Número de viviendas en Comalcalco	58,317
Porcentaje de viviendas en donde el jefe es hombre	69.8
Porcentaje de viviendas en donde el jefe es mujer	30.2
Porcentaje de viviendas con electricidad	98.64
Porcentaje de viviendas con agua entubada	73.75
Porcentaje de viviendas con refrigerador	83.9
Porcentaje de viviendas con lavadora	73.5
Porcentaje de viviendas con aire acondicionado	45.2
Porcentaje de viviendas con automóvil o camioneta	25.2
Porcentaje de viviendas con motocicleta	21.3
Porcentaje de viviendas con computadora personal	18.2
Porcentaje de viviendas con teléfono celular	81.1
Porcentaje de viviendas con internet	24

**IIIb2. Lázaro Cárdenas 1a. Sección** La localidad de Lázaro Cárdenas 1a. Sección (Tabasco) pertenece al municipio de Comalcalco. Dentro de todos los pueblos del

municipio, ocupa el número 24 en cuanto a número de habitantes. El poblado de Lázaro Cárdenas 1a. Sección está situado a 23.7 kilómetros de la cabecera municipal de Comalcalco, en dirección Oeste. La población de Lázaro Cárdenas 1a. Sección fue de 1,737 habitantes en el 2020, la cual aumentó aproximadamente el 1% en 10 años. La proporción de mujeres se ha mantenido ligeramente menor a la de los hombres, ya que en 2020 se registraron 861 mujeres y 876 hombres.

**Tabla 35. Datos demográficos en porcentaje en Lázaro Cárdenas 1a. Sección.**

Descriptor	2010	2020
Índice de fecundidad (hijos por mujer)	6.21	2.72
Población que proviene fuera el Estado de Tabasco	0.12	1.21
Población analfabeta	6.97	5.3
Población analfabeta (hombres)	6.21	1.67
Población analfabeta (mujeres)	7.75	3.63
Grado de escolaridad	6.83	7.86
Grado de escolaridad (hombres)	7.09	8.09
Grado de escolaridad (mujeres)	6.55	7.64
Porcentaje de población indígena	0	0.23
Porcentaje que habla una lengua indígena	0	0.06

Entre las 12 variables incluidas, ocho muestran datos de mayor bienestar asociados con más empleo, mayor acceso a servicios municipales y enseres electrodomésticos y automóviles. Entre estas destacan el incremento de seis veces el empleo en mujeres con un incremento del 12.7% de viviendas habitadas. Las variables que disminuyen están relacionadas con los cambios tecnológicos y hábitos vinculados. Por ejemplo, el uso mayor de redes sociales y aplicaciones en lugar de radio y televisión. El porcentaje de reducción de acceso a viviendas con electricidad es menor al 1%. Por último, la adquisición de autos no refleja seguramente el incremento del número de motocicletas por vivienda, pues es notoria la movilidad de las personas por dicho transporte (Tabla 36).

**Tabla 36. Porcentajes de desempleo y vivienda en Lázaro Cárdenas 1a. Sección.**

Descriptor	2010	2020
Población ocupada laboralmente mayor de 12 años	26.54	36.85

Población ocupada laboralmente mayor de 12 años (hombres)	50.18	56.85
Población ocupada laboralmente mayor de 12 años (mujeres)	2.5	16.49
Viviendas con electricidad	99	98.92
Viviendas con agua entubada	92.27	99.13
Viviendas con excusado o sanitario	92.02	95.02
Viviendas con radio	59.6	53.46
Viviendas con televisión	76.31	74.46
Viviendas con refrigerador	60.85	72.29
Viviendas con lavadora	50.37	66.23
Viviendas con automóvil	5.99	6.28
Número de viviendas particulares habitadas:	403	462

El número de habitantes por sexo que habitan en Lázaro Cárdenas 1a. Sección por edad y género permiten mostrar una pirámide poblacional de bulbo central, ya que la los extremos (bebés y ancianos) son más estrechas que los intervalos de edad correspondientes a jóvenes y adultos. Sin embargo, el menor número de jóvenes de ambos sexos con respecto a los adultos llama la atención por el relevo generacional (Tabla 37).

**Tabla 37. Pirámide poblacional del poblado Lázaro Cárdenas 1a. Sección (2020).**

Intervalo de edad	Número de mujeres	Número de hombres	Total habitantes
Bebés (0-5 años)	88	109	197
Jóvenes (6-14 años)	145	162	307
Adultos (15-59 años)	550	524	1,074
Ancianos (60 años o más)	78	81	159

En el poblado de Lázaro Cárdenas 1a. Sección se registran cuatro centros educativos de nivel básico y uno de educación media superior: 1) Centro de Educación Media Superior a Distancia Num. 10, Educación Media Superior (Bachillerato General), de control público (Estatal, Organismo Descentralizado Del Gobierno Del Estado) y horario matutino, 2) Francisco González Bocanegra, Educación Básica (Preescolar General), de control público (Estatal, Federal Transferido) y horario matutino, 3) María de La Paz Chapus

Fuentes, Educación Básica (Telesecundaria), de control público (Estatad, Estatal) y horario matutino, 4) Preescolar Comunitario, Educación Básica (Preescolar Conafe), de control público (Federal, Organismo Descentralizado de la Secretaría De Educación Pública) y horario matutino, y 5) Vidal Alcocer, Educación Básica (Primaria General) de control público (Estatad, Federal Transferido) y horario matutino

**IIIb3. Lázaro Cárdenas 2a. Sección (El Retiro).** Este poblado se ubica a 25.1 kilómetros, en dirección Oeste, de la cabecera municipal de Comalcalco La población de Lázaro Cárdenas 2a. Sección (El Retiro) es de 806 habitantes, de los cuales hubo ligeramente más mujeres (409) que hombres (397) con una tasa de crecimiento cercana al 1%.

La información demográfica comparativa entre 2010 y 2020 muestra que el índice de fecundidad disminuyó, mientras que aumentó el número de habitantes provenientes de otros estados de México. El grado de escolaridad aumentó para mujeres y hombres y el porcentaje de analfabetismo disminuyó en ambos sexos, aunque continúa observándose una inequidad de género pues el grado de escolaridad es 1.29 veces menor en la mujeres y el porcentaje de analfabetismo es 3.1 veces menor en mujeres (Tabla 38).

**Tabla 38. Datos demográficos en Lázaro Cárdenas 2a. Sección (El Retiro).**

Descriptor	2010	2020
Índice de fecundidad (hijos por mujer)	3.84	2.64
Población que proviene fuera el Estado de Tabasco	1.63	2.36
Población analfabeta	5.18	4.84
Población analfabeta (hombres)	3.84	0.87
Población analfabeta (mujeres)	6.71	3.97
Grado de escolaridad	6.91	7.98
Grado de escolaridad (hombres)	7.22	8.64
Grado de escolaridad (mujeres)	6.57	7.35
Porcentaje de población indígena	4.22	0
Porcentaje que habla una lengua indígena	1.36	0
Porcentaje que habla una lengua indígena y no habla español	0	0

En Lázaro Cárdenas 2a. Sección (El Retiro) se registran 233 viviendas con mínimo incremento de 47 viviendas en 10 años. Entre las 16 variables incluidas, seis muestran datos de mayor bienestar asociados con más empleo, mayor acceso a servicios municipales y enseres electrodomésticos y automóviles. En este poblado el porcentaje de mujeres con trabajo formal resultó similar al de los hombres. Entre estas destacan el incremento de seis veces el empleo en mujeres con un incremento del 12.7% de viviendas habitadas. Entre las variables relacionadas con los cambios tecnológicos, transporte privado y hábitos vinculados, los cuatro porcentajes correspondientes a viviendas con automóvil o camioneta, viviendas con computadora personal, viviendas con teléfono fijo y viviendas con internet están en el cuartil menor a 25%. Similar a los datos del municipio de Comalcalco, la baja pertinencia de automóviles y camionetas se vincula al uso mayoritario de motocicletas para transporte privado. En cambio, los porcentajes bajos de viviendas con computadora personal e internet es un asunto de equidad a atender a la brevedad posible. Los demás descriptores vinculados a servicios municipales y acceso a electrodomésticos son relativamente aceptables (Tabla 39).

**Tabla 39. Porcentajes de desempleo y vivienda en Lázaro Cárdenas 2a. Sección.**

Descriptor	2010	2020
Porcentaje población ocupada laboralmente mayor de 12 años	26.43	71.34
Población ocupada laboralmente mayor de 12 años (hombres)	45.52	71.79
Población ocupada laboralmente mayor de 12 años (mujeres)	4.66	70.9
Número de viviendas particulares habitadas:	186	233
Viviendas con electricidad	100	99.57
Viviendas con agua entubada	14.2	98.71
Viviendas con excusado o sanitario	96.59	95.71
Viviendas con radio	66.48	43.78
Viviendas con televisión	78.98	75.97
Viviendas con refrigerador	68.18	69.53
Viviendas con lavadora	56.82	66.95
Viviendas con automóvil	8.52	8.58

Viviendas con computadora personal, laptop o tablet	2.84	7.73
Viviendas con teléfono fijo	27.84	8.15
Viviendas con teléfono celular	5.68	54.08
Viviendas con Internet	1.14	14.16

El número de habitantes por edad y género que habitan en Lázaro Cárdenas 2a. Sección (El Retiro) en 2020 es similar a la del poblado Lázaro Cárdenas 1a. Sección y muestran una pirámide poblacional de bulbo central, ya que la los extremos (bebés y ancianos) son más estrechas que los intervalos de edad correspondientes a jóvenes y adultos. Sin embargo, el menor número de jóvenes de ambos sexos con respecto a los adultos llama la atención por el relevo generacional (Tabla 40).

**Tabla 40. Datos de la pirámide de edades del pueblo Lázaro Cárdenas 2a. Sección (El Retiro).**

Intervalo de edad	Número de mujeres	Número de hombres	Total habitantes
Bebés (0-5 años)	50	43	93
Jóvenes (6-14 años)	62	64	126
Adultos (15-59 años)	260	250	510
Ancianos (60 años o más)	37	40	77

En el poblado de Lázaro Cárdenas 2a. Sección (El Retiro) hay tres Centros de Educación básica: 1) Benemérito de Las Américas, Educación Básica (Telesecundaria), de control público (Estatad, Estatal) y horario matutino, 2) Emiliano Zapata, Educación Básica (Primaria General) de control público (Estatad, Federal Transferido) y horario matutino, y 3) Teresa Vera, Educación Básica (Preescolar General), de control público (Estatad, Federal Transferido) y horario matutino.

**IIIb4. Lázaro Cárdenas 3a. Sección.** Este poblado se localiza a 21.2 km, en dirección Oeste de la localidad de Comalcalco con una población de 1,164 habitantes, de los cuales hubo más mujeres (590) que hombres (574) con una tasa de crecimiento de 1%, similar en los tres poblados referidos en esta sección.

La información demográfica comparativa entre 2010 y 2020 muestra que el índice de fecundidad disminuyó más de 5 unidades, mientras que aumentó notoriamente el número

de habitantes provenientes de otros estados de México. El grado de escolaridad aumentó para mujeres y hombres y el porcentaje de analfabetismo disminuyó considerablemente en ambos sexos, aunque continúa observándose una inequidad de género pues el grado de escolaridad en es 0.61 menor en la mujeres y el porcentaje de analfabetismo es 0.43 veces menor en mujeres (Tabla 41).

**Tabla 41. Datos demográficos adicionales en Lázaro Cárdenas 3a. Sección.**

Descriptor	2010	2020
Índice de fecundidad (hijos por mujer)	7.85	2.49
Población que proviene fuera el Estado de Tabasco	1.06	3.78
Población analfabeta	10.03	6.27
Población analfabeta (hombres)	7.85	2.92
Población analfabeta (mujeres)	12.27	3.35
Grado de escolaridad	6.27	7.79
Grado de escolaridad (hombres)	6.58	8.11
Grado de escolaridad (mujeres)	5.98	7.5
Porcentaje de población indígena	0	0.34
Porcentaje que habla una lengua indígena	0.18	0.09

En Lázaro Cárdenas 3a. Sección se registran 298 viviendas con mínimo incremento de 40 viviendas en 10 años que resultó muy parecido al de Lázaro Cárdenas 2a. Sección El Retiro. Entre las 16 variables incluidas, tres muestran datos de mayor bienestar asociados con más empleo, mayor acceso a servicios municipales y enseres electrodomésticos y automóviles. Aunque en este poblado el porcentaje de mujeres con trabajo formal en 2020 resultó 9.8% menor al de los hombres, lo que significó un incremento notorio de la participación formal de las mujeres en comparación al 2010. Entre las variables relacionadas con los cambios tecnológicos, transporte privado y hábitos vinculados, los cuatro porcentajes correspondientes a viviendas con automóvil o camioneta, viviendas con computadora personal, viviendas con teléfono fijo y viviendas con internet están en el cuartil menor a 25%. Similar a los datos del municipio de Comalcalco, la baja pertinencia de automóviles y camionetas se vincula al uso mayoritario de motocicletas para transporte privado. En cambio, los porcentajes bajos de viviendas con computadora personal e internet es un asunto de equidad a atender a la brevedad

posible. Los demás descriptores vinculados a servicios municipales y acceso a electrodomésticos son relativamente aceptables (Tabla 42).

**Tabla 42. Desempleo, economía y vivienda en Lázaro Cárdenas 3a. Sección.**

Descriptor	2010	2020
Población ocupada laboralmente mayor de 12 años	25.64	61.43
Población ocupada laboralmente mayor de 12 años (hombres)	48.34	66.38
Población ocupada laboralmente mayor de 12 años (mujeres)	2.17	56.61
Número de viviendas particulares habitadas:	258	298
Viviendas con electricidad	98.81	98.99
Viviendas con agua entubada	99.6	97.99
Viviendas con excusado o sanitario	99.21	93.62
Viviendas con radio	53.57	44.63
Viviendas con televisión	75.79	77.18
Viviendas con refrigerador	58.33	74.5
Viviendas con lavadora	45.24	66.44
Viviendas con automóvil	11.11	13.42
Viviendas con computadora personal, laptop o tablet	0.79	6.38
Viviendas con teléfono fijo	15.08	9.4
Viviendas con teléfono celular	2.78	52.35
Viviendas con Internet	0	19.8

El número de habitantes por edad y género que habitan en Lázaro Cárdenas 3a. Sección es similar a la de los poblados Lázaro Cárdenas 1a. Sección y 2a Sección (El Retiro. Esta información muestra una pirámide poblacional de bulbo central, ya que la los extremos (bebés y ancianos) son más estrechas que los intervalos de edad correspondientes a jóvenes y adultos. Sin embargo, el menor número de jóvenes de ambos sexos con respecto a los adultos llama la atención por el relevo generacional (Tabla 43).

**Tabla 43. Datos de la pirámide de edades del pueblo Lázaro Cárdenas 3a. Sección (habitantes año 2020).**

Intervalo de edad	Número de mujeres	Número de hombres	Total habitantes

Bebés (0-5 años)	80	71	151
Jóvenes (6-14 años)	105	121	226
Adultos (15-59 años)	366	338	704
Ancianos (60 años o más)	39	44	83

En el poblado Lázaro Cárdenas 3a. Sección se registran cuatro Centros Educativos de nivel básico y uno de educación para adultos: 1) Bolivia Maldonado De Rivas, Educación Básica (Preescolar General), de control público (Estatad, Estatal) y horario matutino, 2) Josefa Ortiz De Domínguez, Educación Básica (Preescolar General, de control público (Estatad, Federal Transferido) y horario matutino, 3) Josefina Vicens, Educación Para Adultos (Primaria Para Adultos), de control público (Estatad, Federal Transferido) y horario nocturno, 4) Lázaro Cárdenas del Rio, Educación Básica (Primaria General), de control público (Estatad, Federal Transferido) y horario matutino, y 5) Naciones Unidas, Educación Básica (Primaria General), de control público (Estatad, Federal Transferido) y horario matutino.

Dentro del polígono Cinco Lagunas no se registran localidades con marginación (Figura 50).

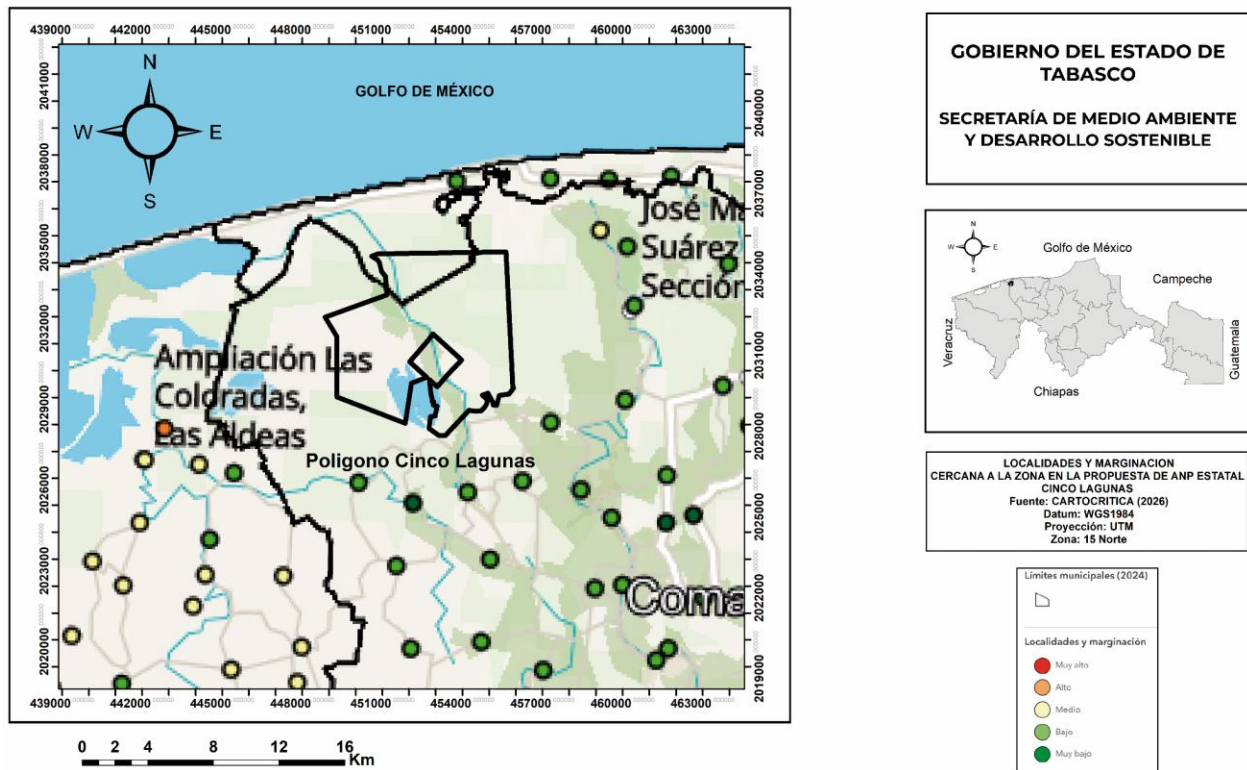


Figura 50. Localidades con marginación en la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

### IIIc. Usos y aprovechamientos, actuales y potenciales de los recursos naturales.

Dentro del ejido los habitantes y ejidatarios realizan diversas actividades económicas productivas, las cuales están relacionadas con el uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

En términos sociales, el ejido Lázaro Cárdenas a través de la gestión de los 33 ejidatarios que lo conforman, reconocen el valor ecosistémico del manglar, y por lo mismo son activos gestores y participantes de procesos formativos como capacitaciones, estudios e intervenciones técnicas y en educación ambiental con el acompañamiento de instituciones gubernamentales de los tres órdenes de gobierno, centros de investigación e instituciones educativas, que han permitido el manejo sustentable del área y han fortalecido la gestión y organización comunitaria. Como ejemplos, desde 2016 se

programaron 10 talleres de capacitación con temas solicitados por los ejidatarios, de los cuales en el Informe de Actividades del proyecto de Mejores Prácticas para el Manejo del Manglar, en los cuales se registró la participación del 100% de los ejidatarios. Entre estos talleres, destacan los cursos enfocados al manejo y control de incendios, empoderamiento de la mujer en las comunidades rurales, huertos familiares de traspatio, producción de pollo orgánico, producción de miel de abeja como alternativa asociada con el manglar.

Adicionalmente en el Plan de Mejores Prácticas de Manejo (PMPM) se incluyeron las actividades básicas de conservación enfocadas a mitigar o detener los riesgos y amenazas vinculados a la tala clandestina, cazadores furtivos y pérdida de la vegetación y contaminación. Estas actividades son la limitación el pastoreo intensivo, vigilancia y combate de incendios, señalización de áreas incorporadas, programación de talleres de capacitación, evitar el cambio de uso de suelo en 600 ha, y conservar y mantener la cobertura de 600 ha de manglar. Por lo mismo, los ejidatarios se han comprometido a conservar los manglares debido a que están conscientes de los beneficios económicos y ambientales que estos les ofrecen a sus familias. Así mismo, la UMA enfocada al aprovechamiento de los manglares muertos está dirigida a preservar la cobertura del manglar y producir carbón como una actividad que apoye a la economía y bienestar ejidal.

Con respecto a las gestiones, se han obtenido el pago por Servicios Ambientales con apoyo de la CONAFOR, la elaboración de productos y subproductos con base en la producción de miel de abeja carniola (*Apis mellifera*) subespecie de abeja doméstica de Europa Occidental, colmena que fue adquirida a través de un asesor independiente y con financiamiento la empresa PETROFAC, así como la operación de la carbonera artesanal y emprendimientos de servicios ecoturísticos, apoyados por la oferta de alimentos con base en pescados y mariscos obtenidos del ecosistema, sistema que se mantiene por la participación de las familias.

**IIIc1. Aprovechamiento de mangle para transformación en carbón.** Dentro del ejido Lázaro Cárdenas, municipio de Comalcalco, existe la Cooperativa El Corazón del Mangle Rojo, S. P. R. de R. L., integrada por 15 ejidatarios comuneros, que procesan carbón. Están constituidos desde 2012, cuenta con permiso vigente por tiempo indefinido de Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) para el aprovechamiento de 1,370 ha de mangle (*Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*). Producen tres toneladas de carbón que comercializan directamente a una abarrotera estatal, en sitios de venta en Comalcalco y Cancún.

El registro de UMA es de fecha 04/07/2012, su clave de registro es SEMARNAT/UMA/EX/0053/TAB-12, cuenta con el Plan de Manejo número SEMARNAT-SGPARN/147/3205/2012. El objetivo de la UMA es la conservación, restauración, protección, mantenimiento, reproducción, investigación, educación ambiental, manejo y aprovechamiento sustentable.



Fotografía 22. Aprovechamiento de troncos caídos de manglar para carbón. Autor Adibel Arévalo.



Fotografía 23. Carbón de mangle. Autor SEMADES.

**IIIc2. Producción de miel.** El grupo denominado Apiario Los Manglares no está constituido, laboran desde 2019, con 16 integrantes de los cuales 5 son mujeres, cosechan al año 1,200 kg de miel, que venden localmente en el ejido, con sitios de venta en Carlos Green, Miguel Hidalgo y Tecolutilla, en Comalcalco, y Playa del Carmen, Quintana Roo. Elaboran derivados de la miel como jabón, pomadas, jarabes, spray para vías respiratorias, propóleo, caramelos, gomitas y paletas. Cuentan con 100 colmenas y han iniciado la construcción de un laboratorio para elaborar los derivados de la miel para cumplir con las normas de calidad e higiene de productos alimenticios. Están organizados con un Presidente, un Tesorero y cuatro grupos de trabajo, ha recibido apoyo de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) con pago de servicios ambientales para iniciar con 10 colmenas, herramientas y equipo de protección personal.

