

Avila Ortega, Y., Vega Serratos, B.E., Posada Vanegas, G.. 2024. Plan de manejo basado en ecosistemas para el santuario Chenkan, Campeche. JAINA Costas y Mares ante el Cambio Climático 6(1): 113-130. doi 10.26359/52462.0609



# Plan de manejo basado en ecosistemas para el santuario Chenkan, Campeche

## Ecosystem based management plan for the Chenkan Santaury, Campeche

*Yesenia Avila Ortega, Beatriz Edith Vega Serratos  
y Gregorio Posada Vanegas*

Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del golfo de México (EPOMEX),  
Universidad Autónoma de Campeche

\* autor de correspondencia: al059037@uacam.mx

---

doi 10.26359/52462.0609

Recibido 05/septiembre/2024. Aceptado 30/octubre/2024

*JAINA Costas y Mares ante el Cambio Climático*

Coordinación editorial de este número: Yassir E. Torres Rojas

Este es un artículo bajo licencia Creative Commons CC BY-NC-ND.



### Resumen

El objetivo de este trabajo fue diseñar un plan de manejo basado en ecosistemas para el Santuario Playa Chenkan, ubicado en el municipio de Champotón estado de Campeche, tomando como metodología los doce principios del enfoque ecosistémico que menciona Shepherd (2006) agrupados en los siguientes pasos: la determinación de los actores principales, caracterización de la estructura y función del ecosistema, identificación de los aspectos económicos relevantes que afectarán los ecosistemas y sus habitantes, determinación del impacto probable del ecosistema en los ecosistemas adyacentes y decisión de metas a largo plazo y mecanismos flexibles para alcanzarlas. Los resultados obtenidos indican que el Santuario Playa Chenkan fue nombrado área natural protegida debido a la gran variedad de especies que se encuentran en riesgo, las cuales se encuentran registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y por ser un sitio anidación para la tortuga Carey y la tortuga verde. Se encontró que el lugar presenta problemas de erosión que ponen en riesgo los sitios de anidación y que diversas actividades antropogénicas han alterado a los ecosistemas ocasionando que las tortugas tengan que emigrar para buscar un nuevo sitio adecuado donde anidar. Con base a todos estos problemas se plantean propuestas para ayudar a mitigar los problemas existentes en el lugar.

**Palabras clave:** Playa Chenkan, problemas ambientales, servicios ecosistémicos, enfoque ecosistémico.

### Abstract

The objective of this work was to design an ecosystem-based management plan for the Chenkan Beach Sanctuary, located in the municipality of Champoton, state of Campeche, using as methodology the twelve principles of the ecosystem approach mentioned by Shepherd (2006) grouped into the following steps: determination of the main actors, characterization of the structure and function of the ecosystem, identification of the relevant economic aspects that will affect the ecosystems and their inhabitants, determination of the probable impact of the ecosystem on adjacent ecosystems and decision of long-term goals and flexible mechanisms to achieve them. The results obtained indicate that the Chenkan Beach Sanctuary was named a protected natural area due to the great variety of species that are at risk, which are registered in the NOM-059-SEMARNAT-2010 and because it is a nesting site for the hawksbill turtle and the green turtle. It was found that the place has erosion problems that put the nesting sites at risk and that various anthropogenic activities have altered the ecosystems causing the turtles to have to migrate to find a new suitable site to nest. Based on all these problems, proposals are put forward to help mitigate the existing problems in the area.

**Keywords:** Chenkan Beach, environmental problems, ecosystem services, ecosystem approach.



## Introducción

La zona costera es el espacio geográfico donde existe una interacción mutua entre el medio marino, el medio terrestre y la atmósfera, forma parte importante del desarrollo social y económico de un país costero por la gran variedad de recursos naturales que allí se encuentran, desarrollándose diversas actividades como el turismo, la pesca, la acuicultura, la actividad portuaria, la minería y extracción de hidrocarburos, entre otras (PNMCM, 2018). Sin embargo, a lo largo de los años se han presentado un sinnúmero de problemas ambientales en las zonas costeras ocasionadas por las actividades antropogénicas y por los efectos del cambio climático que cada vez es más presente, provocando efectos de incrementos de temperatura, aumento en el nivel del mar, cambios en el comportamiento de la precipitación provocando que se presenten lluvias más intensas y la presencia de tormentas tropicales y huracanes (Rivera-Arriaga, 2020).