En el ejido Lázaro Cárdenas, también existe un apicultor de 73 años, independiente denominado El Capulín, no constituido, con 10 colmenas, produce sólo miel, en 2025 cosechó aproximadamente 300 kg.





Fotografía 24. Miel y sus derivados. Autoras. Silvia Alejandro Carrillo, Alma Rosa Gil Candelero y Mayra Isabel Rodríguez Rodríguez.

**IIIc3. Turismo comunitario.** El alto grado de conservación del manglar y de los sistemas fluvio-lagunares albergan una biodiversidad representativa, con especies carismáticas o de interés visual para los turistas, en particular de aves. En este escenario se basan los servicios ecoturísticos Cinco Lagunas con recorridos para “observadores de aves” y turistas en general. Esta actividad será fortalecida con el recién decreto publicado que manifiesta el interés público prioritario del turismo comunitario (Presidencia de la República 2026), y por lo mismo es una oportunidad adicional para las actividades sustentables realizadas dentro del polígono Cinco Lagunas.



Fotografía 25. Servicios de ecoturismo comunitario en Cinco Lagunas. Autores Jorge Arévalo López y acervo laboratorio de Humedales, DACBiol.

**IIIc4. Artesanías.** El grupo de artesanas denominado La Flor del Mangle no está constituido, laboran desde 2023, con 10 integrantes mujeres, elaboran artesanías como collares, lapiceros bordados, aretes, pulseras, centros de mesa y jícaras labradas, que venden localmente en el ejido, están hechas de diversas semillas, coco, madera, metal, empacan en bolsas, las venden. Utilizan pintura, barniz, alambre y bolsa, utilizan herramientas como sierra, taladro, mini taladro y lija. Participan en caravanas de productos. Necesitan mesas de trabajo, sillas, materiales y herramientas.



Fotografía 26. Artesanías (aretes, pulseras, monederos). Autor SEMADES.

**IIIc5. Ganadería Sustentable.** El grupo de Ganadería Sustentable denominado Comalcalco Tierra y Ganado, están en proceso de constitución, inició en el año 2024, con 12 integrantes, de los cuales cinco son mujeres y siete hombres, iniciaron la propuesta de Territorio Productivo Sostenible A.C. con el apoyo de alambre, excava hoyos, notas, bombas aspersoras, posteriormente el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) apoyó con capacitaciones para reforestación de cercos vivos, dos viveros de pastos y semillas de forrajes como botón de oro (*Tithonia diversifolia*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), cuba 22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*), también capacitación de lombricomposta. Realizan rotación de pastoreo, todos tienen registro UPP, están adheridos a la Asociación Ganadera Local de Comalcalco, tienen desde una hasta 20 semovientes. Las vacas la comercializan para carnicerías y los becerros para acopio de la ganadera. La problemática que existe es que las áreas de pastoreo están situadas en zonas inundables, hay salinidad cuando llueve, de julio a septiembre hay sequía.



Fotografía 27. Áreas de ganadería agroforestal con cocotero en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor SEMADES y Jonathan Contreras Soberano.

**IIIc6. Producción de copra.** El grupo de Copra integrado aproximadamente 300 personas no está constituido. Los integrantes de este grupo combinan esta actividad con cacao, ganadería y pesca. Cosechan 3 veces al año aproximadamente 8 kg cada 4 meses sin precio fijo entre \$20 y \$23, la compra un “coyote”, aunque existe un centro de acopio en Tecolutilla no hay un precio justo. Hay 15 personas que elaboran aceite de coco que comercializan en Villahermosa entre \$200 y \$300 por litro. Requieren organización, capacitaciones, herramientas, precio justo y fertilizantes.

**IIIc7. Actividad de pesca extractiva.** Tabasco es uno de los estados con mayor producción pesquera en México, gracias a su litoral en el Golfo de México y su red de ríos y lagunas. Los municipios con mayor producción son Centla, Paraíso y Cárdenas. En el caso de Comalcalco, pocas cooperativas se han constituido y su producción es mayormente artesanal y de menor escala, pero es significativa para el consumo local. En Cinco Lagunas, el grupo de pescadores del ejido tampoco está constituido. El grupo está conformado por 88 personas que han ejercido esta actividad desde hace 45 años. La

pesca se centra en la captura de especies como mojarras, jaiba y en ocasiones robalo, con un precio comercial de entre \$60 y \$70 pesos por kilogramo. La producción es destinada para el autoconsumo familiar, y en ocasiones se vende a intermediarios conocidos como "coyotes". Esta actividad se ha ido fomentando a través del Ayuntamiento de Comalcalco y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Tabasco, quienes han impulsado la liberación de especies nativas (mojarras) con el objetivo de mantener el equilibrio ecológico y garantizar disponibilidad de peces para consumo local (Gobierno del Estado de Tabasco 2025). Así mismo, la comunidad cuenta con tres jaulas flotantes experimentales (de 3 m<sup>2</sup>) la cual se utiliza para cultivo y engorda de tilapia y mojarra paleta para su autoconsumo.



**Fotografía 28. Actividades de pesca extractiva en las lagunas interiores en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autores acervo laboratorio de Humedales, DACBiol.**



**Fotografía 29. Jaulas flotantes experimentales de 3m<sup>2</sup> utilizadas para el cultivo y la engorda de tilapia y mojarra paleta en el polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor Jorge Rodulfo Izquierdo Córdova.**

Por otro lado, en el área de manglares de Comalcalco, es hábitat del cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), cuya abundancia es reconocida en el estado de Veracruz, Tabasco y Campeche (Raz-Guzman *et al.*, 1986; Raz-Guzman *et al.*, 1992) con un valor altamente cotizado. No obstante, sus poblaciones se han visto disminuidas debido a su explotación y a la modificación de los sitios donde habita naturalmente. En este contexto, solo Veracruz regula su aprovechamiento, mientras que, en Tabasco no existe ninguna restricción o medida de manejo (Lara-Mendoza 2023). Lo anterior se ha registrado en Cinco Lagunas, donde la comunidad tiene el problema de que algunas personas que no son pescadores, ni integrantes del ejido extraen el abundante cangrejo azul de las madrigueras donde estos animales se refugian, lo que amenaza la disponibilidad del recurso. En este sentido, los ejidatarios han manifestado su interés de establecer una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de cangrejo azul, que les permita recibir el apoyo para garantizar la conservación y el aprovechamiento sustentable de la especie.

Sumado a lo anterior, este sector pesquero presenta necesidades para la renovación y adquisición de redes, embarcaciones, jaulas acuícolas, así como la capacitación técnica para el manejo de la UMA y la comercialización del producto que reduzca la dependencia de los intermediarios y fortalezca la venta local. La constitución legal del grupo como cooperativa o sociedad es algo necesario e indispensable para acceder a apoyos

institucionales y financiamiento. Por lo mismo, se requiere un diagnóstico técnico adecuado de la población del cangrejo azul y otras especies, así como la gestión de permisos ante SEMARNAT para formalizar la UMA. Lo anterior permitirá una mejor organización, sostenible y rentable, que permita la conservación de los recursos naturales y el bienestar de la comunidad.

**IIIc8. Usos consuntivos de agua.** La cuenca del Río Tonalá, ubicada entre los estados de Tabasco y Veracruz se caracteriza por una importante diversidad de actividades productivas, entre las que destacan la agricultura, urbanos, la ganadería y la industria petrolera y la navegación (Tabla 44), aunque la agricultura depende de la alta precipitación anual (2,000-3,000 mm) y del escurrimiento promedio de 587 Mm<sup>3</sup> de acuerdo con CONABIO (s.f.a).

**Tabla 44. Uso consuntivo del agua en la cuenca del Río Tonalá. Elaboración propia con base en CONAGUA (2019), INEGI y estudios regionales.**

Uso consuntivo	Definición técnica	Cuenca del Río Tonalá	Nivel de uso
Agrícola	Uso de agua para riego de cultivos que consumen el recurso mediante evapotranspiración	Presencia de cultivos como cacao, pastos, coco y palma	Muy alto
Pecuario	Uso de agua para consumo animal, limpieza y producción de forraje	Amplia actividad ganadera bovina en la cuenca baja	Alto
Abastecimiento público	Uso de agua para consumo humano y servicios municipales	Suministro de agua en centros urbanos dentro de la cuenca	Medio
Industrial	Uso de agua en procesos industriales y energéticos	Presencia de industria petrolera y agroindustrial en la región	Medio
Acuícola y pesquero	Uso de agua para cultivo de especies acuáticas	Actividad en sistemas lagunares Carmen y Machona	Bajo-medio

Servicios y comercio	Uso en actividades terciarias (turismo, comercio, servicios)	Dinámica económica local en zonas urbanas	Bajo
----------------------	--	---	------

En el polígono propuesto destacan los caseríos aislados y las actividades agropecuarias que se extienden principalmente en la zona adyacente al Río Verde. Asimismo, dentro del polígono se localiza un pozo petrolero inactivo, jaulas acuícolas y una eventual actividad turística. Dadas las actividades mencionadas, esta zona propuesta presenta un uso consuntivo limitado.

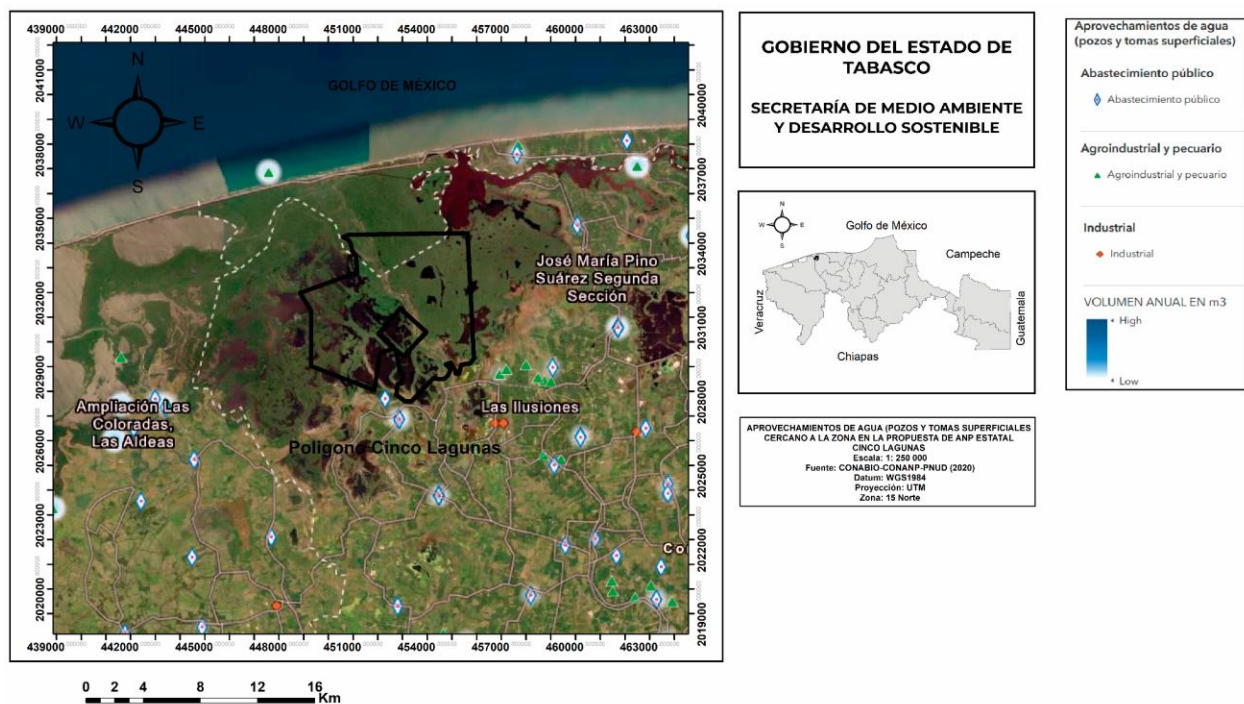


Figura 51. Aprovechamientos de agua (pozos y tomas superficiales) sin registros en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

En el área propuesta, los flujos de agua de los ríos y los excedentes de la precipitación pluvial en la zona originan abundantes escurrimientos superficiales en áreas con drenaje deficiente en la planicie, por lo cual se forma un gran número de lagunas, pantanos y

llanuras de inundación temporal. Estas condiciones generan el aprovechamiento del agua superficial y la extracción del agua subterránea es nula (Figura 51).

**IIIId. Situación jurídica de la tenencia de la tierra.** La propuesta de Área Natural Protegida denominada Cinco Lagunas se ubica en zonas parcelada y de uso común del núcleo ejidal Ejido Lázaro Cárdenas, municipio de Comalcalco, de acuerdo con la información del Padrón del Historial de Núcleos Agrarios (PHINA) del Registro Agrario Nacional (RAN) con clave única 2714109622287068, Folio Matriz 27TM00000708, clave 27005023, este ejido cuenta con certificación del Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (PROCEDE).

El Ejido Lázaro Cárdenas, ubicado en la zona Norte del municipio de Comalcalco, Tabasco, en un entorno de humedales conformados principalmente por lagunas interiores y manglar, cuenta con una superficie actual del núcleo agrario de 5,235.03 ha (Figura 52) con 117 ejidatarios. En este ámbito hídrico cubierto en su mayoría por manglar como la vegetación dominante favorecen la pesca artesanal que es una de las actividades productivas más importantes, seguido de la agricultura de cacao, maíz, frijol, coco y papaya; y en menor medida la ganadería con presencia de bovinos, porcinos, ovinos y aves de corral. Además, el ejido cuenta con un embarcadero en donde se realizan servicios ecoturísticos con paisajes diversos en las lagunas interconectadas con vista de aves en amplios bosques de manglar predominantemente mangle rojo. Estos servicios turísticos son apoyados por la oferta de alimentos con base en pescados y mariscos obtenidos del ecosistema, sistema que se mantiene por la participación de las familias.

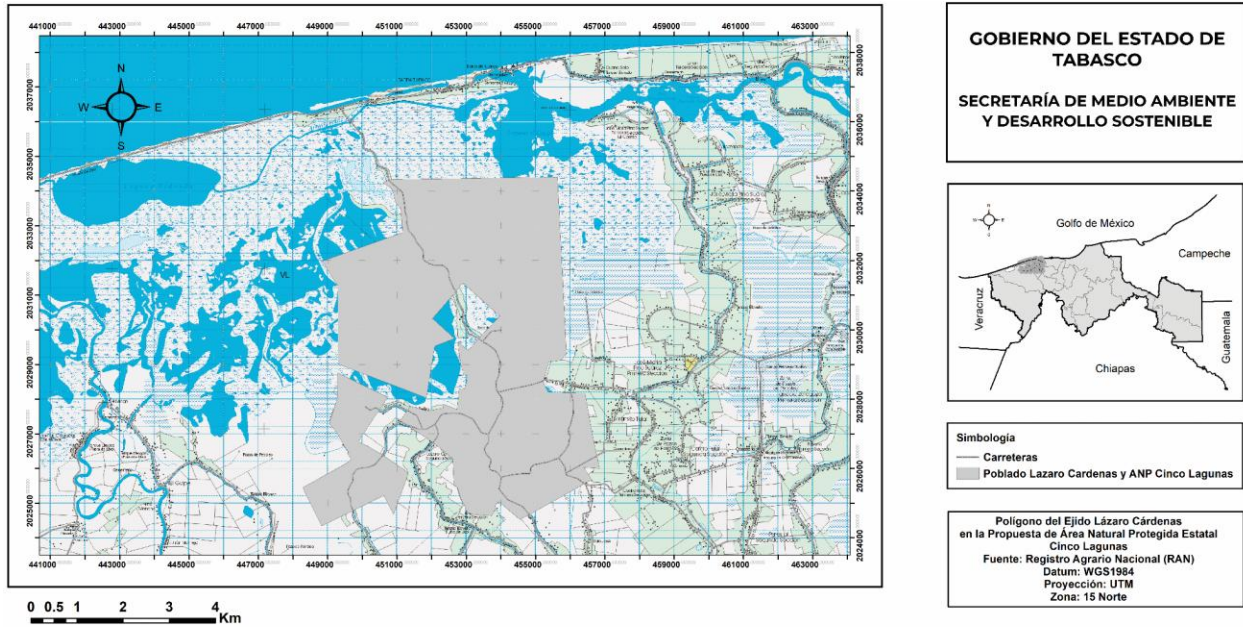


Figura 52. Núcleo ejidal Lázaro Cárdenas en el municipio de Comalcalco.

El ejido cuenta con una carbonera certificada llamada “El corazón del mangle rojo” que opera por ejidatarios de manera sustentable desde hace aproximadamente 10 años. Adicionalmente, el grupo Los Manglares elabora productos y subproductos con base en la producción de miel de abeja carniola (*Apis mellifera*), subespecie de abeja doméstica de Europa Occidental. La colmena fue adquirida a través de un asesor independiente y con financiamiento de la empresa PETROFAC. También, en el ejido se registran emprendimientos de servicios ecoturísticos, apoyados por la oferta de alimentos con base en pescados y mariscos obtenidos del ecosistema, sistema que se mantiene por la participación de las familias.

Cabe mencionar, que la explotación petrolera es la actividad predominante en el municipio y cuenta con diversas instalaciones de Petróleos Mexicanos (PEMEX) con gaseoductos y oleoductos, por lo tanto, contribuye en la generación de empleo a nivel local, aunque también con impactos ambientales.

### **IIIe. Proyectos de investigación que se hayan realizado o que se pretenden realizar.**

En el polígono de Cinco Lagunas se encontraron dos proyectos vigentes, además de otros tres realizados en áreas cercanas al polígono Cinco Lagunas en el municipio de Comalcalco

#### **IIIe1. Plataforma multi-actor para la democratización energética desde iniciativas de economía social y solidaria en comunidades rurales-urbanas de Tabasco.**

Responsable: Dra. Liliana Pampillón González. Institución: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). División Académica de Ciencias Biológicas. Año: 2021-2025.

Resultados o descripción: adquisición de equipos especializados como briquetadora, pelletizadora, analizadores de gases, la puesta en marcha de desarrollos tecnológicos (procesos y productos, como pellets y briquetas), su prueba y validación en las comunidades, dentro del área de incidencia del proyecto; además, facilitó la ampliación de redes de colaboración con organizaciones civiles, emprendimientos familiares y otros grupos de investigación. Se generaron productos de divulgación y difusión de la ciencia (trípticos, carteles, manuales y capítulos de libro) con un enfoque multidisciplinario. Asimismo, la investigación desarrolló acciones participativas con otros actores, con lo cual se construyeron alternativas tecnológicas para la atención de problemáticas de pobreza energética. Para lo anterior, se reconoció el conocimiento tradicional a partir del diálogo e intercambio de saberes con personas de la comunidad. También se incorporaron post-doctorantes que fueron mentores de los jóvenes, la formación de recursos humanos con tesis de licenciatura; de igual manera, se presentaron los avances en congresos, feria y foros, promoviendo colaboraciones con otros centros y visibilizando la investigación que se desarrolla en México a nivel Mundial.

#### **IIIe2. Economía circular y resiliencia ambiental en comunidades rurales de la costa tabasqueña: diseño y evaluación de briquetas a partir de carbonilla.**

Responsable: Dra. Liliana Pampillón González. Institución: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). División Académica de Ciencias Biológicas. Colegio de Postgraduados, ECOSUR. Año: 2026.

Resultados o descripción: En las comunidades rurales de la costa de Tabasco, la producción de carbón sostiene a muchas familias, pero sus sistemas actuales son poco eficientes. Empleando un enfoque de economía circular, se propone valorizar la carbonilla fortaleciendo la cadena productiva, la resiliencia ambiental y energética.

**IIIe3. Diagnóstico del proceso de reforestación en manglares de la costa de Tabasco.** Responsable: Gloria Isela Hernández Melchor. Institución: Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Corresponsable: Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Año: 2011.

Resultados o descripción: En México la superficie de manglar se reduce a una tasa anual de 2% para la vertiente del Pacífico y 2.8% para el Golfo de México. Sin embargo, los procesos de restauración son más lentos que la velocidad con la que se pierden. En Tabasco se ha invertido en programas de reforestación a través de la CONAFOR para reforestar superficies de manglar con resultados no acordes a las metas planteadas, lo cual es alarmante si se considera que tales actividades son prioritarias para mitigar los impactos del cambio climático. Bajo este contexto, se considera necesario elaborar un diagnóstico integral que permita delimitar las causas que han impedido que estos programas concluyan con resultados exitosos; ante la hipótesis de que en la planeación y ejecución de los programas de reforestación existen debilidades que limitan la recuperación de áreas de manglar deforestados en la costa de Tabasco. Para ello el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la planeación y ejecución de los programas de reforestación en manglares de dos ejidos de Cárdenas, Tabasco. La metodología empleada consistió de revisión documental, entrevista a personal de la CONAFOR y a los beneficiarios del programa. En la planeación se identificó que los criterios de selección son muy generales, y no se consideran estudios previos que permitan generar un diagnóstico de las áreas que requieren reforestación de acuerdo a su nivel de afectación. Para la ejecución del programa los montos asignados están en función del presupuesto disponible, por lo que no se cuenta con un diseño que permita estimar el monto requerido para la reforestación exitosa. Se concluye que existen debilidades en la planeación y ejecución del programa de reforestación ProÁrbol, 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 en ambos procesos. (CONABIO 2025).

**IIIe4. Compensación ambiental de 80 ha en Rio Playa el municipio de Comalcalco, Tabasco.** Responsable: Comisión Nacional Forestal. Institución: Comisión Nacional Forestal. Año: 2024.

Resumen o descripción: El Programa de Compensación Ambiental de la CONAFOR ha logrado avances significativos en el manejo y restauración de los recursos forestales en México. Esto incluye el control de plagas y enfermedades forestales, con más de 11,790

ha tratadas en 21 entidades federativas. La protección de la sanidad forestal se logró a través de 46 brigadas en diversos estados, monitoreando un total de 66,697 ha y aplicando tratamientos a 14,500 ha. Los estudios de plagas forestales abarcaron una superficie masiva de 1,978,323 ha mediante prospección aérea y 561,368 ha mediante imágenes de satélite. La restauración forestal se llevó a cabo en 51 proyectos que abarcaron 2,536 ha en microcuencas y regiones estratégicas. En total, se restauraron 36,331 ha a través de 446 proyectos financiados por el Programa de Compensación Ambiental. También se actualizaron normas administrativas para fortalecer el manejo forestal. Estos logros demuestran la dedicación de la CONAFOR para salvaguardar y restaurar los ecosistemas forestales de México (CONABIO 2025).

**Ille5. Innovación en Psiquiatría Genómica para la identificación de vulnerabilidad a riesgo suicida en jóvenes: Un enfoque integrador de factores genéticos y psicosociales en estudiantes de medicina.** Responsable: Dr. Carlos Alfonso Tovilla Zarate (responsable en la UJAT) colaboración con Facultad de Medicina UNAM. Institución: Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Año: de 2025 al 2028

Resumen o descripción: Los estudiantes de medicina presentan un riesgo elevado de suicidio por su constante exposición a factores estresantes. La identificación temprana de factores de riesgo representa uno de los desafíos más importantes en salud mental, especialmente en poblaciones vulnerables como los estudiantes de medicina. Entre los factores de riesgo destacan la depresión, la ansiedad, el estrés percibido y la adversidad infantil. Recientemente, se ha sugerido el uso de puntajes poligénicos (PGS) para mejorar la identificación de sujetos con mayor vulnerabilidad. Aunque el PGS de depresión desarrollado en población europea ha mostrado asociación con depresión, ideación y planeación suicida en adolescentes mexicanos, su capacidad predictiva sigue siendo limitada (<5% de la varianza fenotípica explicada). Para mejorar la precisión, los estudios genómicos actuales han comenzado a incluir poblaciones diversas, como la mexicana, lo que ha permitido generar PGS multi-ancestrales con mayor poder predictivo. Objetivo: Evaluar la capacidad predictiva del PGS multi-ancestral de depresión e ideación suicida en estudiantes de medicina mexicanos y su interacción con factores de riesgo (depresión, ansiedad, estrés percibido y adversidad en la infancia) para predecir riesgo suicida.