Los ecosistemas son el soporte de vida en el planeta, su degradación genera una severa crisis ambiental en escalada por lo cual es indispensable buscar soluciones que ayuden a frenar su deterioro (Maas, 2003). Debido a la urgente necesidad de manejar los ecosistemas, se han desarrollado diversos enfoques en la materia, como el Manejo Basado en Ecosistemas (MBE) que busca mantener la salud, la integridad y la resiliencia de los ecosistemas ante las perturbaciones (Alexander *et al.*, 2018); de igual forma, tiene como objetivos la conservación y el uso sostenible de los recursos.

La Administración Nacional Oceánica y atmosférica (NOAA) también adaptó los pasos del MBE que consisten en la definición de metas y objetivos, el desarrollo de indicadores, la evaluación del ecosistema, el análisis de la incertidumbre o el riesgo, la evaluación de estrategias, la implementación de acciones, el monitoreo de indicadores y evaluación de los resultados y finalmente la adaptación (Alexander *et al.*, 2018). La implementación operativa del MBE es el paso posterior de un ciclo de políticas

que se aplican ampliamente por el gobierno como las leyes de adaptación al cambio climático, que deben de incluir los conocimientos sobre los procesos de los ecosistemas, informes sobre el estado del medio ambiente, evaluaciones de la vulnerabilidad a factores estresantes inducidos por el hombre, su panorama socioeconómico y sus tendencias de desarrollo y tecnologías y oportunidades de inversión (Cormier *et al.*, 2017). Por lo tanto, el Manejo Basado en Ecosistemas es un enfoque integrado de gestión que reconoce las interacciones complejas dentro de un sistema, incluido todo el ecosistema, los humanos y los servicios ecosistémicos que ahí se desarrollan (Oakley *et al.*, 2018).

El estado de Campeche tiene una franja de litoral de 523 km, donde el 67 % de la población de las costas se encuentran en Campeche, Champotón y Cd. Del Carmen (Rivera-Arriaga *et al.*, 2019), donde se realizan diversas actividades como la pesca y el ecoturismo y por sus características de playa arenosa Campeche, se encuentra en los principales sitios de anidación de las tortugas marinas (CONANP, 2022). Lamentablemente los sitios de anidación se han visto amenazados por causas antropogénicas entre las que destacan las actividades que ahí se desarrollan como el turismo, la pesca, la urbanización, etc., y también por causas naturales con son la erosión, el aumento del nivel del mar, la presencia de fenómenos meteorológicos como huracanes, etc. (Bolongaro *et al.*, 2010). El Santuario Playa Chenkan fue denominado área natural protegida a partir del 8 de enero del 2024 (Diario Oficial de la Federación) al ser un punto de anidación para la tortuga Carey y la tortuga verde, a pesar de eso en el sitio existen diversos problemas que ponen en riesgo a su hábitat. El objetivo del presente trabajo es diseñar un plan de Manejo Basado en Ecosistemas para el Santuario Playa Chenkan, ubicado en el municipio de Champotón, estado de Campeche.



## Zona de estudio

El sitio de estudio tiene por nombre Playa Chenkan y se encuentra ubicado en el municipio de Champotón, en el estado de Campeche, con ubicación geográfica acotada entre las coordenadas UTM máxima de 715015.00 m E, 2118103.00 m N y mínima de 704274.00 m E y 2110990.00 m N, con una superficie de 39-55-59.96 (treinta y nueve hectáreas, 55 áreas, cincuenta y nueve punto noventa y seis centiáreas) que se divide en dos zonas núcleos: Campamento Tortugueros y km 107; con una superficie total de 5-15-36.32 (cinco hectáreas, quince áreas, treinta y seis punto treinta y dos centiáreas) y tres zonas de amortiguamiento: Los Puentes, km 106 y Las casas; con una superficie de 34-40-23.64 (treinta y cuatro hectáreas, cuarenta áreas, veinte y tres punto sesenta y cuatro centiáreas) (DOF, 2024) tal como se muestra en la figura 1.