Comparación de los PGS observados en estudiantes con alto riesgo suicida de la UNAM con los de estudiantes con alto riesgo suicida de Tabasco y Chihuahua. Impacto: El estudio busca generar conocimiento para mejorar la identificación de jóvenes estudiantes

de medicina en riesgo a presentar suicidio. Los resultados obtenidos podrían sentar las bases para el diseño futuro de intervenciones preventivas efectivas, escalables y culturalmente aplicables a adolescentes y adultos jóvenes de México.

**IIIe6. Identificación e implementación de Unidades de Manejo Ambiental.** Entre las oportunidades expresadas por la comunidad ejidal (Tabla 21) se plantea el interés de explorar nuevas propuestas para generar Unidades de Manejo Ambiental. Entre estas, los ejidatarios han manifestado su interés de agregar una UMA de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) a sus actividades sustentables. Esta propuesta se sustenta en la notoria disminución de la población de este cangrejo semiterrestre por la caza furtiva incontrolada llevada a cabo por pobladores de otras comunidades, ya que el mantenimiento del área de cobertura del manglar es una acción positiva para su preservación que la comunidad ejidal ha realizado. La conservación y recuperación de la población es el propósito central, ya que hay compromisos y acciones comunitarias para preservar su hábitat. Otra meta relevante se enfoca a promover el aprovechamiento sustentable del cangrejo azul como un recurso productivo que beneficie directamente a las comunidades locales. Las y los ejidatarios solicitan el apoyo de las autoridades correspondientes para facilitar los trámites legales y administrativos así como el apoyo técnico de un grupo de expertos pertenecientes preferentemente a una Institución de Educación Superior.



**Fotografía 30. Cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) y su hábitat en el manglar ubicado dentro del polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas. Autor acervo laboratorio de Humedales, DACBiol.**

**IIIe7. Desarrollo de estudios para un mejor entendimiento de la riqueza biológica del área de conservación.** Otra de las oportunidades expresadas por la comunidad ejidal se refiere a su interés de adquirir mayores conocimientos de la biodiversidad y la vinculación con instituciones educativas y de investigación (Tabla 21), lo cual les permitirá aplicar acciones de preservación y abrir nuevas oportunidades de manejo sustentable. Además esta propuesta concuerda con la elevada biodiversidad y cultura que representan oportunidades para el desarrollo y manejo sustentable de los recursos (CONABIO 2006), ya que la comunidad del ejido Lázaro Cárdenas reconoce la relevancia de manejar los recursos naturales para su bienestar.

### **III f. Problemática específica que deba tomarse en cuenta.**

Los problemas específicos considerados se subdividieron en tres temas: Instalaciones e infraestructura petrolera, vulnerabilidad al Cambio Climático, e impactos humanos a la biodiversidad terrestre.

**III f1. Instalaciones e Infraestructura Petrolera.** Dentro del ejido Lázaro Cárdenas se registran instalaciones del sector hidrocarburos de la empresa paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX).

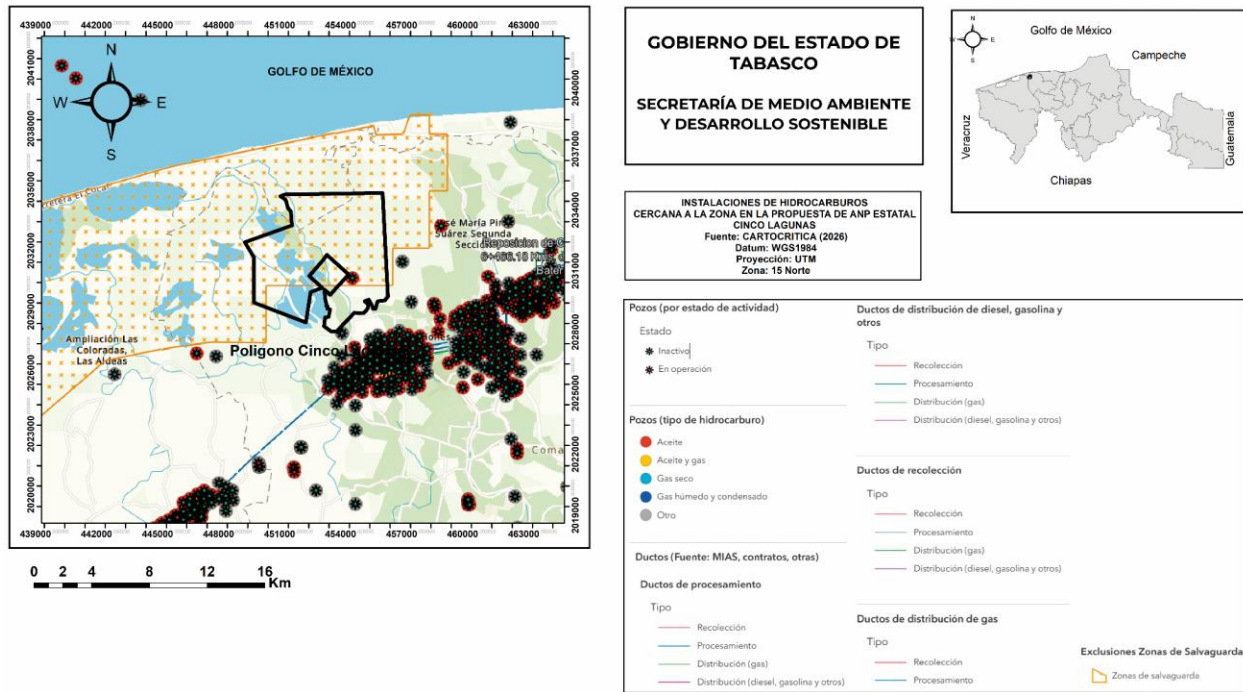


Figura 53. Instalaciones de hidrocarburos (pozos, ductos y exclusiones zonas de salvaguarda) en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Cinco Lagunas.

El Pozo Guayule 1 (Figura 53) fue una perforación exploratoria de aceite a 4,714 m de profundidad; actualmente permanece inactivo y se localiza al Sur de la Laguna De Enmedio dentro del polígono propuesto. Este pozo se encuentra dentro de la Zona de Salvaguarda de Manglares y Sitios Ramsar, la cual ocupa un área de 486.62 km<sup>2</sup> que transcurre paralela a la costa desde el Oeste de la Laguna Carmen, en el municipio de Cárdenas hasta Guano Solo, en el municipio de Paraíso y José María Pino Suárez Tercera Sección, en el municipio de Comalcalco. Por su parte, el Pozo Guayo 2, de carácter exploratorio e inactivo, alcanzó una profundidad de 4,022 m, y está localizado al Sureste de la Laguna Puerco de Monte, fuera de los límites de la Zona de Salvaguarda de Manglares y Sitios Ramsar (CartoCrítica 2025). Asimismo, el oleoducto que atraviesa el subpolígono Oeste se encuentra inactivo y no se presentan las instalaciones de hidrocarburos en CartoCrítica (2025).

**IIIc4. Vulnerabilidad al Cambio Climático.** Esta vulnerabilidad integra el aumento en la temperatura atmosférica y del agua con la consecuente disminución de la salinidad del agua y el aumento de la intensidad y frecuencia de eventos estocásticos como los huracanes. Estos fenómenos podrían ocasionar alteraciones ambientales en los regímenes hídricos y en la cobertura vegetal; y originar cambios en el uso del hábitat por parte de los manatíes. Además, la intensificación de los huracanes podría aumentar las tasas de mortalidad de manatíes e influenciar su desplazamiento de las áreas actuales de uso. En este sentido, es importante alinear las estrategias del Programa de Acción para la Conservación de las Especies (PACE) con la estrategia nacional de mitigación del cambio climático.

La conectividad del paisaje es la capacidad del ambiente para facilitar el movimiento entre fragmentos de hábitat (Taylor *et al.*, 1993), y es reconocida como una estrategia fundamental para mitigar la pérdida de biodiversidad ante el incremento de las actividades antropogénicas y el cambio climático (Heller y Zavaleta 2009, Pascual-Hortal y Saura 2006). La mayoría de los modelos de conectividad priorizan rutas de menor distancia y menor impacto humano, sin considerar los gradientes climáticos presentes que pueden limitar la movilidad y dispersión de los organismos (Nuñez *et al.*, 2013; McGuire *et al.*, 2016). Por lo anterior, CONABIO y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (por sus siglas en inglés GEF) identificaron, en colaboración, rutas de menor costo que integran distancia, transformación humana, gradientes climáticos y fragmentos de vegetación nativa en estado primario. El modelo emplea una superficie de resistencia basada en el impacto humano y la evapotranspiración (1980-2009) como variable climática integradora de temperatura y humedad, con el fin de evitar cambios climáticos extremos a lo largo de las rutas. Un total de 4,504 rutas se identifican dentro de los corredores bioclimáticos. En el Centro y Sur del país resalta un mayor número, debido al incremento de la fragmentación del paisaje, mientras que en el Norte del país es por la mayor continuidad de la vegetación primaria. El mapa de Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad de México: Rutas de menor costo (2020) se elabora para identificar las rutas de menor costo entre fragmentos de vegetación primaria, cuya variable climática es la evapotranspiración (1980-2009) (CONABIO, CONANP, PNUD 2020).

Para la elaboración del mapa se identificaron fragmentos de vegetación nativa primaria mayores a 1,000 ha (McGuire *et al.*, 2016) a partir de la carta de uso del suelo y vegetación, serie V (INEGI 2013). A escala nacional se registraron 2,027 fragmentos de vegetación nativa primaria que marcaron las rutas de menor costo. El impacto humano

se integró mediante un modelo de resistencia que combina cambio de uso del suelo, desarrollo de infraestructura y fragmentación del hábitat, basado en relaciones causa-efecto sobre la biodiversidad (Koleff *et al.*, 2016; Schipper *et al.*, 2016), lo cual permitió estimar el costo de desplazamiento e identificar áreas prioritarias para la conectividad, mediante acciones de manejo y conservación. Adicionalmente, se incorporó la evapotranspiración real media anual de 1980 a 2009, como variable climática integradora de temperatura y precipitación (Cuervo-Robayo *et al.*, 2014). El análisis espacial se realizó con Climate Linkage Mapper en ArcMap 10.3.1 y R, utilizando datos raster con resolución espacial de 1 km × 1 km. Los resultados se indican con la longitud en metros de la ruta de menor costo sobre el corredor (CONABIO, CONANP, PNUD 2020).

Dentro de los corredores bioclimáticos identificados para México, las rutas de menor costo identifican trayectorias óptimas que mantienen la conectividad ecológica y la biodiversidad, ya que facilitan el movimiento de especies entre hábitats fragmentados con mínimo impacto humano. En el Centro y Sur del país, la fragmentación del paisaje es mayor, por lo tanto, se presenta un incremento del número de fragmentos y de rutas de menor costo que conectan los fragmentos de vegetación nativa (CONABIO, CONANP, PNUD 2020). La ruta de menor costo sobre el corredor bioclimático, más cercana al polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas, tiene una longitud de 30,485 m y está dentro del intervalo 25,142-43,384 m. Esta ruta se localiza al Norte del polígono de Cinco Lagunas y transcurre por el sistema fluvio-lagunar, La Redonda-Cocal-Cocohital, cuyo trayecto se sobrepone a las lagunas Redonda y Cocal. Lo más sobresaliente es que la sección Sur de la Laguna Cocal forma parte del polígono de interés y está interconectada permanentemente con las lagunas interiores del subpolígono Este. Así mismo, el análisis de la evapotranspiración dentro del área de interés, muestra un periodo de balance hídrico con valores negativos durante los cuatro primeros meses del año y uno positivo durante el resto del año (Tabla 6). Estos cambios de condiciones hídricas influyen en la conectividad del corredor bioclimático y el uso de la ruta de menor costo que limitan la movilidad y dispersión de las poblaciones presentes, como ejemplo la del cangrejo azul.

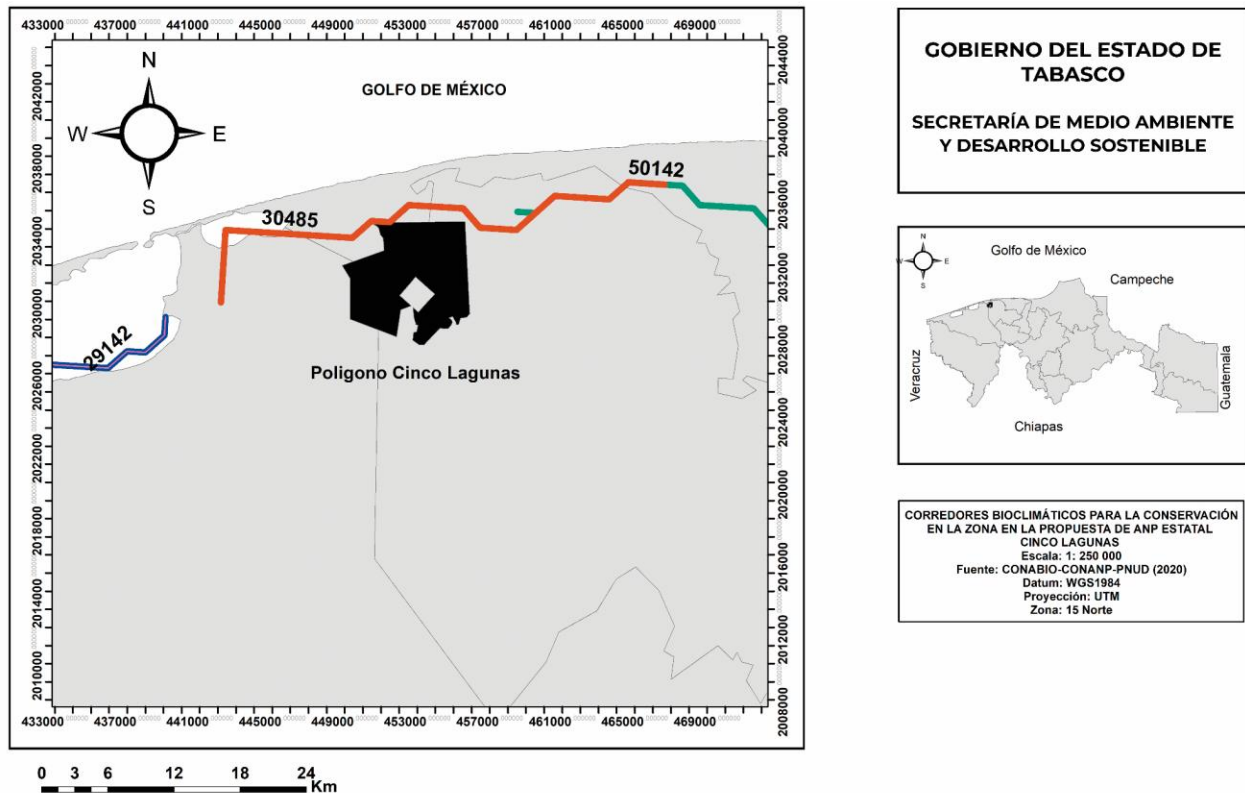


Figura 54. Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Cinco Lagunas.

El cambio climático en el futuro ocurrirá a distintas velocidades, direcciones y sitios en el planeta, lo cual generará nuevas condiciones ambientales que inducen el desplazamiento de las especies. Un enfoque de adaptación a esta condición para programas de conservación consiste en identificar áreas con mayor estabilidad climática, que funcionen como potenciales refugios donde las especies pueden persistir y posteriormente expandirse. Para detectar estas áreas de estabilidad climática ante escenarios de cambio climático, se desarrolló el Índice de estabilidad climática basado en el esquema de clasificación de Holdridge y los cambios en la extensión y distribución geográfica de las zonas de vida. Este índice integra cuatro modelos globales de circulación: CNRM-CM5 del Centre National de Recherches Météorologiques de Francia, GFDL-CM3 del Geophysical Fluid Dynamics Laboratory de Estados Unidos, HadGEM2-ES del Met Office Hadley Center del Reino Unido y MPI-ESM-LR del Max Planck Institute for Meteorology

de Alemania, dos escenarios de forzamiento radiativo (4.5 y 8.5 W/m<sup>2</sup>) denominados trayectorias de concentraciones representativas (RCP por sus siglas en inglés), con tres horizontes temporales: futuro cercano (2015-2039), medio (2045-2069) y lejano (2075-2099) (Holdridge 1967; CONABIO *et al.*, 2019; Fernández-Eguiarte *et al.*, 2015).

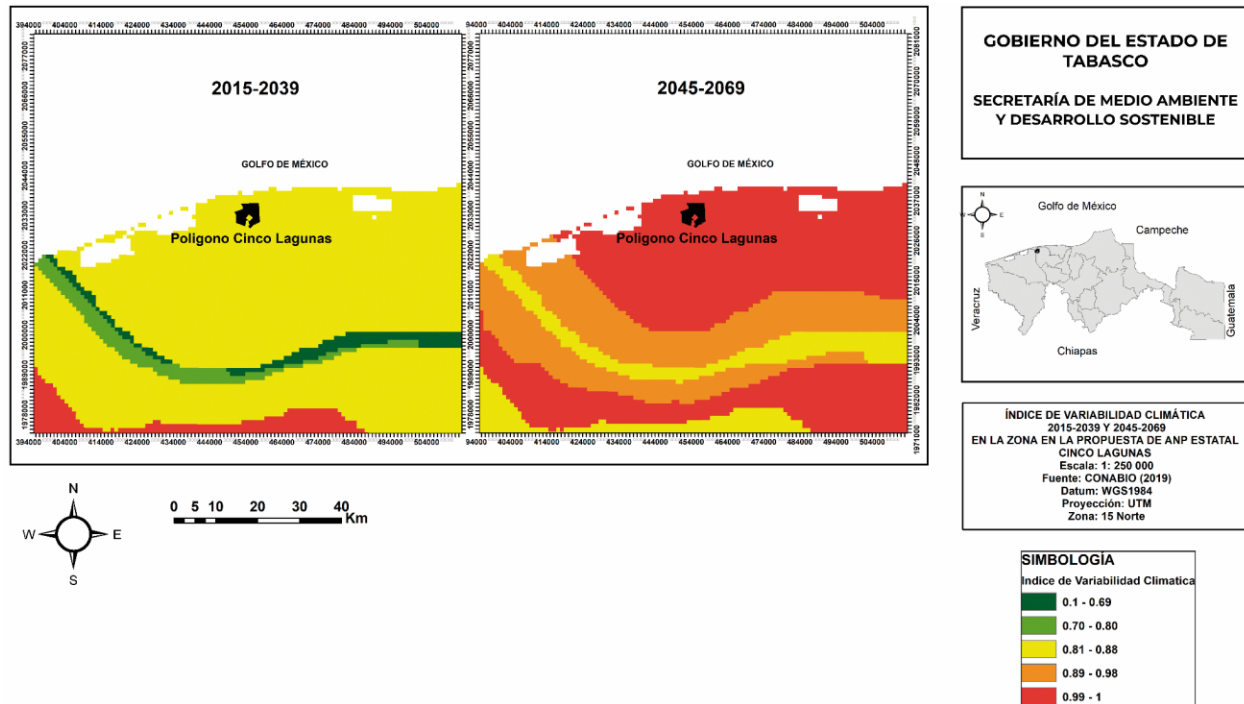


Figura 55. Índice de estabilidad climática 2015-2039 y 2045-2069 en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

El índice de estabilidad climática se analiza para la propuesta del ANP Estadal Cinco Lagunas a una RCP de 8.5 W/m<sup>2</sup> y dos horizontes temporales. El valor del índice del polígono de interés se presenta en el intervalo entre 0.81 y 0.88 para el futuro cercano (2015-2039) y dentro del intervalo 0.99 a 1 para un futuro medio (2045-2069) (Figura 55). Ambos valores indican que el área permanece con un clima estable para ambos horizontes temporales, lo cual fortalece la identificación de refugios climáticos potenciales. Sí se conjuntan el máximo valor del índice de integridad de conectividad y la extensión de más de la mitad del polígono con alta conectividad de áreas naturales remanentes, refuerzan la prioridad de conservación, manejo y restauración comunitarias en la propuesta de ANP Estadal Cinco Lagunas.

**III f3. Impactos humanos a la biodiversidad terrestre.** La evaluación de los cambios en la biodiversidad provocados por las actividades humanas en México se analiza a través del índice de impacto humano en la biodiversidad terrestre. Este índice se basa en el Modelo Global de Biodiversidad (GLOBIO3) mediante relaciones de causa-efecto entre factores de presión y amenaza (Alkemade *et al.*, 2009). Este modelo permite examinar variaciones en escalas espacio temporales del estado de conservación de la biodiversidad. GLOBIO3 fue adaptado al contexto nacional mediante el modelo Mexbio 2.0, con una resolución espacial de 1 km<sup>2</sup>, incorporando los factores de presión: uso del suelo, infraestructura carretera y fragmentación del paisaje a partir de información oficial del INEGI (INEGI 2014c; INEGI 2016; Koleff *et al.* 2016; ). El índice final de impacto multiplica cuatro componentes ponderados: uso de suelo (IUS), infraestructura vial (IInfra), tamaño de parches (IFrag<sub>1</sub>) y distancia a parches de vegetación primaria (IFrag<sub>2</sub>) de acuerdo a CONABIO (2019).

Una superficie de 2,949 ha, equivalente al 91.1% del polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas, presenta valores intermedios a bajos del índice de impacto humano sobre la biodiversidad terrestre (Figura 56, Tabla 45), lo que indica que, hasta el momento, el grado de afectación derivado de factores de presión y amenaza es reducido. Dentro del polígono, la condición inactiva de un pozo y de un oleoducto de la empresa paraestatal Petróleos Mexicanos sugiere una menor incidencia de actividades humanas en la zona. Asimismo, la mayor parte de la superficie propuesta para el ANP Estatal Cinco Lagunas se localiza dentro de la Zona de Salvaguarda Manglares y Sitios Ramsar, donde el Estado prohíbe expresamente las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, lo que refuerza el nivel de protección ambiental del área.

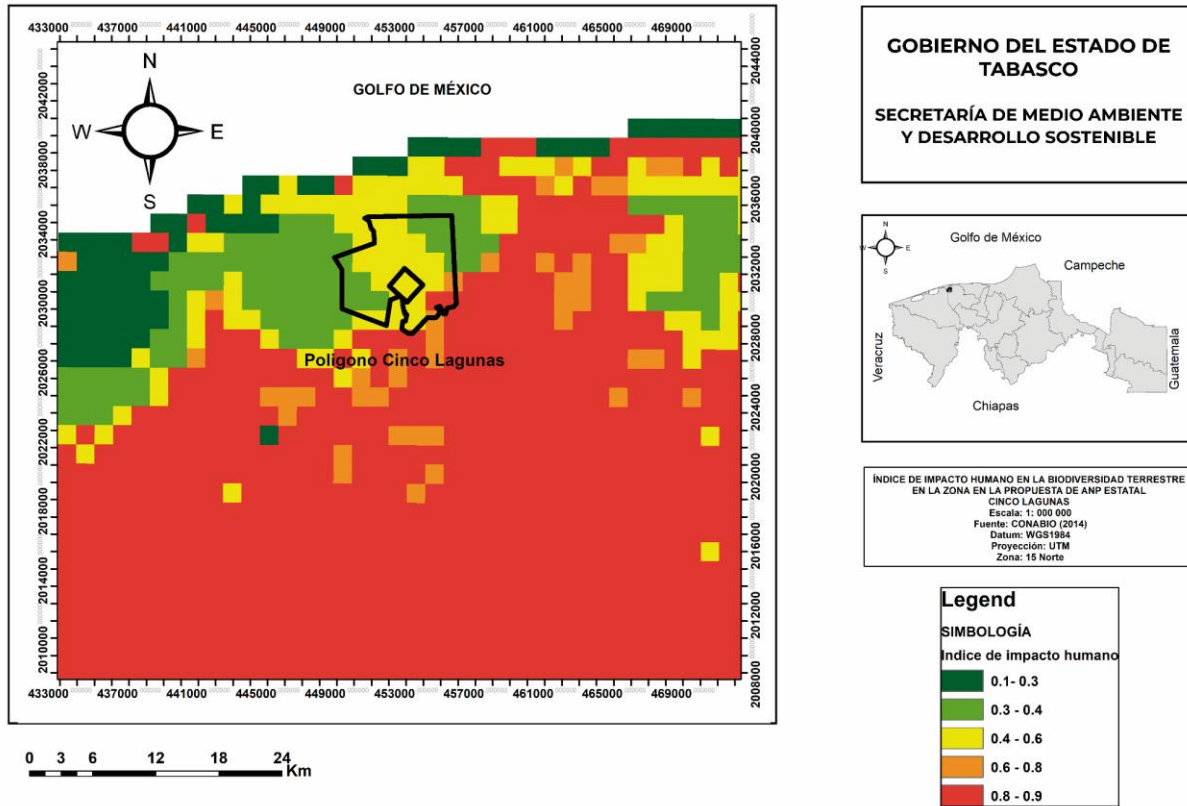


Figura 56. Índice de impacto humano en la biodiversidad terrestre en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 45. Superficies del índice de impacto humano en la biodiversidad terrestre en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Intervalos	Superficie (ha)
0.1 - 0.3	121
0.3 - 0.4	1,038
0.4 - 0.6	1,798
0.6 - 0.8	105
0.8 - 0.9	184
Total	3,246

El deterioro acelerado de ecosistemas y la notable crisis de la biodiversidad global está presente en nuestro país, principalmente en las últimas décadas (CONABIO 2018). Las últimas estimaciones señalan que en México se ha perdido alrededor del 50% de los ecosistemas naturales y un 30% de las especies. Los ecosistemas más accesibles, productivos, con mejores suelos y en lugares planos han sido los más transformados, mientras que, los principales ecosistemas remanentes están en lugares poco accesibles o son poco productivos (Universidad de las Naciones Unidas 2009). De acuerdo con la condición del Capital Natural en México, once estados están en la categoría de agotado el capital natural, lo que representa un gran reto para mantener estos componentes naturales para futuras generaciones (CONABIO 2008).

Un Modelado de ecuaciones estructurales, que prueba las relaciones entre variables (impacto humano, auto-organización, movilidad trófica y estabilidad), se aplica para el estudio del Índice del Capital Natural de México. Uno de los atributos emergentes que conforman el esquema de alta complejidad con diferentes manifestaciones, es el Índice de degradación ecológica (IDE), definido como la reducción de la capacidad del hábitat para mantener poblaciones viables de depredadores superiores (mamíferos y aves rapaces) en los ecosistemas, y es la diferencia residual del Índice de integridad ecológica y el Índice de impactos humanos. El IDE resulta de la pérdida de hábitat, la fragmentación, la pérdida de conectividad del hábitat y cambio de uso de suelo y cobertura vegetal. Además, la pérdida de capital natural se asocia con menores beneficios a la población. En México, el valor del IDE es de 0.25, mientras que, para el estado de Tabasco presenta 0.18 de IDE, con un cambio en capital natural desde 1985 hasta 2021 de 64.4%. Por lo anterior, Tabasco tiene la segunda pérdida más alta del país con un capital natural agotado (CONABIO 2008).

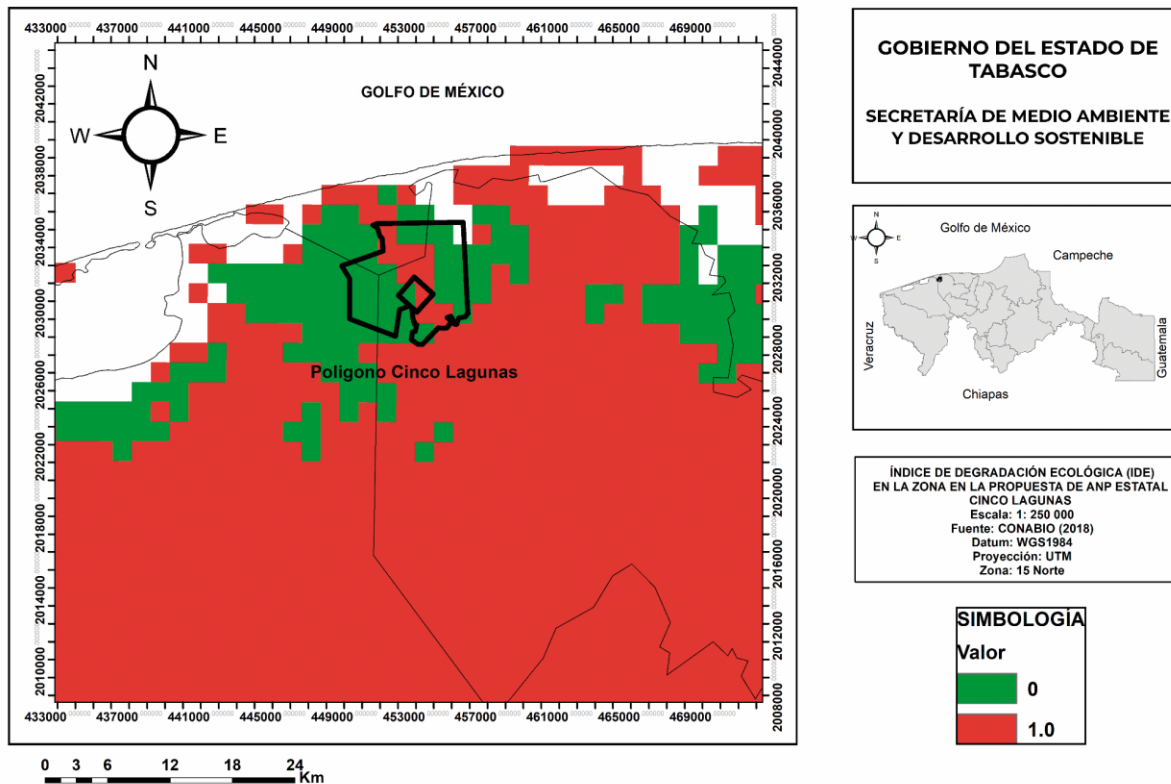


Figura 57. Índice de degradación ecológica (IDE) en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

El índice de degradación ecológica registra valores altos en una superficie de 2,298 ha, equivalente al 29.2% del polígono propuesto para el Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas (Figura 57, Tabla 46). Esta zona se ubica en la sección central del polígono Cinco Lagunas y está asociada con el tramo carretero principal (Figura 2), asentamientos humanos y actividades agropecuarias que se extienden en la zona adyacente al arroyo Verde. Además coincide parcialmente con la pérdida mínima de superficie de cobertura de manglar. Es conveniente destacar el compromiso que los ejidatarios han mostrado para reducir la presión antrópica en el polígono propuesto como Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas con actividades incluidas en su Plan de Mejores Prácticas de Manejo para evitar el cambio de uso de suelo en 600 ha, y conservar y mantener la cobertura de 600 ha de manglar. Además, la población ha expresado el reconocimiento

al valor biológico y económico de los recursos ecosistémicos y al cuidado y aprovechamiento sustentable del territorio (Tabla 21).

**Tabla 46. Superficies del Índice de degradación ecológica (IDE).**

Índice degradación	Superficie (ha)
Bajo 0	2,298
Alto 1.0	944
Total	3,246

**III f4. Impactos a la conectividad hidráulica lateral.** La interrupción casi total de la conectividad hidráulica lateral ocasionada por el tramo carretero que comunica hacia la costa (Figura 2), la cual divide el polígono de Cinco Lagunas en los dos subpolígonos (Figura 27) se identifica como una incidencia relevante. En este sentido, resulta ecológicamente imperativo conservar la conectividad hidráulica de los dos sistemas fluvio-lagunares con la Laguna Machona. La pérdida de cobertura vegetal primaria y el incremento del cambio de uso de suelo se mantienen como amenazas latentes en el área de estudio. Sin embargo, como se ha señalado en secciones previas, destaca el alto porcentaje de cobertura de vegetación natural dominada por manglar, así como la escasa superficie destinada al pastizal cultivado y a la agricultura temporal permanente (Figura 25). También, en el Plan de Mejores Prácticas de Manejo de los ejidatarios se incluyeron las actividades básicas de conservación para evitar el cambio de uso de suelo y conservar y mantener la cobertura de 600 ha de manglar. Por lo mismo, la propuesta del área natural protegida estatal permitirá regular de manera más eficiente las actividades humanas relacionadas con los factores de presión y amenaza, como ejemplo la prevención de la expansión de la frontera agrícola aparentemente facilitada por el aislamiento de las lagunas interiores en el subpolígono Oeste. Sin embargo, en este subpolígono se registra una repoblación de manglar natural que se conjunta con la hipótesis de la salinización de suelos por efecto del cambio climático.

El polígono de Cinco Lagunas constituye un ecosistema estratégico en la región por su elevada biodiversidad, protección contra eventos hidrometeorológicos, la captura de carbono y el sustento de comunidades locales. Como ejemplos, el índice de estabilidad climática muestra que el 91% del área del polígono presenta valores intermedios a bajos del índice de impacto humano sobre la biodiversidad terrestre y en su mayoría protegido por la Zona de Salvaguarda Manglares y Sitios Ramsar, donde el Estado prohíbe expresamente las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, lo que

refuerza el nivel de protección ambiental del área propuesta como Área Natural protegida Estatal.

En contraste, el polígono propuesto como Área Natural Protegida Estatal enfrenta múltiples amenazas y debilidades que pueden incidir negativamente en su conservación y aprovechamiento sustentable de sus bienes y servicios. Entre estas, los derrames accidentales y naturales en el Golfo de México representan una amenaza externa al polígono de Cinco Lagunas, independiente de la zona de salvaguarda. El 29% del área del polígono registra valores altos de degradación ambiental, delimitada a la zona que coincide con la carretera, zonas agropecuarias y de asentamientos humanos (Figuras 2 y 25), coincide con los impactos a la conectividad hidráulica, los cuales se plantean como amenazas, ya que han interrumpido casi en su totalidad la conectividad hidráulica superficial entre los dos subpolígonos. Esta condición de restricción hidráulica está afectando en mayor grado al subpolígono Oeste, al registrar menor profundidad, mayor depositación de sedimentos y valores más elevados de salinidad que su contraparte Este. En este entorno, es esperable que el área de las lagunas interiores del polígono Oeste se esté reduciendo por azolve. Mientras que, el manglar se está regenerando naturalmente e incrementando su área de cobertura. El mencionado incremento de la salinidad se asocia hipotéticamente con el efecto del cambio climático global. A la fecha, este aumento favorece la conservación del manglar y desfavorece la expansión de la frontera agrícola. En el caso del subpolígono Oeste, la interconectividad directa con la laguna El Cocal, que a su vez se comunica con las lagunas La Redonda y Machona parece suficiente para mantener la conectividad lateral. Adicionalmente, la apertura temporal y eventual por procesos de depositación y erosión de la barra de Tupilco favorece el ingreso de fauna marina y condiciones hidrológicas de las lagunas interiores del subpolígono Oeste. La mayor influencia marina en el sistema fluvial La Redonda-Cinco Lagunas puede representar una amenaza debido al registro de la especie no-nativa, el camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*), en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, ya que como se mencionó en la subsección de Invertebrados Acuáticos (Moluscos y Crustáceos), este camarón peneido tolera ambientes oligohalinos. También, los bagres de los géneros *Pterygoplichthys* y *Agamyxis* representan una amenaza por su probable introducción humana y posterior establecimiento como especies no-nativas invasoras, pues ambas están ampliamente distribuidas en los ecosistemas de agua dulce de Tabasco. Otra amenaza que afecta a la zona del polígono Cinco Lagunas, es la caza furtiva del cangrejo azul semiterrestre (*Cardisoma guanhumi*) que ha reducido drásticamente la abundancia en la zona del polígono. Sin embargo, la comunidad ejidal ha realizado acciones para el mantenimiento del área de cobertura del

manglar, que beneficia directamente al cangrejo azul en sus requerimientos de hábitat, supervivencia, crecimiento y reproducción. Resalta el interés comunitario del aprovechamiento sustentable de esta especie como un recurso productivo que beneficie directamente a las comunidades locales mediante la creación de una Unidades de Manejo Ambiental de *Cardisoma guanhumi*.

### IIIg. Centros de población existentes al momento del estudio.

Hacia el interior de la zona propuesta se ubica la R/a. Lázaro Cárdenas 1ra sección.

## IV. PROPUESTA DE MANEJO

### IVa. Zonificación y su subzonificación

**IVa1. Zonificación.** La zona de amortiguamiento que abarca todo el polígono se fundamenta en preservar la interconectividad hidráulica, la cobertura y estructura del manglar como flora dominante y las actividades sustentables realizadas por la comunidad. La interconectividad hidráulica es el factor clave regulador que mantiene las funciones ecológicas de las lagunas interiores, canales, biodiversidad acuática y del manglar como vegetación dominante. La preservación del área de cobertura y estructura del manglar que además alberga una elevada biodiversidad de flora y fauna silvestre asociada, como se ha registrado en ecosistemas acuáticos similares en Tabasco (por ejemplo Hernández-Trejo *et al.*, 2019; Sánchez *et al.*, 2019; Salcedo *et al.*, 2022; Torres *et al.*, 2023). En este ámbito, el polígono se zonifica en dos subpolígonos de amortiguamiento con condiciones hidrogeomórficas y estructura del manglar diferentes. El primero ubicado hacia el Este y que forma parte del sistema fluvial Redonda-Cocal-Cocohital y el segundo hacia el Oeste interconectado hidráulicamente al sistema fluvial desembocadura del Río Santana-La Plaquita. El subpolígono interconectado al sistema fluvio-lagunar Redonda-Cocal-Cocohital, de mayor área (Figura 58, Tabla 47) se considera más preservado con respecto a su interconectividad hidráulica que se refleja en la batimetría (profundidades mayores a 1 m) con un manglar más desarrollado y en donde se desarrolla la actividad regulada de extracción de carbón vegetal de árboles muertos. Mientras que, el subpolígono desembocadura Río Santana-La Plaquita es muy somero, con profundidades máximas de 0.6 m debido al azolvamiento, el mismo que junto con la salinidad, está facilitando la regeneración natural del manglar y deteniendo el avance de la frontera agropecuaria.

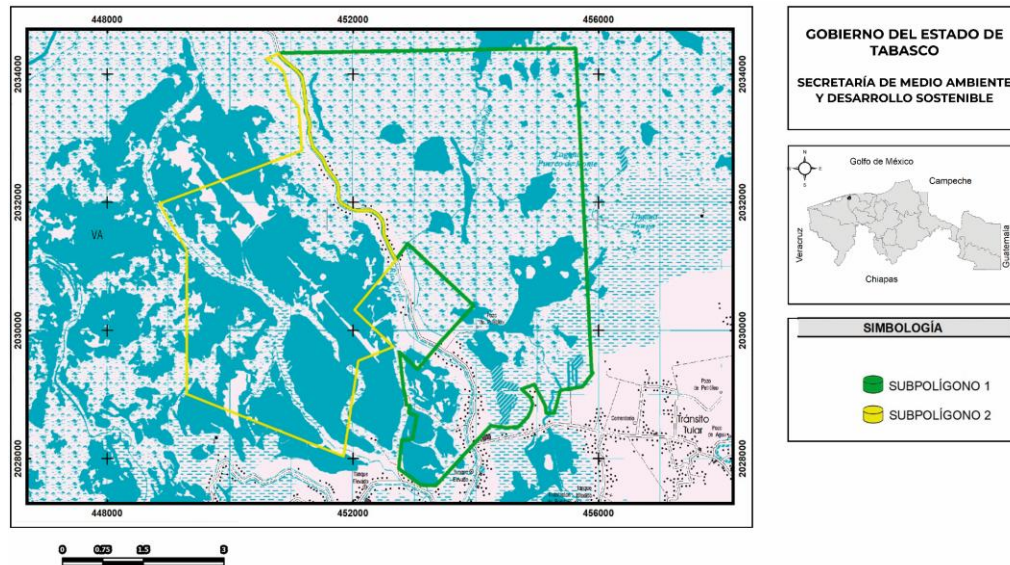


Figura 58. Zonificación por sistemas fluviales en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Tabla 47. Fundamento de la zonificación por sistemas fluvio-lagunares y del estado de conservación del manglar como elemento dominante de vegetación en en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

Subpolígono	Sistema fluvio lagunar	Superficie (ha)	Porcentaje
1	Redonda-Cocal-Cocohital	2,025.77	62.4
2	Desembocadura río Santana-La Plaquita	1,220.23	37.6
Total	Propuesta de ANP Estatal Cinco Lagunas	3,246	100

En conclusión y en concordancia con el artículo 64 de la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco (Congreso del Estado de Tabasco 2012) ambos subpolígonos del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas son propuestas como zonas de amortiguamiento. Por lo mismo, estas tendrán como función principal, orientar a que las actividades de aprovechamiento que ahí se lleven a cabo, y se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo, y podrán estar conformadas básicamente por las seis siguientes subzonas (Figura 59), que se detallan sucintamente en los siguientes párrafos.

**IVa2. Subzonificación.** De acuerdo con Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco, última reforma publicada el 11 de diciembre de 2020 (Estado Libre y Soberano de Tabasco 2020) se proponen seis subzonas en el polígono de Cinco Lagunas.

**Subzona de preservación:** Aquellas superficies en buen estado de conservación que contienen ecosistemas y fenómenos naturales relevantes en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados con manejo específico y regulado, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable. Esta subzona, con una extensión total de 1,726.33 ha cubre el 53.2% del polígono. La subzona se localiza hacia el Oeste del polígono dentro del sistema fluvio-lagunar Redonda-Cocal-Cocohital. Actualmente presenta lagunas interiores y canales con interconectividad hidráulica que ocupan 294 ha (Tabla 48) y un mangle conservado y bien desarrollado, con actividades ejidales de preservación del área de cobertura mediante acciones programadas para evitar cambio de uso de suelo y conservar y mantener la cobertura vegetal. En esta subzona sobresalen dos actividades ejidales sustentables, la extracción de carbono vegetal por medio de la Cooperativa El Corazón del Mangle Rojo, S. P. R. de R. L., y los servicios turísticos para avistamiento de aves, otra fauna y manglar así como de bioluminiscencia. Como ya se mencionó en la sección "IIIc. Usos y aprovechamientos, actuales y potenciales de los recursos naturales" la UMA está registrada y cuenta con su Plan de Manejo con el objetivo de conservar, restaurar, proteger, mantener, reproducir, investigar, educar ambientalmente, manejar y aprovechar sustentablemente. Adicionalmente, en las cinco lagunas interiores y canales de esta zona se pesca jaiba y peces y se está iniciando experimentalmente el cultivo de tilapia en jaulas flotantes.

**Subzona de recuperación.** De acuerdo con la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco incluye aquellas superficies en las que los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación. La subzona se ubica hacia el Oeste del polígono (Figura 59) con una extensión menor a la subzona de preservación (Tabla 48), ya que representa el 40.4% del área total. Sin embargo, en esta subzona sobresale que el 77.5% de su área está cubierta por lagunas interiores (Tabla 48), aunque estas son muy someras y se están azolvando, registran mayor salinidad que las de la primera subzona y hay una visible regeneración natural del manglar. Estas extensas lagunas interiores representan tanto sitios de crianza de moluscos, crustáceos y peces, como de pesca local de jaibas y peces.

Los sitios de crianza se sustentan en la presencia de dos especies de vegetación acuática sumergida, cola de zorro (*Ceratophyllum demersum*), y el pasto marino (*Halodule wrightii*) en esta subzona, en las cuales, la diversidad de moluscos, crustáceos y peces se incrementa notoriamente (Sánchez *et al.*, 2012; Lefcheck *et al.*, 2019; Sánchez *et al.*, 2024). Además, las máximas tasas de crecimiento del pasto marino *Halodule wrightii* se han reportado entre 30-40 UPS y las mínimas en el límite inferior a 5 UPS (Lirman y Cropper 2003) en el límite de los ambientes oligo y mesohalinos. En la laguna La Plaquita la salinidad medida en el muestreo preliminar fue máximo de 7 UPS. A pesar de ser un valor bajo de salinidad, comparada a la marina (30-40 UPS), la mayor salinidad en esta subzona con respecto a la subzona de manejo sustentable de los recursos naturales, se puede explicar por la relación entre la mayor evaporación en profundidades menores a 60 cm y por el efecto del cambio climático por aumento del nivel del mar, ya que en la laguna Machona los valores de salinidad oscilan estacionalmente entre 17 a 20 UPS entre los canales que interconectan a laguna La Redonda y a la desembocadura del Río Santana (Gómez-Angulo 1978), quien también reportó el incremento de la influencia marina en las temporadas de sequía. Además, estas lagunas interiores son utilizadas por los pobladores para la pesca, principalmente de jaibas y peces, la cual es una actividad relevante para consumo familiar y venta local. Por lo mismo, será imprescindible generar compromisos y mecanismos para evitar la expansión hacia el Oeste de la frontera agropecuaria de la subzona de aprovechamiento sustentable de agroecosistemas, se expanda hacia esta zona mediante el cambio de uso de suelo.

Las subzonas de aprovechamiento especial, de aprovechamiento sustentable de agroecosistemas, de uso público y de asentamientos humanos. Estas subzonas coexisten sin delimitaciones espaciales definidas claramente en una franja de 208.39 ha que incluye el Arroyo Verde y la carretera (Figura 59, Tabla 48) que coinciden con la franja de valores altos del índice de degradación ecológica (Figura 57) y la pérdida de superficie de manglares en México (2015-2020) con un mínimo valor localizado en la vía terrestre principal (Figura 32). Además, la carretera se identifica como una incidencia relevante por sus impactos a la conectividad hidráulica lateral en la subsección "III4. Impactos a la conectividad hidráulica lateral".

**Subzona de aprovechamiento especial.** Incluye la elaboración de miel y sus subproductos con base en la producción de la abeja carníola (*Apis mellifera*) realizada por el grupo Los Manglares por ocupar un área reducida sin deteriorar el ecosistema y modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales. Además, la producción de miel representa la presencia de

recursos naturales esenciales para el desarrollo social y que son explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conforma.