Debido a su posición geográfica su clima predominante es un cálido subhúmedo con lluvias en verano A(W) (CONAGUA, 2020) y comprende una

unidad climática que corresponde a un cálido subhúmedo (Aw1) de humedad media con régimen de lluvias en verano con temperatura media anual mayor a los 22°C (CONANP, 2023).

Está compuesta por una gran variedad de vegetación como matorrales costeros y manglar con especies representativas como el mangle botoncillo, el churriscate de playa y el frijol de playa (SIMEC, 2024). En cuanto al tipo de fauna destacan el loro frente blanco, la aguililla negra menor, la tortuga casquito, la iguana negra, el huico de maslin, el oso hormiguero, sin mencionar que es hábitat de 89 especies de aves migratorias (DOF, 2024). Al ser un sitio que está conformado en mayor porcentaje por playa arenosa, sirve como centros de anidación para la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*) que son especies catalogadas en peligro de extinción por la Norma Oficial Mexicana 059 del SEMARNAT, es por eso que en enero de 2024 fue declarada área natural protegida, en categoría de santuario.

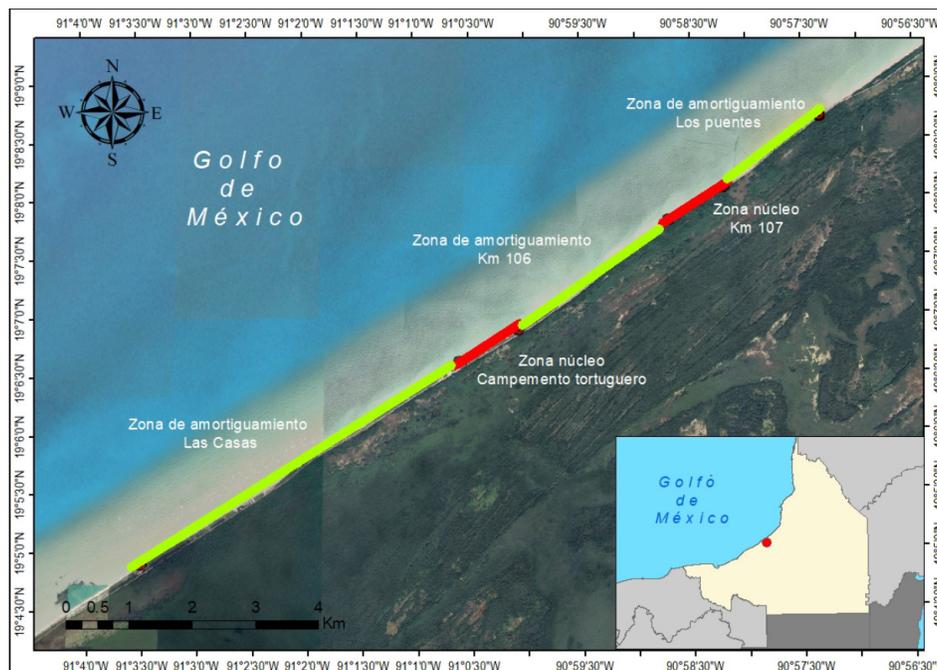


Figura 1. Ubicación del Santuario Playa Chenkan en el estado de Campeche. Adaptado de CONANP, 2023.



## Metodología

La metodología empleada para este trabajo consistió en hacer un diagnóstico de línea base sobre el estado en el que se encuentra el sitio y las principales problemáticas ambientales que existen en el Santuario playa Chenkan. Para ello se recurrió a recolectar información bibliográfica a través de diferentes fuentes para conocer los problemas ambientales del sitio. Para la búsqueda se utilizó la herramienta de Google académico por la facilidad que tiene para identificar una gran variedad de documentos sobre un tema en específico. Las palabras claves empleadas fueron: Playa Chenkan, campamento Tortugueros Chenkan, problemas ambientales en zonas costeras, tortugas marinas, etc. En total se encontraron 77 documentos, de los cuáles se clasificaron en leyes y normas, estudios realizados y programas de manejo, que fueron seleccionados con la finalidad de diseñar un Plan de Manejo Basado en Ecosistemas que permitan proteger y gestionar de manera sostenible el área de estudio, tomando en cuenta los doce principios del enfoque ecosistémico propuestos por Shepherd (2006) que son los que se describen a continuación:

- La elección de los objetivos de la gestión de los recursos de tierra, hídricos y vivos debe quedar en manos de la sociedad.
- La gestión de los recursos naturales debe estar descentralizada al nivel apropiado más bajo.
- Los administradores de ecosistemas deben tener en cuenta los efectos (reales o posibles) de sus actividades en los ecosistemas adyacentes y en otros ecosistemas.
- Dados los posibles beneficios derivados de su gestión, es necesario comprender y gestionar el ecosistema en un contexto económico.