37.6

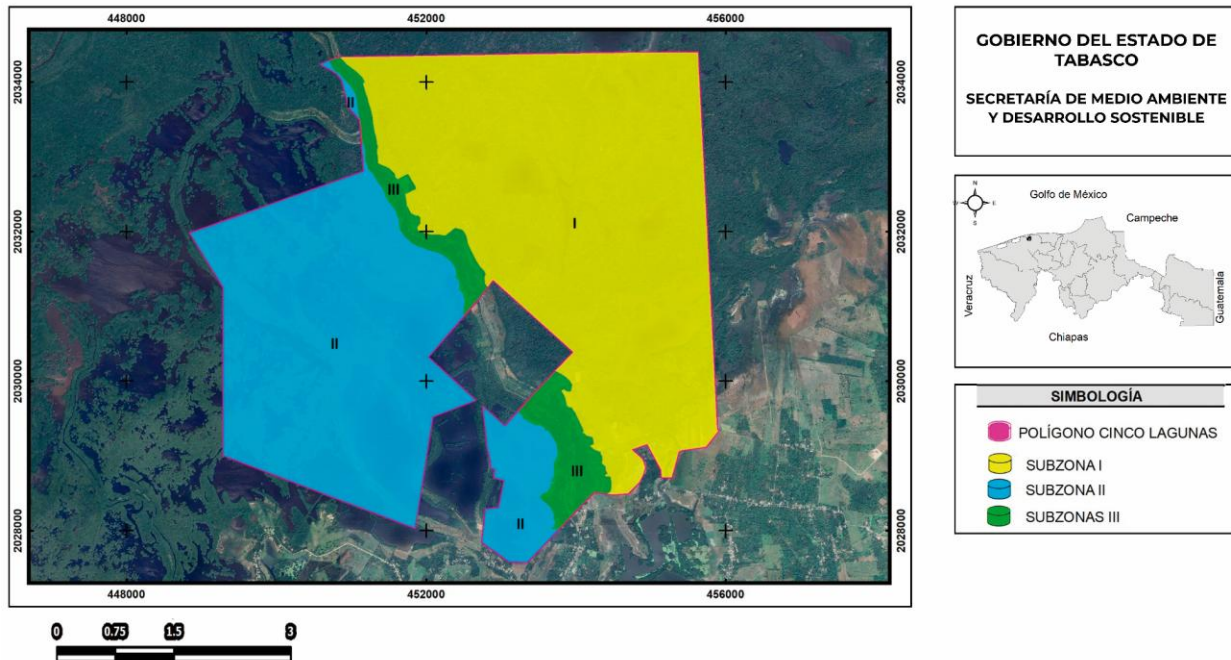


Figura 59. Subzonificación por sistemas fluviales en el polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas.

**Subzona de aprovechamiento sustentable de agroecosistemas.** Está representada por superficies con usos agrícolas y pecuarios actuales, que en la actualidad están apoyadas por el programa Sembrando Vida enfocado a reactivar el campo, reforestar, incentivar a las personas de la tercera edad que cultivan su tierra y a mejorar la economía familiar y comunitaria. Además, la pesca, principalmente de jaibas y peces, es una actividad relevante para consumo familiar y venta local, la cual se realiza en las lagunas interiores someras y en Arroyo Verde que cubren 3.4 ha (Tabla 48).

**Subzona de uso público.** Comprende las superficies que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, en donde es posible

mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas. Por lo mismo, esta subzona prácticamente se delimita al muelle de donde inician los servicios turísticos en las Cinco Lagunas con avistamiento de aves y aplicaciones sobre los beneficios de las lagunas y los manglares, así como a la carretera con sus locales de servicios y espacios para otras actividades culturales y cotidianas.

**Subzona de asentamientos humanos.** Agrupa viviendas, huertos familiares y casa ejidal establecidos antes de la declaratoria del área protegida y que han sido modificadas sustancialmente o han desaparecido los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos,

**Tabla 48. Subzonificación de la propuesta de Área Natural Protegida Cinco Lagunas.**

Subzonas	Área (ha)	Superficie de lagunas interiores, arroyos, canales y zonas de inundación (ha)
I De preservación	1,726.338	1,024.6
II De recuperación	1,311.28	294
III Aprovechamiento especial, de aprovechamiento sustentable de agroecosistemas, de uso público y de asentamientos humanos	208.39	3.4

**IVb. Tipo o categoría de manejo.** El artículo 3 inciso II de la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco, última reforma publicada el 11 de diciembre de 2020 (Estado Libre y Soberano de Tabasco 2020) señala que las Áreas Naturales Protegidas Estatales son "zonas del territorio estatal sobre las que la Entidad 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; que han sido acordadas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley". En el artículo 57 menciona las cinco categorías de Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal: Reservas ecológicas estatales, Parques estatales, Áreas estatales de protección hidrológica, Monumento natural de carácter estatal, y Santuarios de carácter estatal.

Para el cumplimiento de los objetivos previstos en el artículo 64 Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco (Estado Libre y Soberano de Tabasco 2020) en relación al establecimiento y manejo de las Áreas Naturales Protegidas "se realizará una subdivisión que permita identificar y delimitar las porciones del territorio que la conforman,

acorde con sus elementos biológicos, físicos y socioeconómicos, los cuales constituyen un esquema integral y dinámico por lo que cuando se realice la delimitación territorial de las actividades en las áreas naturales protegidas, ésta podrá llevarse a cabo en su caso, a través de las siguientes zonas y sus respectivas subzonas, de acuerdo a su categoría de manejo”

**Reserva Ecológica Estatal.** El polígono de la propuesta del Área Natural Protegida Estatal Cinco Lagunas, que ocupa una superficie total de 3,246 ha (Figura 1), cumple con las especificaciones para proponerse como Reserva Ecológica de acuerdo con el artículo 66 de la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco (Estado Libre y Soberano de Tabasco 2020) “las reservas ecológicas estatales se constituirán en áreas biogeográficas relevantes a nivel estatal, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados, y en las cuales habiten especies representativas de la biodiversidad estatal, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción”. Las actividades permitidas, deberán sujetarse a lo señalado en los artículos 64 y 65 de la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco (Estado Libre y Soberano de Tabasco 2020), los cuales están relacionados con las subdivisiones o subzonificaciones del territorio protegido y las actividades prohibidas en las zonas núcleo.

El mismo artículo 64 de la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco (Estado Libre y Soberano de Tabasco 2020) menciona que las zonas de amortiguamiento tendrán como función principal, orientar a que las actividades de aprovechamiento que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo. Estas zonas podrán estar conformadas en siete subzonas de aprovechamiento sustentable de recursos naturales, de conformidad con el reglamento de la materia, de las cuales serán consideradas con antelación en la subsección “IVa2. Subzonificación”.

El Área Natural protegida de competencia Estatal, Cinco Lagunas es una área biogeográfica relevante a nivel estatal, cuyos dos sistemas fluvio-lagunares y sus manglares, que ocupan el 47.5% del área total (Tabla 9), constituyen ecosistemas representativos del estado y se localiza en una Unidad de Gestión Ambiental con política de protección hidrológica (Estado Libre y Soberano de Tabasco 2020; Gobierno del Estado de Tabasco, Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático 2024). Además, la conectividad hídrica de los dos sistemas fluvio-lagunares y el manglar no están alterados significativamente por la acción del ser humano . Su preservación y

restauración favorecerá la conservación de la biodiversidad terrestre y acuática representativa del estado con una total preliminar de 238 especies, incluyendo a las 26 especies consideradas no endémicas, siete amenazadas o en peligro de extinción. Adicionalmente, las y los integrantes del ejido Lázaro Cárdenas están de acuerdo con la propuesta, ya que la reconocen como una oportunidad (Tabla 21), están bien organizados y tienen capacitación, experiencia y acciones de manejo regulado sustentable con programas de manejo para evitar el cambio de uso de suelo y mantener la cobertura del manglar.

La preservación y protección de dos sistemas fluvio-lagunares representativos de la planicie costera tabasqueña, dominados territorialmente por manglar preservado y en restauración natural con la presencia de vegetación acuática sumergida albergan una biodiversidad representativa del estado de Tabasco y zona costera Sur del Golfo de México. En este sentido la preservación y protección de la biodiversidad en general y en particular de las aves migratorias y especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y UICN, se suman a los registros de bioluminiscencia y la relevancia de esta área protegida como sumidero de carbón azul y adaptabilidad a la vulnerabilidad de la población ante el cambio climático. Adicionalmente el polígono está habitado por comunidad organizada y con experiencia en proyectos sustentables que acepta como una oportunidad el régimen de protección natural de competencia estatal. Entre los logros expresados por esta comunidad destacan el reconocimiento al valor biológico y económico de los recursos ecosistémicos, la gestión del uso común, el cuidado y aprovechamiento sustentable del territorio y el mantenimiento de usos y costumbres para la toma de decisiones (Tabla 21). Estos criterios sobresalientes que sustentan la propuesta de la Reserva Ecológica Cinco Lagunas están fundamentados en la sección "IIb. Razones que justifiquen el régimen de protección" y cubren los objetivos generales de las ANP en el estado de Tabasco y México que son: 1) preservar ambientes naturales representativos del país y del estado, 2) preservar los ecosistemas más frágiles para asegurar la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, 3) salvaguardar la diversidad genética de las especies, asegurar la preservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en este caso municipal y estatal, 4) preservar las especies endémicas, raras o que se encuentren en alguna categoría de riesgo, 5) propiciar la investigación humanística, científica y tecnológica, 6) generar, rescatar y divulgar conocimientos que permitan la preservación y aprovechamiento sustentable, 7) proteger los ecosistemas aledaños relacionados con la conservación de los ciclos hidrológicos y biogeoquímicos, y 8) proteger áreas de recreación, cultura, e

identidad nacional o de los pueblos indígenas, ubicados dentro y en los alrededores de la zona protegida.

**IVc. Administración.** La administración del área natural protegida corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Además, podrán suscribirse acuerdos con el municipio de Comalcalco o con los interesados acuerdos o convenios como lo establece el artículo 11 publicado en la última reforma de la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco (Estado Libre y Soberano de Tabasco (2020), para propiciar la participación y desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

**IVd. Operación.** La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible deberá de gestionar acciones de manejo que permitan cumplir con lo establecido en el Programa de Manejo a través de un programa operativo anual. De no contar con el Programa de Manejo se propone iniciar con las siguientes acciones de: 1) protección y preservación, estableciendo un programa de inspección y vigilancia con la colaboración del gobierno estatal y municipal, 2) manejo, uso y aprovechamiento para realizar un censo de los grupos locales que realizan actividades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales, 3) restauración y repoblación para identificar financiamiento para la restauración y repoblación de especies amenazadas o en riesgo, así mismo reconocer a los grupos locales que se encuentran realizando estas acciones, 4) involucrar a instituciones académicas que asesoren los trabajos de investigación y educación ambiental, 5) identificar las instituciones del sector educativo, que hayan realizado o que se encuentran desempeñando algún trabajo de investigación, y cultura, difusión y turismo comunitari, 6) realizar campañas de difusión del ANP, para el conocimiento a nivel local y regional y 7) orientar al sector turismo comunitario a fin de que los visitantes conozcan que se encuentran en un ANP y sus valores con los que cuenta.

**IVe. Financiamiento.** Diseñar y gestionar mecanismos oficiales para gastos de administración y operación, así mismo identificar fuentes potenciales para llevar a cabo proyectos dentro del área, será también conveniente establecer estrategias de autofinanciamiento. Algunas de estas medidas se enuncian a continuación, considerando que se pueden ir sumando apoyos que permitan el financiamiento del área protegida.

## V. BIBLIOGRAFÍA

Aguayo Camargo, J. E. (2005). Neotectónica y facies sedimentarias cuaternarias en el Suroeste del Golfo de México, dentro del marco tectono-estratigráfico regional evolutivo del Sur de México. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 6(1), 19–45.

Aguillón-Gutiérrez, D. R. (2019). Amphibians as biological indicators. En O. P. Jenkins (Ed.), *Advances in Animal Science and Zoology*. Nova Science Publishers, Inc.

Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J., & Valenzuela, R. (2014). Biodiversidad de hongos en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(Supl. ene), S76-S81. <https://doi.org/10.7550/rmb.33649>

Alkemade, R., Van Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M., & Ten Brink, B. (2009). GLOBIO3: A framework to investigate options for reducing global terrestrial biodiversity loss. *Ecosystems*, 12(3), 374–390. <https://doi.org/10.1007/s10021-009-9229-5>

Alongi, D. M. (2014). Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annual Review of Marine Science*, 6, 195–219.

Álvarez-Pliego, N., Sánchez, A. J., Florido, R., & Salcedo, M. A. (2015). First record of South American suckermouth armored catfishes (Loricariidae, *Pterygoplichthys* spp.) in the Chumpan system, southeast Mexico. *BioInvasions Records*, 4, 309–314. <https://doi.org/10.3391/bir.2015.4.4.14>

Álvarez-Pliego, N., Sánchez, A.J., Florido, R., Salcedo, M.A., Cruz-Ramírez, A.K., Barba-Macías, E. (2021) Diversidad de peces en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* Núm. Esp. I: e2713. <https://doi.org/10.19136/era.a8n1.271>

American Public Health Association (APHA). (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington, DC: APHA, AWWA, WEF.

American Public Health Association (APHA). (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). Washington, DC: APHA, AWWA, WEF.

Arriaga, L., Aguilar, V., & Espinoza, J. M. (2009). Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad. En *Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio* (pp. 433–457). CONABIO.

Ayala-Castañares, A., & Gutiérrez-Estrada, M. (1990). Morfología y sedimentos superficiales de la plataforma continental frente a Tabasco y Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 17(2), 163–190.

Baptista, J., Martinho, F., Nyitrai, D., Pardal, M. A., & Dolbeth, M. (2015). Long-term functional changes in an estuarine fish assemblage. *Marine Pollution Bulletin*, 97, 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.025>

Barba, E., Raz-Guzmán, A., & Sánchez, A. J. (2005). Distribution patterns of caridean shrimps in the Southwestern Gulf of Mexico. *Crustaceana*, 78(6), 709–726. <https://doi.org/10.1163/156854005774353458>

Barragán-Vázquez, M. R. (2019). Anfibios. En A. Cruz Angón et al. (Eds.), *La Biodiversidad de Tabasco. Estudio de Estado* (Vol. II, pp. 293–300). CONABIO/UJAT.

Barragán-Vázquez, M. R., Zenteno-Ruiz, C. E., & López-Luna, M. A. (2019). Reptiles. En A. Cruz Angón et al. (Eds.), *La Biodiversidad de Tabasco. Estudio de Estado* (Vol. II, pp. 301–310). CONABIO/UJAT.

Benavides, J., Alvarado-Barrientos, M. S., & Pineda-López, M. del R. (2024). Revisión cuantitativa (1990–2022) del ciclo del carbono y los flujos de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> de manglares. *Madera y Bosques*, 30(4), e3042628. <https://doi.org/10.21829/myb.2024.3042628>

Bueno, J., Álvarez-Noguera, F., & Santiago, S. (Eds.). (2005). *La biodiversidad del Estado de Tabasco*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Capdepont-Ballina, J. L., & Marín-Olán, P. (2014). La economía de Tabasco y su impacto en el crecimiento urbano de la ciudad de Villahermosa (1960–2010). *LiminaR*, 12(1), 144–160. Recuperado de <http://liminar.cesmea.mx/index.php/r1/article/view/330/310>

Capps, K. A., Nico, L. G., Mendoza-Carranza, M., Arévalo-Frías, W., Ropicki, A. J., Heilpern, S. A., & Rodiles-Hernández, R. (2011). Salinity tolerance of non-native suckermouth armoured catfish (Loricariidae: *Pterygoplichthys*) in South-eastern Mexico:

Implications for invasion and dispersal. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21, 528–540. <https://doi.org/10.1002/aqc.1210>

Cardoso, P., Pekar, S., Birkhofer, K., et al. (2025). Ecosystem services provided by spiders. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 100(6), 2217–2236. <https://doi.org/10.1111/brv.70044>

CartoCritica. (2025). Investigación, mapas y datos y para la sociedad. <https://cartocritica.org.mx/>.

Cepeda-Duque, J. C., Arango-Correa, E., Frimodt-Møller, C., & Lizcano, D. J. (2024). Howling shadows: First report of domestic dog attacks on globally threatened mountain tapirs in high Andean cloud forests of Colombia. *Neotropical Biology and Conservation*, 19, 25–33. <https://doi.org/10.3897/neotropical.19.e117437>

Chan, D. T. C., Poon, E. S. K., Wong, A. T. C., & Sin, S. Y. W. (2021). Global trade in parrots – Influential factors of trade and implications for conservation. *Global Ecology and Conservation*, 30, e01784. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01784>

Chávez-Jiménez, U. (2007). Potonchán y Santa María de la Victoria: Una propuesta geomorfológico/arqueológica a un problema histórico. *Estudios de Cultura Maya*, 29, 103–139.

Congreso de la Unión. (1988). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Diario Oficial de la Federación, 28 de enero de 1988. Última reforma publicada el 19 de enero de 2026.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2011). *Áreas de importancia para la conservación, restauración y producción en México, 2011, escala: 1:250000*. Comisión Nacional Forestal. México, D. F. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/aiprc11gw.html>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (s. f.a). *Tarjeta semanal de incendios*. Monitor de Incendios. Recuperado el 10 de abril de 2026, de [https://monitor\\_incendios.cnf.gob.mx/incendios\\_tarjeta\\_semanal](https://monitor_incendios.cnf.gob.mx/incendios_tarjeta_semanal)

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (s. f.b). *Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal (SNIGF)*. Gobierno de México. Recuperado el 10 de abril de 2026. <https://old-snigf.cnf.gob.mx/zonificacion-forestal/>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2006). *Capital natural y bienestar social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. [http://www.conabio.gob.mx/2ep/images/3/37/capital\\_natural\\_2EP.pdf](http://www.conabio.gob.mx/2ep/images/3/37/capital_natural_2EP.pdf)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy–Programa México, & Pronatura. (2007). *Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad*. CONABIO.

<https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/SitiosPrioritariosMarinos.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2008). *Capital Natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2016). *Regiones fisiográficas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.conabio.gob.mx>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2018). *Índice de degradación ecológica (IDE), escala: 1:250000. Edición: 1*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. [http://geoportal.conabio.gob.mx/#!m=mixto@f=punto\(-93.44138694089537,18.384563291052423\).buffer\(2500\)@l=imr854569gw,idegw:1](http://geoportal.conabio.gob.mx/#!m=mixto@f=punto(-93.44138694089537,18.384563291052423).buffer(2500)@l=imr854569gw,idegw:1)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) & Gobierno del Estado de Tabasco. (2019). *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. México: CONABIO.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2019). *Índice de estabilidad climática 2015–2039, escenario RCP 8.5 (escala 1:250 000)* [Conjunto de datos cartográficos]. CONABIO. Ciudad de México, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2021). *Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad acuática epicontinental*.

Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion/sitiosp-acuatica-epicontinental>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2021). *Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina*. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion/sitiosp-marina>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2021). *Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre*. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion/sitiosp-terrestre>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2021). *Potencial de extinción de especies* [Mapa y ficha de metadatos]. Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/extinciontgw.html>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2023a). *Conectividad de áreas naturales 2021 (escala 1:250 000)* [Mapa]. Ciudad de México, México: CONABIO.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2023b). *AICA (escala 1:250 000)* [Mapa]. CONABIO. Ciudad de México, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2025). *EncicloVida*. Recuperado de <https://enciclovida.mx/>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2025). *Extensión y distribución de manglares. Sistema de Monitoreo de los Manglares de México*. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/smmm/extensionDist>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2025). *Sitios prioritarios de Manglar en Tabasco*. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/manglar/TAB/sitipri/index.html>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2025). *Sistema Nacional de Información para la Restauración Ambiental (SNIRA)*. Recuperado de <https://snira.conabio.gob.mx/./publico/proyecto/412>.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2026). *Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad*. Consultado el 9 de marzo de 2026 en <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/geoportal>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s.f.a). *Cabecera del Río Tonalá (RHP 083)*. Recuperado el 31 de marzo de 2026 de [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_083.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_083.html)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s. f. b). *Regiones hidrológicas prioritarias. Biodiversidad Mexicana*. <https://biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-hidrologicas-prioritarias-de-mexico>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s. f. c). *Regiones marinas prioritarias de México. Biodiversidad Mexicana*. <https://biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-marinas-prioritarias-de-mexico>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s. f. d). *Regiones terrestres prioritarias de México. Biodiversidad Mexicana*. <https://biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-terrestres-prioritarias-de-mexico>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s.f.e). *Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México*. Ciudad de México: CONABIO. Recuperado de <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15567.pdf>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020). *Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA)*. Gobierno de México. Recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/sistema-de-informacion-geografica-de-acuiferos-y-cuencas-sigacua-55161>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2022). *Atlas del Agua en México 2022*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México: CONAGUA. Recuperado de <https://app.conagua.gob.mx/atlas>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2024). *Estadísticas del agua en México 2023*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2025/07/EAM2023\\_Conagua.pdf](https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2025/07/EAM2023_Conagua.pdf)

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2025a). *Ley Federal de Derechos 2025*. Gobierno de México. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1003782/Ley\\_Federal\\_de\\_Derechos\\_2025.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1003782/Ley_Federal_de_Derechos_2025.pdf)

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2025b). *Indicadores de calidad del agua de la CONAGUA*. Recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/articulos/indicadores-de-calidad-del-agua>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2025c). *Resultados de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA)*. Comisión Nacional del Agua.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2024). *Plataforma de Información Climática*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/plataforma-de-informacion-climatica>

Contreras, F. (1985). *Las lagunas costeras mexicanas*. Distrito Federal, México: Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca.

Cottam, G., & Curtis, J. T. (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3), 451–460. <https://doi.org/10.2307/1930167>

Cowardin, L. M., Carter, V., Golet, F. C., & LaRoe, E. T. (1979). *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.

Craft, C., Vymazal, J., & Kröpfelová, L. (2018). Carbon sequestration and nutrient accumulation in floodplain and depression wetlands. *Ecological Engineering*, 114, 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.06.034>

Cruz-Ramírez, A. K., Salcedo, M. Á., Sánchez, A. J., Macías, E. B., & Palacios, J. D. M. (2019). Relationship among physicochemical conditions, chlorophyll-a concentration, and water level in a tropical river–floodplain system. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(7), 3869–3876. <https://doi.org/10.1007/s13762-018-2127-7>

Cruz-Ramírez, A. K., Salcedo, M. Á., Sánchez, A. J., Mendoza Palacios, J. D., Barba Macías, E., Álvarez-Pliego, N., & Florido, R. (2020). Intra-annual variation of chlorophyll-a and nutrients in a hydraulically perturbed river-floodplain system in the Grijalva River

basin. *Hidrobiológica*, 29(3), 163–170.  
<https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v29n3/cruz>

Cuervo-Robayo, A. P. (2014). *Fortalecimiento de los análisis de cambio climático en la aplicación de los modelos de distribución potencial*. Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, México. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/59207>

Data Stream. (2026). *Physical & Chemical Characteristics, Turbidity*. Recuperado de <https://datastream.org/en-ca/guidebook/turbidity>

Day, J. W., Crump, B. C., Kemp, W. M., & Yáñez-Arancibia, A. (2012). *Estuarine Ecology* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Diario Oficial de la Federación. (2011). Camarón blanco del Pacífico. En *Carta Nacional Acuícola* (pp. 46–49). México D. F.: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/Carta%20Nacional%20Acuicola/SAGARPA%20-%20CNA%20\(31.enero.11\).pdf](http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/Carta%20Nacional%20Acuicola/SAGARPA%20-%20CNA%20(31.enero.11).pdf)

De la Lanza-Espino, G. (2004). Gran escenario de la zona costera y oceánica de México. *Ciencias*, 76, 4–13.

De la Lanza-Espino, G., Ruiz, A., Fuentes, P., Camacho, V., Blanco, M., Zamorano, P., López Pérez, R. A., Robles, E., Ortiz, M. A., Penié, I., & Arroyo, R. (2019). Propuesta metodológica para la valoración económica en sistemas costeros de México. En Botello, A. V., Villanueva, S., & Gutiérrez, J. (Coords.), *Costas y Mares Mexicanos: Contaminación, Impactos, Vulnerabilidad y Cambio Climático* (pp. 609–624). UNAM/UAC. ISBN: 978-607-30-2331-3. <https://doi.org/10.26359/epomex.0419>

Doddoli, C. (2025). Laguna de Bacalar: Una historia bacteriana congelada en el tiempo. *Ciencia UNAM*. Recuperado de <https://ciencia.unam.mx/leer/1559/laguna-de-bacalar-una-historia-bacteriana-congelada-en-el-tiempo>

Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarsa, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4, 293–297.

Durán-Rodríguez, O. Y., Moncayo-Estrada, R., Torres-Olvera, M. J., Pineda-López, R. F., & Ramírez-Herrejón, J. P. (2024). Invasion stage of the exotic snail *Melanooides*

*tuberculata* related to environmental and biological factors in a subtropical river drainage. *Journal of Freshwater Ecology*, 39(1). <https://doi.org/10.1080/02705060.2024.2403368>

Equihua, M., Pérez-Maqueo, O., Equihua, J., Maeda, P., Schmidt, M., Kolb, M., Garcia-Alaniz, N., Munguía-Carrara, M., Villela, S., López, O., Robredo, E., & Martínez, S. (2021). *Índice de Integridad Ecosistémica 2018 a 250 m, escala: 1:250000*. Instituto de Ecología, A.C. y CONABIO. Proyecto Integralidad GAMMA (iGamma), financiado por CONACYT. Ciudad de México, México. Recuperado de [http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/ie2018\\_250mgw.html](http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/ie2018_250mgw.html)

Esqueda-Lara, K., Carnero-Bravo, V., Varona-Cordero, F., Rincones-Reyes, K. M., Ahuja-Jiménez, Y., García-Valdéz, C. G., & Sánchez, A. J. (2021). Fitoplancton en el sistema lagunar tropical Carmen Pajonal Machona, Tabasco. *Hidrobiológica*, 31. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2021v31n1/Esqueda>

Estado Libre y Soberano de Tabasco. (2012, 22 de diciembre). *Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco* (última reforma publicada el 11 de diciembre de 2020). *Periódico Oficial del Estado de Tabasco*. <https://tabasco.gob.mx/leyes/estatales/ley/pdf/431>

Estados Unidos Mexicanos, Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos. (2012). *Ley General de Cambio Climático*. *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>

Fernández-Eguiarte, A., Zavala-Hidalgo, J., Romero-Centeno, R., Conde-Álvarez, A. C., & Trejo-Vázquez, I. (2015). Cambios en la distribución de las zonas de vida de Holdridge y su relación con la estabilidad climática en México. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Ed.), *Atlas de vulnerabilidad al cambio climático en México*. CONABIO. [https://www.biodiversidad.gob.mx/cambio\\_climatico/atlas\\_vulnerabilidad](https://www.biodiversidad.gob.mx/cambio_climatico/atlas_vulnerabilidad)

Flores-Santiago, A. (1987). La modernización de la agricultura en el trópico húmedo mexicano: veinte años de experiencia en la Chontalpa, Tabasco. *Revista de Geografía Agrícola*, 13–14(2), 105–114. [http://www.chapingo.mx/revistas/geografia/contenido.php?id\\_articulo=1735?id\\_revistas=4?id\\_revista\\_numero=174](http://www.chapingo.mx/revistas/geografia/contenido.php?id_articulo=1735?id_revistas=4?id_revista_numero=174)

Florido, R., Álvarez-Pliego, N., Sánchez, A. J., Macossay-Cortez, A., Salcedo, M. A., & Cruz-Ramírez, A. K. (en prensa). Checklist of the ichthyofauna distributed in the depositional zone of the Tonalá, Mezcalapa, Grijalva and Usumacinta fluvial systems. En Pérez-Morales, A. (Ed.), *Topics of freshwater and coastal research in Mexico*. México: Editorial EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche.

Gama Campillo, L. M., Díaz López, H. M., Collado Torres, R. A., Macías Valadés, M. E., Mata Zayas, E. E., & Figueroa Mah Eng, J. M. (2023). Implicaciones de la potencial elevación del nivel del mar para la población costera de Tabasco, México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 38(1), enero–abril. Recuperado de <https://estudiosdemograficosyurbanos.colmex.mx/index.php/edu/enprensa>

García, E. – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1998). *Climas* (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1,000,000. México: CONABIO. Recuperado de [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/clima/climas/clima1mgw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/climas/clima1mgw)

García-Cubas, A. (1982). *Moluscos de un sistema lagunar tropical en el sur del Golfo de México (Laguna de Términos, Campeche) = Mollusks of a tropical lagoon system in the southern Gulf of Mexico (Laguna de Términos, Campeche)* (1.<sup>a</sup> ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.

Giomi, F., Barausse, A., Steckbauer, A., Daffonchio, D., Duarte, C. M., & Fusi, M. (2023). Oxygen dynamics in marine productive ecosystems at ecologically relevant scales. *Nature Geoscience*, 16, 560–566. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01234-5>

Gobierno del Estado de Tabasco. (2012). *Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Tabasco (PEACC)*. Instituto Nacional de Ecología – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE-SEMARNAT). Repositorio FIDESUR. <https://sursureste.org.mx/planeacion-cuencas/programa-estatal-de-accion-ante-el-cambio-climatico-peacc-del-estado-de-tabasco/>

Gobierno del Estado de Tabasco. (2023). *ANP | Listado de Áreas Naturales Protegidas*. Portal Tabasco. Recuperado de <https://tabasco.gob.mx/anp-listado-de-anp>

Gobierno del Estado de Tabasco. (2024). *Información estadística y geográfica del estado de Tabasco para México en cifras (IEGEMC 2024)*. <https://tabasco.gob.mx/informacion-estadistica-y-geografica-del-estado-de-tabasco-para-mexico-en-cifras-iegemc-2024>

Gobierno del Estado de Tabasco, Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático. (2024). *Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Tabasco (POERET)* [Programa]. <https://tabasco.gob.mx/bitacora-programa-de-ordenamiento-ecologico-regional-del-estado-de-tabasco>

Gobierno de Tabasco. (2025). *Comalcalco*. Recuperado de <https://tabasco.gob.mx/comalcalco>

Gobierno del Estado de Tabasco. (2025). *Plan Estatal de Desarrollo 2024–2030*. Congreso del Estado de Tabasco. <https://congresotabasco.gob.mx/wp-content/uploads/2025/01/PLAN-ESTATAL-DE-DESARROLLO-2024-2030.pdf>

Gobierno del Estado de Tabasco. (2025, enero 28). SEMADES trabaja para lograr que Cinco Lagunas en Comalcalco sea declarada área natural protegida. *Portal Tabasco*. <https://tabasco.gob.mx/comunicados/semades-trabaja-para-lograr-que-cinco-lagunas-en-comalcalco-sea-declarada-area-natural>

Gómez-Angulo, H. (1978). Distribución de salinidades del Sistema Lagunar Costero del Carmen-Pajonal-Machona de Tabasco, México. *Ciencias Marinas*, 5(2), 87–95. <https://doi.org/10.7773/cm.v5i2.320>

Graf, P. (2022). Evaluación multiperspectiva de las palmas de *Sabal* y otras plantas posiblemente utilizadas como material para techos por los antiguos mayas en las tierras bajas centrales. *Estudios de Cultura Maya*, 59, e872. <https://doi.org/10.19130/iifl.ecm.59.22x872>

Gutiérrez-Estrada, M., & Galaviz-Solis, A. (1983). Morfología y sedimentos recientes de las lagunas El Carmen, Pajonal y La Machona, Tabasco, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 10, 249–270.

Heller, N. E., & Zavaleta, E. S. (2009). Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation*, 142(1), 14–32. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.006>

Hernández Guzmán, K. M., Escalante Pliego, B. P., & González Rebeles Islas, C. (2023). Tráfico ilegal de psitácidos en México. *Revista Ciencia*, 74(1), 45–56.

Hernández-Melchor, G. I., Ruíz Rosado, O., Sol Sánchez, Á., & otros. (2016). *Cambios de uso del suelo en manglares de la costa de Tabasco*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(SPE14), 2757–2767.

Hernández-Santana, J. R., Ortiz-Pérez, M. A., Méndez-Linares, A. P., & Gama-Campillo, L. (2008). Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. *Investigaciones Geográficas*, 65, 7–21. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rig/article/view/17971>

Hernández-Trejo, H., Jesús-García, M. C., Anacleto Rosas, A. D., & Rivera-Monroy, V. H. (2019). Los manglares. En *La Biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado* (Vol. II, pp. 123–132). México: CONABIO.

H. Ayuntamiento de Comalcalco. (2022). *Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Comalcalco, Tabasco (PMOTDU)*. Dirección de Obras, Ordenamiento Territorial y Servicios Municipales. Gobierno del Estado de Tabasco.

Herrera-Silveira, J. A., Camacho-Rico, A., Pech, E., Pech, M., Ramírez-Ramírez, J., & Teutli-Hernández, C. (2016). Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 61–72.

Herrera-Silveira, J. (2019). Carbono azul: contexto global y regional. *Primera Jornada de Agua, Mares y Océanos*. Senado de la República, México. Biblioteca Digital del Instituto Belisario Domínguez. Recuperado de <https://bibliodigitalibd.senado.gob.mx>

Hidalgo-Mihart, M. G., Contreras-Moreno, F. M., De la Cruz, A. J., Jiménez-Domínguez, D., Juárez-López, R., Oporto-Peregrino, S., & Ávila-Flores, R. (2016). Mamíferos del estado de Tabasco. En M. Briones-Salas, Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas, & J. E. Sosa-Escalante (Eds.), *Riqueza y conservación de los mamíferos en México a nivel estatal* (pp. 441–472). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; Asociación Mexicana de Mastozoología A. C.; Universidad de Guanajuato.

Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducido al español por Jiménez-Saa, H., como *Ecología basada en zonas de vida* [1ª ed.]. IICA-CIRA, San José, 1978).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2001). *Subprovincias fisiográficas de México*. México: INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos 2010: Comalcalco, Tabasco* [e-book]. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013). *Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, serie V (capa unión), Escala 1:250000*. México: INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014a). *Guía para la interpretación de cartografía: Edafología: Escala 1:250 000, Serie III*. México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014b). *Conjunto de datos vectoriales de Provincias Fisiográficas de México*. México: INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014c). *Conjunto de datos vectoriales de carreteras y vialidades urbanas (escala 1:250 000)* [Conjunto de datos]. Dirección General de Geografía, INEGI. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). *Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, serie VI (conjunto nacional, escala 1:250 000)* [Conjunto de datos]. Dirección General de Geografía, INEGI. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020: Religión. Resultados por municipio*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2020. Sistemas de consulta. Datos Abiertos. Tabasco. <https://www.inegi.org.mx/datosabiertos/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). *Producción del Índice de Clasificaciones de Agua Superficial desde el Espacio. ICASE. Landsat. Documento Metodológico*. México: INEGI. Recuperado de [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/889463903642.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463903642.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). *Guía para la interpretación de cartografía. Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000 Serie VII*. México: INEGI. Recuperado de

[https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/889463902836.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463902836.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). *Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada NDVI. Landsat, 1984–2021*. México: INEGI. Recuperado de [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/889463908272.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463908272.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). *Aspectos geográficos de Tabasco: compendio 2022*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463913337>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Eds.). Institute for Global Environmental Strategies (IGES).

Jayasankar, V., Jasmani, S., Nomura, T., Nohara, S., Huong, D. T. T., & Wilder, M. N. (2009). Low salinity rearing of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*: Acclimation, survival and growth of postlarvae and juveniles. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 43(4), 345–350. <https://doi.org/10.6090/jarq.43.345>

Jeppesen, E., Brucet, S., Naselli-Flores, L., Papastergiadou, E., Stefanidis, K., Nöges, T., et al. (2015). Ecological impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in water level and related changes in salinity. *Hydrobiologia*, 750, 201–227. <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2169-x>

Juárez-Flores, J., Barba Macías, E., & Trinidad Ocaña, C. (2025). Distribución y abundancia de especies invasoras acuáticas en tres cuencas del sureste mexicano (macroinvertebrados y peces). *Hidrobiológica*, 35(3), 265–275. <https://doi.org/10.24275/AOKB6991>

Kauffman, J. B., Heider, C., Norfolk, J., & Payton, F. (2014). Carbon stocks of intact mangroves and carbon emissions arising from their conversion in the Dominican Republic. *Ecological Applications*, 24(3), 518–527. <https://doi.org/10.1890/13-0640.1>

Kauffman, J. B., Hernández-Trejo, H., Jesús-García, M. C., Heider, C., & Contreras, W. (2016). Carbon stocks of mangroves and losses arising from the conversion to cattle pastures in the Pantanos de Centla, Mexico. *Wetland Ecology and Management*, 24, 203–216.

Kauffman, J. B., Adame, M. A., Arifanti, V. D., Schile-Beers, L. M., Bernardino, A. F., Bhomia, R. K., Donato, D. C., Ferreira, T. O., Jesús-García, M. del C., MacKenzie, R. A., Megonigal, J. P., Murdiyarso, D., & Hernández-Trejo, H. (2020). Total ecosystem carbon stocks of mangroves across broad global environmental and physical gradients. *Ecological Monographs*, 90(2), e01405. <https://doi.org/10.1002/ecm.1405>

Kinsela, M. A., Linklater, M., Ingleton, T. C., Doyle, T. B., & Hanslow, D. J. (2026). Sediment bedforms and dynamics on the Southeast Australian shoreface-inner continental shelf. En Coelho, C., Hallin, C., Sancho, F., & Silva, P. A. (Eds.), *Coastal Dynamics 2025* (Vol. 42, pp. 1234–1250). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-032-15477-4\\_88](https://doi.org/10.1007/978-3-032-15477-4_88)

Kolb, M., & Galicia, L. (2012). Challenging the linear forestation narrative in the Neo-tropic: Regional patterns and processes of deforestation and regeneration in southern Mexico. *The Geographical Journal*, 178(2), 147–161. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2011.00431.x>

Koleff, P., Tambutti, M., March, I. J., Esquivel, R., Cantú, C., & Lira-Noriega, A. (2009). Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México. En *Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio* (pp. 651–718). CONABIO. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/281078061>

Koleff, P., Urquiza-Haas, T., Urquiza-Haas, E., & Ruiz González, S. P. (2016). Necesidades y prioridades de conocimiento científico para fortalecer la toma de decisiones. En *Capital natural de México, Vol. IV: Capacidades humanas e institucionales* (pp. 305–370). CONABIO.

Lara-Mendoza, R. E. (2023). Infografía del cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) del Golfo de México. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/374811918\\_Infografia\\_del\\_cangrejo\\_azul\\_Cardisoma\\_guanhumi\\_del\\_Golfo\\_de\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/374811918_Infografia_del_cangrejo_azul_Cardisoma_guanhumi_del_Golfo_de_Mexico)

Lefcheck, J. S., Hughes, B. B., Johnson, A. J., Pfirmann, B. W., Rasher, D. B., Smyth, A. R., Williams, B. L., Beck, M. W., & Orth, R. J. (2019). Are coastal habitats important nurseries? A meta-analysis. *Conservation Letters*. <https://doi.org/10.1111/conl.12645>

Ley Federal de Derechos. (2025). *Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes para el ejercicio fiscal 2025*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua. Ciudad de México.

Lirman, D., & Cropper, W. P. (2003). The influence of salinity on seagrass growth, survivorship, and distribution within Biscayne Bay, Florida: Field, experimental, and modeling studies. *Estuaries*, 26, 131–141.

Lopera-Congote, L., Salgado, J., Vélez, M. I., Link, A., & González-Arango, C. (2020). River connectivity and climate behind the long-term evolution of tropical American floodplain lakes. *Ecology and Evolution*, 2020, 1–19. <https://doi.org/10.1002/ece3.7674>

López-Castañeda, A., Zavala-Cruz, J., Palma-López, D. J., Bautista-Zúñiga, F., & Rincón-Ramírez, J. A. (2022). Formas del terreno a escala detallada en planicies aluviales y lomeríos de llanura costera tropical utilizando el enfoque geopedológico (Huimanguillo, Tabasco). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 74(2), 1–22. <https://doi.org/10.18268/bsgm2022v74n2a100122>

McGuire, J. L., Lawler, J. J., McRae, B. H., Nuñez, T. A., & Theobald, D. M. (2016). Achieving climate connectivity in a fragmented landscape. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113, 7195–7200. <https://doi.org/10.1073/pnas.1602817113>

McLeod, E., Chmura, G. L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C. M., Lovelock, C. E., Schlesinger, W. H., & 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. <https://doi.org/10.1890/110004>

Medellín, G., Mariño-Tapia, I., Pedrozo-Acuña, A., Enriquez, C., Medellín, G., & González-Villareal, F. J. (2013). Influencia de la marea en la hidrodinámica del sistema Mecoacán-río González, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 4(2), 71–90.

Mendoza-Carranza, M., Arévalo-Frías, W., Espinoza-Tenorio, A., Hernández-Lazo, C. C., Álvarez-Merino, A., & Rodiles-Hernández, R. (2018). La importancia y diversidad de los recursos pesqueros del río Usumacinta, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(Supl. dic), 131–146. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2182>

Mitsch, W. J., Bernal, B., Nahlik, A. M., Mander, Ü., Zhang, L., Anderson, C. J., & Brix, H. (2013). Wetlands, carbon, and climate change. *Landscape Ecology*, 28(4), 583–597. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9758-8>

Mora-Olivo, A., Villaseñor, J. L., & Martínez, M. (2013). Las plantas vasculares acuáticas estrictas y su conservación en México. *Acta Botánica Mexicana*, (103), 67–90. <https://doi.org/10.21829/abm103.2013.336>

Moreno-Cáliz, E., Guerrero-Peña, A., Gutiérrez-Castorena, M. C., & Ortiz Solorio, C. A., Palma-López, D. J. (2002). Los manglares de Tabasco, una reserva natural de carbono. *Madera y Bosques*, Número especial, 115–128.

Moreno-Cáliz, E., Zavala-Cruz, J., Martínez-González, R., & Vázquez-Lule, A. D. (2009). Caracterización del sitio de manglar Lagunas de Mecoacán – Julivá – Santa Anita. En En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. México, D.F.: CONABIO.

Núñez, T. A., Lawler, J. J., McRae, B. H., Pierce, D. J., Krosby, M. B., Kavanagh, D. M., Singleton, P. H., & Tewksbury, J. J. (2013). Connectivity planning to address climate change. *Conservation Biology*, 27, 407–416. <https://doi.org/10.1111/cobi.12014>

Ortiz-Pérez, M. A., Hernández-Santana, J. R., Figueroa Mah Eng, J. M., & Gama Campillo, L. (2010). Tasas del avance transgresivo y regresivo en el frente deltaico tabasqueño: en el periodo comprendido del año 1995 al 2008. En Botello, A. V., Villanueva-Fragoso, S., Gutiérrez, J., & Rojas Galaviz, J. L. (Eds.), *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático* (pp. 305–324). Semarnat-INE, UNAM-ICMYL, Universidad Autónoma de Campeche.

Ortiz Pérez, M., & Gama Campillo, L. (2019). Dinámica e inestabilidad de la zona costera. En *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado* (Vol. I, pp. 83–87). México: CONABIO. Recuperado de [https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Tabasco/TAB\\_EE\\_2019\\_vol%201\\_CL\\_OSE.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Tabasco/TAB_EE_2019_vol%201_CL_OSE.pdf)

Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., & López-Castañeda, A. (2017). Caracterización de humedales en la planicie costera de Tabasco. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(3), 567–582.

Palomeque de la Cruz, M. A., Galindo, A., Sánchez, A. J., & Escalona, M. J. (2017). Pérdida de humedales y vegetación por urbanización en la cuenca del río Grijalva, México. *Investigaciones Geográficas*, 68, 151–172. Recuperado de <http://www.investigacionesgeograficas.com/index>

Pascual-Hortal, L., & Saura, S. (2006). Integrating landscape connectivity in broad-scale forest planning through a new graph-based habitat availability methodology: Application to capercaillie (*Tetrao urogallus*) in Catalonia (NE Spain). *European Journal of Forest Research*, 127, 23–31. <https://doi.org/10.1007/s10342-006-0165-z>

Perevochtchikova, M., & Lezama, T. J. L. (2010). Causas de un desastre: Inundaciones del 2007 en Tabasco, México. *Journal of Latin American Geography*, 9(2), 73–98. <https://doi.org/10.1353/lag.2010.0010>

Pérez-De la Cruz, M., & Cruz-Pérez, A. (2019). Insectos. En *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado* (Vol. II, pp. 255–260). México: CONABIO.

Pinkus-Rendón, M. J., & Contreras-Sánchez, A. (2012). Impacto socioambiental de la industria petrolera en Tabasco: El caso de la Chontalpa. *LiminaR*, 10(2), 122–144. Recuperado de <http://liminar.cesmeca.mx/index.php/r1/article/view/99/86>

Presidencia de la República. (2006). *Decreto por el que se declara de interés público al Turismo Comunitario*. Diario Oficial de la Federación, Edición Matutina, Sección Única, 23 de marzo de 2006. Recuperado de <https://sidof.segob.gob.mx/notas/5782936>

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Comalcalco. (2022). *Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Comalcalco, Tabasco*. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), Secretaría de Ordenamiento Territorial y Obras Públicas (SOTOP). Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1v6suMCKmhOKJRzikcdwjJNkPQJyC9FC1/view>

Pueblos de América. (s.f.). *Comalcalco, Tabasco*. Recuperado de <https://mexico.pueblosamerica.com/tabasco/comalcalco/>

Quintana, Y. (2024). Fish fauna of the Río San Pedro and Río La Pasión, Usumacinta River Basin, Guatemala. *Biota Neotropica*. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2023-1481>

Navarro, J. M., & Toledo, H. (2004). Transformación de la cuenca del río Grijalva. *Revista Noticias AMIP*, 4(16), 11–22.

Núñez Gómez, J. C., Ramos-Reyes, R., Barba Macías, E., Espinosa Tenorio, A., & Gama-Campillo, L. M. (2016). Índice de vulnerabilidad costera del litoral Tabasqueño, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 91, 70–85.

Parra-Olea, G., Flores-Villela, O., & Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(Supl. ene), S460–S466. <https://doi.org/10.7550/rmb.32027>

Ramírez-Ponce, A., & Vega-Badillo, V. (2021). La bioluminiscencia y su aplicación en la ciencia. INECOL. Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. Recuperado de <https://www.inecol.mx/index.php/divulgacion/ciencia-hoy/la-bioluminiscencia-y-su-aplicacion-en-la-ciencia>

Ramos-Miranda, J. L., Quiniou, D., Flores-Hernández, T., Do Chi, T., Ayala Pérez, L., & Sosa-Lopez, A. (2005b). Spatial and temporal changes in the nekton of the Terminos Lagoon, Campeche, Mexico. *Journal of Fish Biology*, 66, 513–530. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00624.x>

Ramos-Palma, J. L. (2006). *Variación temporal de la comunidad de peces del sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, después de la apertura de la Boca de Panteones, Tabasco, México* (Tesis de maestría en Ciencias Ambientales). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Ramos-Reyes, R., & Palomeque-de la Cruz, M. A. (2017). Modelación del cambio de uso del suelo en Comalcalco, Tabasco, México. *Revista de Urbanismo*, 37, 1–17. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2017.47986>

Ramos-Reyes, R., & Palomeque-de la Cruz, M. A. (2023). Cambio de uso del suelo y escenarios prospectivos en el Estado de Tabasco (México). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 43(1), 185–209. <https://doi.org/10.5209/aguc.85944>

Ramos-Reyes, R., Sánchez-Hernández, R., & Gama-Campillo, L. M. (2016). Análisis de cambios de uso del suelo en el municipio costero de Comalcalco, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(8), 151–160. <https://doi.org/10.19136/era.a3n8.746>

Raz-Guzmán, A., & Sánchez, A. J. (1992). Registros adicionales de cangrejos braquiuros (Crustacea: Brachyura) del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 63(2), 273–277.

Raz-Guzmán, A., Sánchez, A. J., Soto, L. A., & Álvarez, F. (1986). Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros de Laguna de Términos, Campeche (Crustacea: Brachyura, Anomura). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 57(2), 343–383.

Raz-Guzmán, A., & Sánchez, A. J. (1998). Catálogo con sinonimias y notas sobre el hábitat de los cangrejos ermitaños estuarinos del suroeste del Golfo de México. *Universidad y Ciencia*, 14(26), 17–32.

Reynolds, R. G., Niemiller, M. L., & Revell, L. J. (2014). Toward a tree-of-life for the boas and pythons: Multilocus species-level phylogeny with unprecedented taxon sampling. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 71, 201–213. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.11.011>

Riitters, K., & Robertson, G. (2021). The United States' implementation of the Montréal Process indicator of forest fragmentation. *Forests*, 12, 727. <https://doi.org/10.3390/f12060727>

Riitters, K., Wickham, J. D., O'Neill, R. V., Jones, K. B., Smith, E. R., Coulston, J. W., Wade, T. G., & Smith, J. H. (2002). Fragmentation of continental United States forests. *Ecosystems*, 5, 815–822. <https://doi.org/10.1007/s10021002-0209-2>

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., & Galindo-Leal, C. (2013). *Manglares de México: extensión, distribución y monitoreo* (1.ª ed., 128 pp.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2014/02/Manglares-de-M%C3%A9xico-Extensi%C3%B3n-distribuci%C3%B3n-y-monitoreo.pdf>

Rojas-Alfaro, R., Umaña-Castro, R., Rojas-Campos, N., & Vargas-Montero, M. (2020). Primer reporte de bacterias y dinoflagelados marinos luminiscentes del Parque Nacional

Isla del Coco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 68(Supl. 1), S1–S12.  
<https://doi.org/10.15517/rbt.v68iS1.41182>

Rosete-Vergés, F. A., Pérez, J. L., Villalobos, M., Navarro, E. N., Salinas, E., & Remond, R. (2014). El avance de la deforestación en México 1976–2007. *Madera y Bosques*, 20(1), 21–35. <https://doi.org/10.21829/myb.2014.201173>

Salcedo, M. A., Cruz-Ramírez, A. K., Sánchez, A. J., Florido, F., Ruiz-Carrera, V., & Morales-Cuetos, S. S. (2022). Water quality indicators in three surface hydraulic connection conditions in tropical floodplain lakes. *Water*, 14(23), 3931. <https://doi.org/10.3390/w14233931>

Sánchez, A. J., Raz-Guzmán, A., & Barba, E. (1996). Habitat value of seagrasses for decapods in tropical coastal lagoons of the southwestern Gulf of Mexico: An overview. En J. Kuo, R. C. Phillips, D. I. Walker, & H. Kirkman (Eds.), *Seagrass biology: Proceedings of an International Seagrass Workshop, Rottneest Island, Western Australia, 5–29 January* (pp. 33–240).

Sánchez, A. J., & Raz-Guzmán, A. (1997). Distribution patterns of tropical estuarine brachyuran crabs in the Gulf of Mexico. *Journal of Crustacean Biology*, 17(4), 609–620.

Sánchez, A. J., & Barba, E. (2005). Biodiversidad de Tabasco. En J. Bueno, F. Álvarez, & S. Santiago (Eds.), *Biodiversidad del Estado de Tabasco* (pp. 1–16). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) & Instituto de Biología, UNAM.

Sánchez, A. J., Florido, R., Salcedo, M. A., Ruiz-Carrera, V., Montalvo-Urgel, H., & Raz-Guzmán, A. (2012). Macrofaunistic diversity in *Vallisneria americana* Michx. in a tropical wetland, southern Gulf of Mexico (pp. 1–26). En A. Mahamane (Ed.), *Diversity of Ecosystems*. Zagreb, Croacia: InTech. ISBN: 978-953-51-0572-5.

Sánchez, A. J., Florido, R., Macossay-Cortez, A., Cruz-Ascencio, M., Montalvo-Urgel, H., & Garrido-Mora, A. (2012). Distribución de macroinvertebrados acuáticos y peces en cuatro hábitats en Pantanos de Centla, sur del Golfo de México (pp. 416–443). En A. J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara, & R. Brito (Eds.), *Recursos Acuáticos Costeros del Sureste, Volumen II*. Mérida: CONCYTEY. ISBN: 978-607-9060-08-4.

Sánchez, A. J., Salcedo, M. A., Florido, R., Mendoza, J. D., Ruiz-Carrera, V., & Álvarez-Pliego, N. (2015). Ciclos de inundación y conservación de servicios ambientales en la

cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta. *ContactoS*, 97, 5–14.  
<http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/index.php/es/>

Sánchez, A. J., Álvarez-Pliego, N., Espinosa-Pérez, H., Florido, F., Macossay-Cortez, A., Barba, E., Salcedo, M. A., & Garrido, A. (2019). Species richness of urban and rural fish assemblages in the Grijalva Basin floodplain, southern Gulf of Mexico. *Cybium*, 43(3), 239–254. <https://doi.org/10.26028/cybium/2019-433-005>

Sánchez, A. J., Florido, R., Hernández-Trejo, H., Álvarez-Pliego, N., Salcedo, M. A., & Barba, E. (2024). Ecological significance of the new record of *Vallisneria americana* Michx. for the conservation and sustainability in the Usumacinta Fluvial System. *Discover Sustainability*, 5, 488. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00748-8>

Sánchez-Munguía, A. (2005). *Uso del suelo agropecuario y deforestación en Tabasco 1950–2000*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Schipper, A., Bakkenes, M., Meijer, J., Alkemade, R., & Huijbregts, M. (2016). *The GLOBio model: A technical description of version 3.5*. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague.

Secretaría de Economía. (s.f.). *Comalcalco: Economía, empleo, equidad, calidad de vida, educación, salud y seguridad pública*. Data México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/comalcalco>

Secretaría de Marina [SEMAR]. (s. f.). *Estación mareográfica de Dos Bocas, Tabasco (BOCA1402)*. Servicio Mareográfico Nacional. [https://oceanografia.semar.gob.mx/Templates/grafnum\\_dosbocas.html](https://oceanografia.semar.gob.mx/Templates/grafnum_dosbocas.html)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2003). *Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar*. *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.dof.gob.mx>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). *Atlas geográfico del medio ambiente y recursos naturales*. México: SEMARNAT. ISBN: 978-607-7908-33-3.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (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 de la Federación, 30 de diciembre de 2010. Última modificación publicada el 14 de noviembre de 2019.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (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 de la Federación, 30 de diciembre de 2010.

Smith, C., Ochoa-Ochoa, L. M., & Velasco, J. A. (2025). Uso de indicadores bioclimáticos para analizar la presencia de desajustes climáticos en los ensamblajes locales de anfibios en América. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 8(1), 114–128. <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2025.1.902>

Soria-Barreto, M., González-Díaz, A. A., Castillo-Domínguez, A., & Álvarez-Pliego, N. (2018). Diversidad íctica en la cuenca del Usumacinta, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2462>

Sousa, W. P., Kennedy, P. G., & Mitchell, B. J. (2003). Propagule size and predispersal damage by insects affect establishment and early growth of mangrove seedlings. *Oecologia*, 135(4), 564–575. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1237-0>

Szpakowska, B., Świerk, D., Pajchrowska, M., & Gołdyn, R. (2021). Verifying the usefulness of macrophytes as an indicator of the status of small waterbodies. *Science of the Total Environment*, 798, 149279.

Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., & Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68(3), 571–573. <https://doi.org/10.2307/3544927>

Tobón, W., Urquiza-Haas, T., Ramos-Fernández, G., Calixto-Pérez, E., Alarcón, J., Kolb, M., & Koleff, P. (2012). *Prioridades para la conservación de los primates en México*. México: CONABIO, Asociación Mexicana de Primatología A.C., Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Toledo, A. A., Vázquez-Botello, A., & Herzig, M. (1987). *El pantano: una riqueza que se destruye* (Serie Medio Ambiente en Coatzacoalcos, Vol. 7). Centro de Ecodesarrollo. <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/4975/2/mac12pan.pdf>

Torres, J. R., Barba, E., & Sánchez, A. J. (2023). Tres años de producción de hojarasca del manglar y su relación con las condiciones ambientales en la Laguna Mecocacán, Golfo de México. *Ecosistemas*, 32(3), 2368. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2368>

Tunnell, J. W. (2017). Shellfish of the Gulf of Mexico. En C. Ward (Ed.), *Habitats and Biota of the Gulf of Mexico: Before the Deepwater Horizon Oil Spill*. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3447-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3447-8_8)

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2024). *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2024–1*. UICN. Recuperado de <https://www.iucnredlist.org>

Universidad de las Naciones Unidas. (2009). *Why should we care about diversity lost? Entrevista con el coordinador general de la CONABIO, Dr. José Sarukhán Kermez* [Video]. Vimeo. <https://vimeo.com/4763841>

Uribe-Martínez, A., Aguirre-Gómez, R., Zavala-Hidalgo, J., Ressler, R., & Cuevas, E. (2019). Unidades oceanográficas del Golfo de México y áreas adyacentes: La integración mensual de las características biofísicas superficiales. *Geofísica Internacional*, 58(4), 295–315. <https://doi.org/10.22201/igeof.00167169p.2019.58.4.2059>

Valdez-Leal, J. D. D., Pacheco-Figueroa, C. J., Méndez-López, E., Rangel-Ruiz, L. J., Moguel-Ordoñez, E. J., Arriga-Weiss, S. L., Mata-Zayas, E. E., Gama-Campillo, L. M., Gordillo-Chávez, E. J., García-Morales, R., & Luna-Ruiz, R. D. C. (2015). La comunidad de las aves en tres hábitats de la planicie de Tabasco, México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas; Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste.

Velázquez-Villegas, G. (1994). *Los recursos hidráulicos del Estado de Tabasco*. Ciudad de México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).

Verma, R. C., Waseem, M. A., Sharma, N., et al. (2023). The role of insects in ecosystems: An in-depth review of entomological research. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(10), 4340–4348. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i103110>

Wakida-Kusunoki, A. T., Amador-del Ángel, L. E., Carrillo-Alejandro, P., & Quiroga Brahm, C. (2011). Presence of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei* [Boone, 1931]) in the Southern Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions*, 6(Suppl. 1), S139–S142.

Widder, E. A. (2010). Bioluminescence in the ocean: Origins of biological, chemical, and ecological diversity. *Science*, 328(5979), 704–708.

Zavala-Hidalgo, J., Morey, S. L., & O'Brien, J. J. (2003). Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 108(C12), 3389. <https://doi.org/10.1029/2003JC001879>

Zavala-Cruz, J., Jiménez-Ramírez, R., Palma-López, D., Bautista-Zúñiga, F., & Gavi-Reyes, F. (2016). Paisajes geomorfológicos: Base para el levantamiento de suelos en Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3, 163–164.

Zou, J., Ziegler, A. D., Chen, D., McNicol, G., Ciais, P., Jiang, X., & Zeng, Z. (2022). Rewetting global wetlands effectively reduces major greenhouse gas emissions. *Nature Geoscience*, 15(7), 627–632. <https://doi.org/10.1038/s41561-022-00988-3>

Zou, W., Xu, H., Zhu, G., Zhu, M., Guo, C., Xiao, M., Zhang, Y., & Qin, B. (2023). Why do algal blooms intensify under reduced nitrogen and fluctuating phosphorus conditions: The underappreciated role of non-algal light attenuation. *Limnology and Oceanography*, 68(10), 2274–2287. <https://doi.org/10.1002/lno.12421>

## VI. ANEXOS

### Anexo I. Cuadro de construcción del polígono Cinco Lagunas

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN POLÍGONO CINCO LAGUNAS</b>				
No.	Distancia	Angulo	Este	Norte
1	0	250.221605	454240.96	2028516.85
2	1290.095013	247.970716	453351.38	2027582.51
3	1537.834823	288.989417	453103.85	2027592.65
4	1977.059405	335.275777	452746.86	2027848.53
5	2028.832719	7.06584804	452751.30	2027900.12
6	2066.800405	7.67064258	452757.37	2027937.59
7	2420.387523	44.8351974	452795.13	2028289.16
8	2593.766351	47.5221141	452967.41	2028308.66
9	2967.593117	329.083721	453041.96	2028674.98
10	3106.347279	326.317181	452909.03	2028714.77
11	3221.921038	327.026121	452921.05	2028829.72
12	3254.354021	283.724466	452890.22	2028839.78
13	3278.102705	317.537278	452866.79	2028843.65
14	3369.631838	352.176291	452859.94	2028934.92
15	3475.153709	344.498786	452839.16	2029038.38
16	3515.932095	346.844608	452825.45	2029076.78
17	4104.888822	62.6822433	452757.11	2029661.76
18	4501.495345	86.6507796	453051.72	2029396.24
19	5068.791085	42.3728971	453425.94	2029822.60
20	5854.372363	357.665052	453966.42	2030392.70
21	7296.241969	264.500099	452892.52	2031354.84
22	7617.628805	219.110978	452698.47	2031098.65

23	8645.129987	176.642307	452023.28	2030324.13
24	9505.454534	190.67062	452660.57	2029746.18
25	10117.58451	219.114835	452088.58	2029528.17
26	11627.62403	239.996638	451849.93	2028037.11
27	14360.41612	325.441004	449296.94	2029012.01
28	16600.98541	344.122948	449296.24	2031252.57
29	17452.45594	19.3315699	448848.36	2031976.73
30	19916.07134	33.0004737	451169.21	2032803.19
31	20604.48195	337.779631	451116.42	2033489.58
32	20840.52858	333.056112	450964.56	2033670.29
33	21201.83014	333.198172	450878.10	2034021.09
34	21326.89723	310.326638	450798.11	2034117.23
35	21562.47906	4.01005152	450594.94	2034236.49
36	21761.35921	69.6511854	450778.83	2034312.25
37	21858.53679	112.77312	450871.09	2034342.77
38	21870.47272	121.485123	450876.35	2034332.06
39	25668.82509	89.2998257	454674.25	2034390.53
40	26623.66588	133.289301	455629.05	2034399.17
41	31679.46005	142.250966	455885.11	2029349.86
42	31702.00572	162.289354	455906.62	2029343.12
43	31979.4051	239.762415	455739.01	2029122.08
44	32304.70375	256.127211	455416.61	2029078.78
45	32351.88008	222.321276	455372.30	2029062.57
46	32714.84639	233.316275	455279.96	2028711.55
47	32847.78862	312.589071	455147.09	2028715.94
48	32955.36149	342.321603	455134.51	2028822.78
49	33338.26937	290.942288	454950.97	2029158.83

50	33558.23874	190.863137	454743.58	2029085.50
51	33751.72184	146.192029	454889.16	2028958.05
52	33870.01517	179.249613	454927.31	2028846.08
53	33973.83843	202.937849	454896.41	2028746.96
54	34086.63715	216.421614	454842.49	2028647.89
55	34292.27077	245.012387	454698.91	2028500.68
56	34492.42046	271.295556	454499.32	2028485.82
57	34752.63326	250.221605	454240.96	2028516.85
<b>SUPERFICIE: 3,246.00 Ha</b>				



**Anexo II.** Listada filogenética de especies registradas en el polígono de Cinco Lagunas. **NOM-059 SEMARNAT 2010** Lista de especies en Riesgo. **IUCN** (<https://www.iucnredlist.org/>), Lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Categorías: **NOM-059:** P, En Peligro de Extinción; A, Amenazadas; Pr, Sujetas a protección especial. **IUCN:** EN, En Peligro; Vu, Vulnerable; NT, Casi Amenazado; LC, Preocupación Menor; DD, Datos Insuficientes; NE, No Evaluado. Superíndices en las especies: E, No nativa; N, Nativa; D, Documentada, R, Recolectada/Observada.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUCN
<b>HONGOS</b>						
Polyporales	Polyporaceae	<i>Lentinus berteroi</i> (L.) Fr. <sup>N, R</sup>	Sombbrero, oreja de tejón	Alimenticio	-	NE
Polyporales	Polyporaceae	<i>Lentinus crinitus</i> (L.) <sup>N, R</sup>	Sombbrero, oreja de tejón	Alimenticio	-	NE
Polyporales	Polyporaceae	<i>Trametes ochracea</i> (Pers.) Gilb. y Ryvarden <sup>N, R</sup>	Cola de pavo	Medicinales	-	NE
Auriculariales	Auriculariaceae	<i>Auricularia nigricans</i> (Fr.) Birkebak, Looney, & Sánchez-García <sup>N, R</sup>	Oreja de judas	Alimenticio	-	NE
<b>PLANTAS</b>						
Polypodiales	Blechnaceae	<i>Telmatoblechnum serrulatum</i> (Rich.) Perrie, D.J. Ohlsen & Brownsey <sup>N, R</sup>	Helecho de pantano	Medicinal	-	LC
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L. <sup>N, R</sup>	Guanábana	Alimenticio/Medicinal	-	LC
Alismatales	Cymodoceaceae	<i>Halodule wrightii</i> Asch. <sup>N, R</sup>	Pastos de los bajos	Provedor de hábitat	-	LC
Alismatales	Araceae	<i>Lemna minor</i> L. <sup>N, R</sup>	Lenteja de agua		-	LC
Asparagales	Orchidaceae	<i>Brassavola nodosa</i> (L.) Lindl. <sup>N, R</sup>	Dama de noche	Ornamental	-	LC
Asparagales	Orchidaceae	<i>Catasetum intergerrimum</i> Hook. <sup>N, R</sup>	Cola de pato	Ornamental	-	LC
Asparagales	Orchidaceae	<i>Eulophia maculata</i> (Lindl.) Rchb.f. <sup>E, R</sup>	Orquídea monja africana	Ornamental	-	NE
Arecales	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L. <sup>E, R</sup>	Coco	Alimenticio/Maderable	-	LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>PLANTAS</b>						
Arecales	Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i> Mart. <sup>N, R</sup>	Guano redondo	Ornamental	-	LC
Arecales	Arecaceae	<i>Roystonea dunlapiana</i> P.H. Allen <sup>N, R</sup>	Palma real mexicana	Construcción	-	LC
Poales	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb. <sup>N, R</sup>	Gallito	Artisanal/Ceremonial	-	LC
Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia balbisiana</i> Schult. & Schult.f. <sup>N, R</sup>	Piña de palo	Ornamental	-	LC
Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia bulbosa</i> Hook. <sup>N, R</sup>	Bromelia	Ornamental	-	LC
Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia dasyliroifolia</i> Baker <sup>N, R</sup>	Gallinita	Ornamental	-	LC
Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw. <sup>N, R</sup>	Gallito	Ornamental	-	LC
Poales	Bromeliaceae	<i>Vriesea recurvata</i> Gaudich. <sup>N, R</sup>	Clavel del aire	Ornamental	-	LC
Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud. <sup>N, R</sup>	Gallito	Ornamental	-	LC
Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia streptophylla</i> Scheidw. <sup>N, R</sup>	Bromelia	Ornamental	-	LC
Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L. <sup>N, R</sup>	Heno	Ornamental	-	LC
Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i> L. <sup>N, R</sup>	Coyolillo	Forraje	-	LC
Poales	Poaceae	<i>Leersia hexandra</i> Sw. <sup>N, R</sup>	Lamedor	Biorremediación	-	LC
Poales	Poaceae	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs <sup>E, R</sup>	Camalote	Forraje	-	LC
Poales	Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> (Pers.) Steud. <sup>N, R</sup>	Espadaño	Biorremediación	-	LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>PLANTAS</b>						
Ceratophyllales	Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum demersum</i> L. <sup>N, R</sup>	Mil hojas de agua	Ornamental	-	LC
Malpighiales	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L. <sup>N, R</sup>	Mangle rojo	Maderable	A	LC
Fabales	Fabaceae	<i>Cassia fistula</i> L. <sup>E, R</sup>	Lluvia de oro	Ornamental	-	LC
Fabales	Fabaceae	<i>Dalbergia brownei</i> (Jacq.) Schinz <sup>N, R</sup>	Muco	Desconocido	-	LC
Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth. <sup>N, R</sup>	Gusano	Combustible/Insecticida	-	LC
Fabales	Fabaceae	<i>Senna fruticosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby <sup>N, D</sup>	Palo liso o caña fistola	Medicinal / ornamental	-	LC
Fabales	Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L. <sup>E, R</sup>	Tamarindo	Alimenticio/Artesanal	-	LC
Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol. <sup>N, R</sup>	Guarumo	Medicinal	-	LC
Myrtales	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn. <sup>N, R</sup>	Mangle blanco	Maderable	A	LC
Sapindales	Meliaceae	<i>Melia azederach</i> L. <sup>E, R</sup>	Paraíso	Ornamental	-	LC
Sapindales	Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i> L. <sup>N, R</sup>	Bejuco de costilla	Medicinal	-	LC
Malvales	Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L. <sup>N, R</sup>	Achiote	Alimenticio	-	LC
Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn <sup>N, R</sup>	Ceiba	Ornamental/Ceremonial	-	LC
Malvales	Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L. <sup>N, D</sup>	Algodón mexicano	Textil / Medicinal	-	VU
Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. <sup>N, R</sup>	Guácimo	Medicinal/Alimenticio	-	LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>PLANTAS</b>						
Malvales	Malvaceae	<i>Hampea rovirosae</i> Standl. <sup>N, R</sup>	Majagua	Medicinal	-	LC
Malvales	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L. <sup>N, R</sup>	Capulín	Alimenticio	-	LC
Santalales	Loranthaceae	<i>Psittacanthus calyculatus</i> (DC.) G. Don <sup>N, R</sup>	Muérdago		-	LC
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Deamia testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Britton & Rose <sup>N, R</sup>	Pitayita	Ornamental/Alimenticio	-	LC
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Selenicereus pteranthus</i> (Link ex A.Dietr.) Britton & Rose <sup>N, R</sup>	Flor de noche	Ornamental/Medicinal	-	DD
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC. <sup>N, R</sup>	Macuilí	Ornamental/Maderable	-	LC
Lamiales	Verbenaceae	<i>Citharexylum hexangulare</i> Greenm. <sup>N, R</sup>	Palomillo	Ornamental	-	LC
Lamiales	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> L.(L.) <sup>N, R</sup>	Mangle negro	Maderable	A	LC
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw. <sup>N, R</sup>	Berenjenilla	Medicinal	-	LC
Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb. <sup>N, D</sup>	Campanita de playa, maravilla, bejuco	Ornamental	-	NE
Asterales	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L. <sup>N, R</sup>	Aceitilla	Medicinal	-	NE
Gentianales	Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i> L. <sup>E, R</sup>	Noni	Medicinal	-	LC
Nymphaeales	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC. <sup>N, R</sup>	Hoja de sol	Ceremonial, medicinal, ornamental	-	LC
<b>MOLUSCOS</b>						
Myida	Dreissenidae	<i>Mytilopsis leucophaeata</i> (Conrad) <sup>N, R</sup>	Mejillón	Alimenticio	-	NE

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>MOLUSCOS</b>						
Ostreida	Ostreidae	<i>Crassostrea virginica</i> (Gmelin) <sup>N, R</sup>	Ostión	Alimenticio	-	NE
Cycloneritida	Neritidae	<i>Vitta usnea</i> (Röding) <sup>N, R</sup>	Nerita oliva		-	NE
Cycloneritida	Neritidae	<i>Vitta virginea</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Nerita virginica		-	LC
Caenogastropoda	Thiaridae	<i>Melanooides tuberculata</i> (Müller) <sup>E, R</sup>	Caracol malasio		-	LC
Neogastropoda	Melongenidae	<i>Melongena melongena</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Caracol corona	Alimenticio	-	NE
<b>INSECTOS</b>						
Odonata	Libellulidae	<i>Erythemis</i> spp. <sup>N, R</sup>	Libélula de pantano	Indicador de calidad de agua	-	-
Orthoptera	Acrididae		Saltamontes/chapulines		-	-
Hemiptera	Cicadidae		Chicharra		-	-
Hymenoptera	Pompilidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus <sup>E, R</sup>	Abeja melífera europea	Producción de miel	-	DD
Hymenoptera	Apidae	<i>Mischocyttarus mexicanus</i> (de Saussure) <sup>N, R</sup>	Avispa de cintura larga mexicana		-	NE
Hymenoptera	Apidae	<i>Scaptotrigona mexicana</i> (Guérin-Meneville) <sup>N, R</sup>	Abeja congo		-	NE
Hymenoptera	Pompilidae	<i>Pepsis</i> spp. <sup>N, R</sup>	Avispa caza tarántulas		-	-
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Leptoconops torrens</i> (Townsend) <sup>N, R</sup>	Chaquiste		-	NE
Diptera	Chironomidae		Larva de mosquito	Indicador de calidad de agua	-	-

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>INSECTOS</b>						
Diptera	Culicidae	<i>Aedes fulvus</i> (Wiedemann) <sup>N, R</sup>	Mosquito		-	NE
Diptera	Culicidae	<i>Aedes aegypti</i> Linnaeus <sup>N, R</sup>	Mosquito de la fiebre amarilla	De relevancia médica	-	LC
Diptera	Culicidae	<i>Culex quinquefasciatus</i> Say <sup>N, R</sup>	Mosquito		-	NE
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Danaus</i> spp. <sup>N, R</sup>	Mariposa del algodoncillo	Polinizadores	-	-
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Heliconius</i> spp. <sup>N, R</sup>	Mariposas heliconas	Polinizadores	-	-
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Morpho helenor</i> Cramer <sup>N, R</sup>	Mariposa morfo azul	Ornamental/Comercial	-	NE
<b>ARÁCNIDOS</b>						
Opiliones	Cosmetidae	<i>Erginulus</i> spp. <sup>N, R</sup>	Arañas patonas	Polinizadores	-	-
Araneae	Araneidae	<i>Trichonephila clavipes</i> Linnaeus <sup>N, R</sup>	Araña de seda dorada	Controlador de insectos	-	NE
Araneae	Theraphosidae	<i>Tiitocatl vagans</i> (Ausserer) <sup>N, R</sup>	Tarántula de cadera roja	Controlador de insectos	-	NE
<b>CRUSTÁCEOS</b>						
Balanomorpha	Balanidae	<i>Amphibalanus venustus</i> (Darwin) <sup>N, R</sup>	Balano		-	NE
Balanomorpha	Balanidae	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin) <sup>N, R</sup>	Balano		-	NE
Balanomorpha	Balanidae	<i>Amphibalanus venustus</i> (Darwin) <sup>N, R</sup>	Balano		-	NE
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella azteca</i> Saussure <sup>N, R</sup>	Pulgas de mar		-	NE

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>CRUSTÁCEOS</b>						
Decapoda	Sesamidae	<i>Aratus pisonii</i> Milne Edwards <sup>N, R</sup>	Cangrejo de mangle		-	NE
Decapoda	Diogenidae	<i>Clibanarius vittatus</i> (Bosc) <sup>N, R</sup>	Cangrejo ermitaño		-	NE
Decapoda	Gecarcinidae	<i>Cardisoma guanhumi</i> Latreille <sup>N, R</sup>	cangrejo azul	Alimenticio	-	NE
Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium acanthurus</i> (Wiegmann) <sup>N, R</sup>	Camarón de río	Alimenticio	-	LC
Decapoda	Palaemonidae	<i>Palaemon mundusnovus</i> De Grave & Ashelby <sup>N, R</sup>	Camarón		-	NE
Decapoda	Palaemonidae	<i>Palaemon pugio</i> (Holthuis) <sup>N, R</sup>	Camarón hierba de daga	Alimenticio	-	NE
Decapoda	Panopeidae	<i>Panopeus herbstii</i> H. Milne-Edwards <sup>N, R</sup>	Cangrejo de lodo		-	NE
Decapoda	Portundiae	<i>Callinectes rathbunae</i> Contreras <sup>N, R</sup>	Jaiba prieta	Alimenticio / Cultivo	-	NE
Decapoda	Ocypodidae	<i>Uca</i> spp. <sup>N, R</sup>	Cangrejo violinista		-	-
Tanaidacea	Parapseudidae	<i>Discapseudes (Discapseudes) holthuisi</i> Bacescu & Gutu <sup>N, R</sup>			-	NE
Isopoda	Sphaeromatidae	<i>Sphaeroma terebrans</i> Spence Bate <sup>N, R</sup>	Cochinilla de la humedad		-	NE
<b>PECES</b>						
Elopiiformes	Elopidae	<i>Elops saurus</i> Linnaeus <sup>N, R</sup>	Machete		-	LC
Elopiiformes	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i> Valenciennes <sup>N, R</sup>	Sábalo	Importancia pesquera	-	VU

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>PECES</b>						
Clupeiformes	Dorosomatidae	<i>Dorosoma anale</i> Meek <sup>N, R</sup>	Arenga/sardina de Papaloapan		-	LC
Clupeiformes	Dorosomatidae	<i>Dorosoma petenense</i> (Günther) <sup>N, R</sup>	Arenga/sardina maya		-	LC
Siluriformes	Ariidae	<i>Cathorops aguadulce</i> (Meek) <sup>N, R</sup>	Bagre de agua dulce		-	LC
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Opsanus beta</i> (Goode & Bean) <sup>N, R</sup>	Pez sapo		-	LC
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch) <sup>N, R</sup>	Topen/naca/dormilón		-	LC
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Guavina guavina</i> (Valenciennes) <sup>N, R</sup>	Guabina		-	LC
Gobiiformes	Oxudercidae	<i>Ctenogobius claytonii</i> (Meek) <sup>N, R</sup>	Gobio mexicano		-	LC
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Evorthodus lyricus</i> (Girard) <sup>N, R</sup>	Tismiche		-	LC
Carangiformes	Centropomidae	<i>Centropomus mexicanus</i> Bocourt <sup>N, R</sup>	Robalo gordo	Importancia pesquera	-	LC
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Atherinella alvarezii</i> (Díaz-Pardo) <sup>N, R</sup>	Plateadito de Tacotalpa		-	LC
Beloniformes	Belonidae	<i>Strongylura marina</i> (Walbaum) <sup>N, R</sup>	Agujón del Atlántico		-	LC
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Belonesox belizanus</i> Kner <sup>N, R</sup>	Picudito		-	LC
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Gambusia sexradiata</i> Hubbs <sup>N, R</sup>	Guayacón del sureste		-	LC
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Gambusia yucatanana</i> Regan <sup>N, R</sup>	Guayacón yucateco		-	LC
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia kykesis</i> Poeser <sup>N, R</sup>	Topote lacandón	Ornato	-	LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>PECES</b>						
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia mexicana</i> Steindachner <sup>N, R</sup>	Topote del Atlántico		-	LC
Cichliformes	Cichlidae	<i>Mayaheros urophthalmus</i> (Günther) <sup>N, R</sup>	Castarrica	Importancia pesquera	-	LC
Cichliformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus) <sup>E, R</sup>	Tilapia	Importancia pesquera	-	LC
Cichliformes	Cichlidae	<i>Rocio octofasciata</i> (Regan) <sup>N, R</sup>	Ciclido de ocho bandas	Ornato	-	LC
Acanthuriformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker) <sup>N, R</sup>	Mojarra bandera		-	LC
<b>ANFIBIOS</b>						
Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i> (Cope) <sup>N, D</sup>	Ranita mísera		-	LC
Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i> (Duméril and Bibron) <sup>N, R</sup>	Rana arborícola mexicana		-	LC
Anura	Phyllomedusidae	<i>Agalychnis taylori</i> (Funkhouser) <sup>N, R</sup>	Rana arborícola de ojos rojos		-	LC
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i> (Brocchi) <sup>N, R</sup>	Rana de labios blancos		-	LC
Anura	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i> (Wiegmann) <sup>N, R</sup>	Sapo costero/ Sapo del golfo		-	LC
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i> (Wiegmann) <sup>N, R</sup>	Sapo gigante/Sapo de caña		-	LC
Anura	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i> (Sanders) <sup>N, R</sup>	Rana leopardo		Pr	NE
<b>REPTILES</b>						
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i> Duméril & Bibron <sup>N, D</sup>	Cocodrilo de pantano	Controlador biológico	Pr	LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>REPTILES</b>						
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> Gray <sup>N, R</sup>	Iguana o garrobo negro		A	LC
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i> Linnaeus <sup>N, R</sup>	Iguana verde	Alimenticio	Pr	LC
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i> Duméril & Bibron <sup>E, D</sup>	Geco		-	LC
Squamata	Boidae	<i>Boa imperator</i> Daudin <sup>N, R</sup>	Mazacuata	Controlador biológico	A	LC
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i> Wiegmann <sup>N, R</sup>	Lagartija Espinosa Vientre Rosado		-	LC
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis sagrei</i> Dumeril & Bibron <sup>E, R</sup>	Abaniquillo gris		-	LC
<b>AVES</b>						
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus) <sup>N, D</sup>	Pato Criollo/Real	Alimenticio	P	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Pijije ala blanca	Alimenticio	-	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna bicolor</i> (Vieillot) <sup>N, R</sup>	Pijije canelo		-	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Cerceta alas azules		-	LC
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i> (Wagle) <sup>N, R</sup>	Chachalaca oriental	Alimenticio	-	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i> (Gmelin) <sup>N, D</sup>	Cuculillo ventrisucio		-	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i> Swainson <sup>N, R</sup>	Pijuy		-	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus) <sup>N, D</sup>	Cuco ardilla/cuculillo canelo	Ornamental	-	LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>AVES</b>						
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin) <sup>N, R</sup>	Tapacaminos	-	-	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i> (Ferrari-Pérez) <sup>N, R</sup>	Tórtola azul	-	-	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i> (Lesson) <sup>N, D</sup>	Tortolita	-	-	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i> (Linnaeus) <sup>N, D</sup>	Tórtola	-	-	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte <sup>N, R</sup>	Paloma arroyera	-	-	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i> (Wagler) <sup>N, R</sup>	Paloma morada ventrioscura	-	-	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Paloma ala blanca	-	-	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i> (Linnaeus) <sup>N, D</sup>	Paloma huilota	-	-	LC
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Gaviota reidora	-	-	LC
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna hirundo</i> Linnaeus <sup>N, R</sup>	Charrán común	-	-	LC
Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus maximus</i> (Boddaert) <sup>N, D</sup>	Charrán	-	-	LC
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i> (Müller) <sup>N, R</sup>	Monjita americana	-	-	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i> (Linnaeus) <sup>N, D</sup>	Playerito/playero alzacolita	-	-	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i> (Vieillot) <sup>N, R</sup>	Playero diminuto	-	-	NT

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>AVES</b>						
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Zambullidor menor		-	LC
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i> (de la Llave) <sup>N, R</sup>	Colibrí cola canela		-	LC
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i> (Cabot) <sup>N, R</sup>	Colibrí vientre canelo		-	LC
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i> (Townsend) <sup>N, D</sup>	Vencejo		-	LC
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Carrao		A	LC
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides albiventris</i> Lawrence <sup>N, R</sup>	Rascón nuca canela/Tutupana		-	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i> Linnaeus <sup>N, R</sup>	Garza blanca		-	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i> Linnaeus <sup>N, R</sup>	Garza morena	Alimenticio	Pr	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea ibis</i> Linnaeus <sup>N, R</sup>	Garza ganadera		-	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Botaurus pinnatus</i> (Wagler) <sup>N, R</sup>	Avetroro neotropical		A	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Garcita oscura		-	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Cochlearius cochlearius</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Garza cucharón		-	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Garceta azul		-	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i> (Molina) <sup>N, R</sup>	Garceta pie dorado		-	LC

Pelecaniformes Ardeidae *Egretta tricolor* (Müller) <sup>N, D</sup> Garceta tricolor - LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>AVES</b>						
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i> Swainson <sup>N, R</sup>	Garza tigre		Pr	LC
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i> Gmelin <sup>N, R</sup>	Pelícano blanco americano		-	LC
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i> Linnaeus <sup>N, R</sup>	Pelícano café		A	LC
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Ibis		-	LC
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i> Linnaeus <sup>N, R</sup>	Chocolatera/Espátula rosada		-	LC
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon caligatus</i> Gould <sup>N, D</sup>	Trogón pechiamarillo colibarrado		-	LC
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i> Linnaeus <sup>N, R</sup>	Cigüeña americana		Pr	LC
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i> Mathews <sup>N, D</sup>	Fragata común		-	LC
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasilianum</i> (Gmelin) <sup>N, R</sup>	Cormorán		-	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Busarellus nigricollis</i> (Latham) <sup>N, D</sup>	Aguililla canela		Pr	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i> (Deppe) <sup>N, R</sup>	Aguililla negra de manglar		A	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i> (Gmelin) <sup>N, D</sup>	Aguililla negra mayor		Pr	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Ictinia mississippiensis</i> (Wilson) <sup>N, D</sup>	Milano del Mississippi		Pr	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i> (Vieillot) <sup>N, D</sup>	Gavilán zancón		A	LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>AVES</b>						
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot) <sup>N, R</sup>	Gavilán caracolero		Pr	LC
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin) <sup>N, R</sup>	Aguililla caminera		-	LC
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Chimbo, zopilote aura		-	LC
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin <sup>N, D</sup>	Zopilote sabanero		Pr	LC
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein) <sup>N, D</sup>	Zopilote, chombo		-	LC
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Águila pescadora		-	LC
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i> (Gmelin) <sup>N, R</sup>	Tecolote bajefío		-	LC
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i> Gould <sup>N, R</sup>	Coa cabeza negra		-	LC
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Carpintero lineado		-	LC
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i> (Wagler) <sup>N, R</sup>	Carpintero cheje		-	LC
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea</i> (Pallas) <sup>N, D</sup>	Martin pescador enano		-	LC
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham) <sup>N, R</sup>	Martin pescador mediano		-	LC
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin) <sup>N, R</sup>	Martin pescador verde		-	LC
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Martin pescador de collar		-	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i> (Miller) <sup>N, R</sup>	Caracara quebrantahuesos		-	LC

Falconiformes Falconidae *Falco rufigularis* Daudin <sup>N, D</sup> Halcón enano - LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>AVES</b>						
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Halcón guaco		-	LC
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i> (Sparman) <sup>N, R</sup>	Loro de frente blanca/checha	Ornamental	Pr	LC
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Loro cachetes amarillos	Mascota	A	LC
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Loro frente blanca	Mascota	-	LC
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i> (Vigors) <sup>N, R</sup>	Perico pecho sucio	Ornamental	Pr	NT
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i> (Linnaeus) <sup>N, D</sup>	Golondrina pechifajada		-	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Cardenal rojo	Ornamental	-	LC
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i> (Linnaeus) <sup>N, D</sup>	Picogordo azul		-	LC
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax morio</i> (Wagler) <sup>N, R</sup>	Chara papán		-	LC
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i> (Dubois) <sup>N, R</sup>	Pea yucateca		-	LC
Passeriformes	Cotingidae	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i> (de Lafresnaye) <sup>N, R</sup>	Cabezón degollado		-	LC
Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i> (des Murs) <sup>N, D</sup>	Trepador jorjiblanco		-	LC
Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i> Swainson <sup>N, R</sup>	Trepa troncos bigotudo		-	LC
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus <sup>N, D</sup>	Golondrina Ranchera		-	LC

Passeriformes      Hirundinidae      *Stelgidopteryx serripennis* (Audubon)<sup>N, D</sup>      Golondrina Alas Aserradas      -      LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>AVES</b>						

Passeriformes      Hirundinidae      *Tachycineta albilinea* (Lawrence)<sup>N, D</sup>      Golondrina Manglera      -      LC

Passeriformes      Icteridae      *Agelaius phoeniceus* (Linnaeus)<sup>N, R</sup>      Calandria dorso negro menor      -      LC

Passeriformes      Icteridae      *Icterus cucullatus* Swainson<sup>N, R</sup>      Bolsero cuculado      -      LC

Passeriformes      Icteridae      *Icterus prothemelas* (Strickland)<sup>N, D</sup>      Calandria Caperuza Negra      -      LC

Passeriformes      Icteridae      *Icterus galbula* (Linnaeus)<sup>N, R</sup>      Calandria de baltimore      -      LC

Passeriformes      Icteridae      *Icterus gularis* (Wagler)<sup>N, R</sup>      Bolsero campero      -      LC

Passeriformes      Icteridae      *Dives dives* (Deppe)<sup>N, R</sup>      Tordo Cantor      -      LC

Passeriformes      Icteridae      *Quiscalus mexicanus* (Gmelin)<sup>N, R</sup>      Zanate Mayor      -      LC

Passeriformes      Mimidae      *Dumetella carolinensis* (Linnaeus)<sup>N, R</sup>      Maullador gris/pájaro gato      -      LC

Passeriformes      Parulidae      *Geothlypis trichas* (Linnaeus)<sup>N, D</sup>      Mascarita Común      -      LC

Passeriformes      Parulidae      *Limnothlypis swainsonii* (Audubon)<sup>N, R</sup>      Chipe corona café      Pr      LC

Passeriformes      Parulidae      *Mniotilta varia* (Linnaeus)<sup>N, R</sup>      Chipe Trepador      -      LC

Passeriformes      Parulidae      *Parkesia motacilla* (Vieillot)<sup>N, R</sup>      Chipe arroyero      -      LC

Passeriformes      Parulidae      *Parkesia noveboracensis* (Gmelin)<sup>N, R</sup>      chipe charquero      -      LC

Passeriformes Parulidae *Setophaga citrina* (Boddaert)<sup>N, R</sup> Chipe Encapuchado - LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>AVES</b>						
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechi</i> (Linnaeus) <sup>N, D</sup>	Chipe Amarillo	-	-	LC
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i> (Linnaeus) <sup>N, D</sup>	Pavito migratorio	-	-	LC
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus) <sup>E, R</sup>	Gorrión domestico	-	-	LC
Passeriformes	Poliopitidae	<i>Poliopitila caerulea</i> (Linnaeus) <sup>N, D</sup>	perlita azulgris	-	-	LC
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila moreletti</i> (Bonaparte) <sup>N, D</sup>	Semillero de Collar	-	-	LC
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i> (Deppe) <sup>N, D</sup>	Tángara ala amarilla	-	-	LC
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Tangara azulgris	-	-	LC
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus zonatus</i> (Lesson) <sup>N, R</sup>	matraca tropical	-	-	LC
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i> (de Lafresnaye) <sup>N, R</sup>	Saltapared moteado	-	-	LC
Passeriformes	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i> (Gmelin) <sup>N, R</sup>	Zorzal moteado	-	-	LC
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i> Bonaparte <sup>N, R</sup>	Mirlo Café	-	-	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Luis pico grueso	-	-	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i> (Linnaeus) <sup>N, R</sup>	Papamoscas viajero	-	-	LC
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i> (d'Orbigny & de Lafresnaye) <sup>N, R</sup>	Copetón Triste, papamoscas triste	-	-	LC

Passeriformes Tyrannidae *Myiozetetes similis* (Spix)<sup>N, R</sup> Luis gragario - LC

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059	IUNC
<b>AVES</b>						

Passeriformes Tyrannidae *Pitangus sulphuratus* (Linnaeus)<sup>N, R</sup> Luis bienteveo - LC

Passeriformes Tyrannidae *Tyrannus melancholicus* Vieillot<sup>N, D</sup> Irano Pirirí - LC

Passeriformes Tyrannidae *Tityra semifasciata* (Spix)<sup>N, R</sup> Titira puerquito - LC

Passeriformes Vireonidae *Vireo griseus* (Boddaert)<sup>N, R</sup> Víreo de ojos blancos - LC

<b>MAMIFEROS</b>						
------------------	--	--	--	--	--	--

Didelphimorphia Didelphidae *Didelphis virginiana* Kerr<sup>N, D</sup> Tlacuache norteño - NT

Didelphimorphia Didelphidae *Philander vossi* Gardner & Ramírez-Pulido<sup>N, D</sup> Tlacuache gris cuatro ojos - NT

Pilosa Myrmecophagidae *Tamandua mexicana* (de Saussure)<sup>N, R</sup> Tamandú norteño, oso hormiguero P LC

Chiroptera Noctilionidae *Noctilio leporinus* (Linnaeus)<sup>N, D</sup> Murciélago pescador - LC

Chiroptera Phyllostomidae *Glossophaga mutica* Merriam<sup>N, D</sup> Murciélago lengüeton de Pallas Polinizador - NE

Chiroptera Phyllostomidae *Artibeus jamaicensis* Leach<sup>N, R</sup> Murciélago frutero de Jamaica Polinizador - LC

Chiroptera Phyllostomidae *Sturnira hondurensis* Goodwin<sup>N, R</sup> Murciélago de charreteras mayor Polinizador - LC

Primates Atelidae *Alouatta palliata* (Gray)<sup>N, D</sup> Saraguato, mono aullador P VU

Rodentia Sciuridae *Sciurus aureogaster* Cuvier<sup>N, R</sup> Ardilla gris mexicana - LC

Carnívora      Procyonidae      *Procyon lotor* (Linnaeus)<sup>N, R</sup>      Mapache      Mascota      -      LC

**Anexo III.** Lista de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT 2010 en el polígono de Cinco Lagunas. Categorías P, En Peligro de Extinción; A, Amenazadas; Pr, Sujetas a protección especial. Superíndices en las especies: D, Documentada, R, Recolectada/Observada.

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059
Plantas	Malpighiales	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L. <sup>R</sup>	Mangle rojo	Maderable	A
Plantas	Myrtales	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn. <sup>R</sup>	Mangle blanco	Maderable	A
Plantas	Lamiales	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> L. (L.) <sup>R</sup>	Mangle negro	Maderable	A
Anfibios	Anura	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i> (Sanders) <sup>R</sup>	Rana leopardo		Pr
Reptiles	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i> Duméril & Bibron <sup>D</sup>	Cocodrilo de pantano	Controlador biológico	Pr
Reptiles	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> Gray <sup>R</sup>	Iguana o garrobo negro		A
Reptiles	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i> Linnaeus <sup>R</sup>	Iguana verde	Alimenticio	Pr
Reptiles	Squamata	Boidae	<i>Boa imperator</i> Daudin <sup>R</sup>	Mazacuata	Controlador biológico	A
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus) <sup>D</sup>	Pato Criollo/Real	Alimenticio	P
Aves	Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus) <sup>R</sup>	Carrao		A
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i> Linnaeus <sup>R</sup>	Garza morena	Alimenticio	Pr
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Botaurus pinnatus</i> (Wagler) <sup>R</sup>	Avetrero neotropical		A

Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i> Swainson <sup>R</sup>	Garza tigre		Pr
Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i> Linnaeus <sup>R</sup>	Pelicano café		A

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso	NOM-059
Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i> Linnaeus <sup>R</sup>	Cigüeña americana		Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Busarellus nigricollis</i> (Latham) <sup>D</sup>	Aguililla canela		Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i> (Deppe) <sup>R</sup>	Aguililla negra menor		A
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i> (Gmelin) <sup>D</sup>	Aguililla negra mayor		Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Ictinia mississippiensis</i> (Wilson) <sup>D</sup>	Milano del Mississippi		Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i> (Vieillot) <sup>D</sup>	Gavilán zancón		A
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot) <sup>R</sup>	Gavilán caracolero		Pr
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin <sup>D</sup>	Zopilote sabanero		Pr
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i> (Sparman) <sup>R</sup>	Loro de frente blanca/checha	Ornamental	Pr
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i> (Linnaeus) <sup>R</sup>	Loro cachetes amarillos	Mascota	A
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i> (Vigors) <sup>R</sup>	Perico pecho sucio	Ornamental	Pr
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Limnothlypis swainsonii</i> (Audubon) <sup>R</sup>	Chipe corona café		Pr
Mamíferos	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i> (de Saussure) <sup>R</sup>	Tamandú norteco, oso hormiguero		P
Mamíferos	Primates	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i> (Gray) <sup>D</sup>	Saraguato, mono aullador		P