- A los fines de mantener los servicios de los ecosistemas, la conservación de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas debería ser un objetivo prioritario del enfoque ecosistémico.
- Los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de funcionamiento.
- El enfoque ecosistémico debe aplicarse a las escalas espaciales y temporales apropiadas.
- Habida cuenta de las diversas escalas temporales y los efectos retardados que caracterizan a los procesos de los ecosistemas, se debería establecer objetivos a largo plazo en la gestión de los ecosistemas.
- En la gestión debe reconocerse que el cambio es inevitable.
- En el enfoque ecosistémico se debe procurar el equilibrio apropiado entre la conservación y la utilización de la diversidad biológica y su interacción.
- En el enfoque ecosistémico deberían tenerse en cuenta todas las formas de información pertinente, incluidos los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades científicas, indígenas y locales.
- En el enfoque ecosistémico deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas científicas.

Donde Shepherd (2006) los agrupó en cinco pasos principales tal y como se muestra en el siguiente diagrama (figura 2):

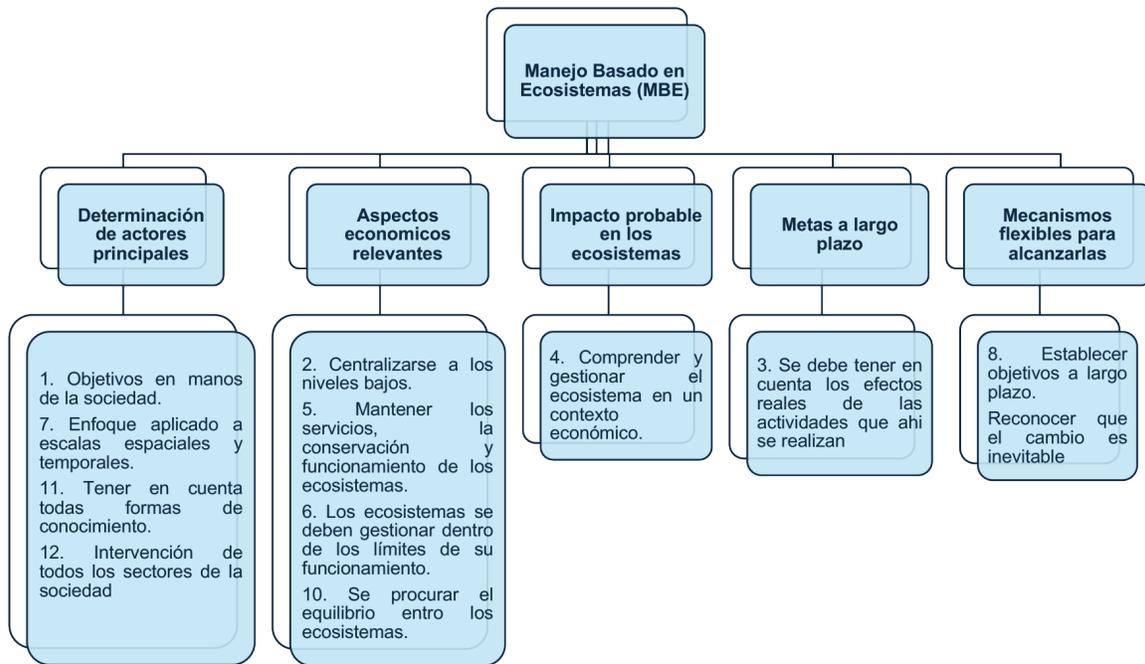


Figura 2. Principios del enfoque ecosistémico agrupado en cinco pasos (Shepherd, 2006).

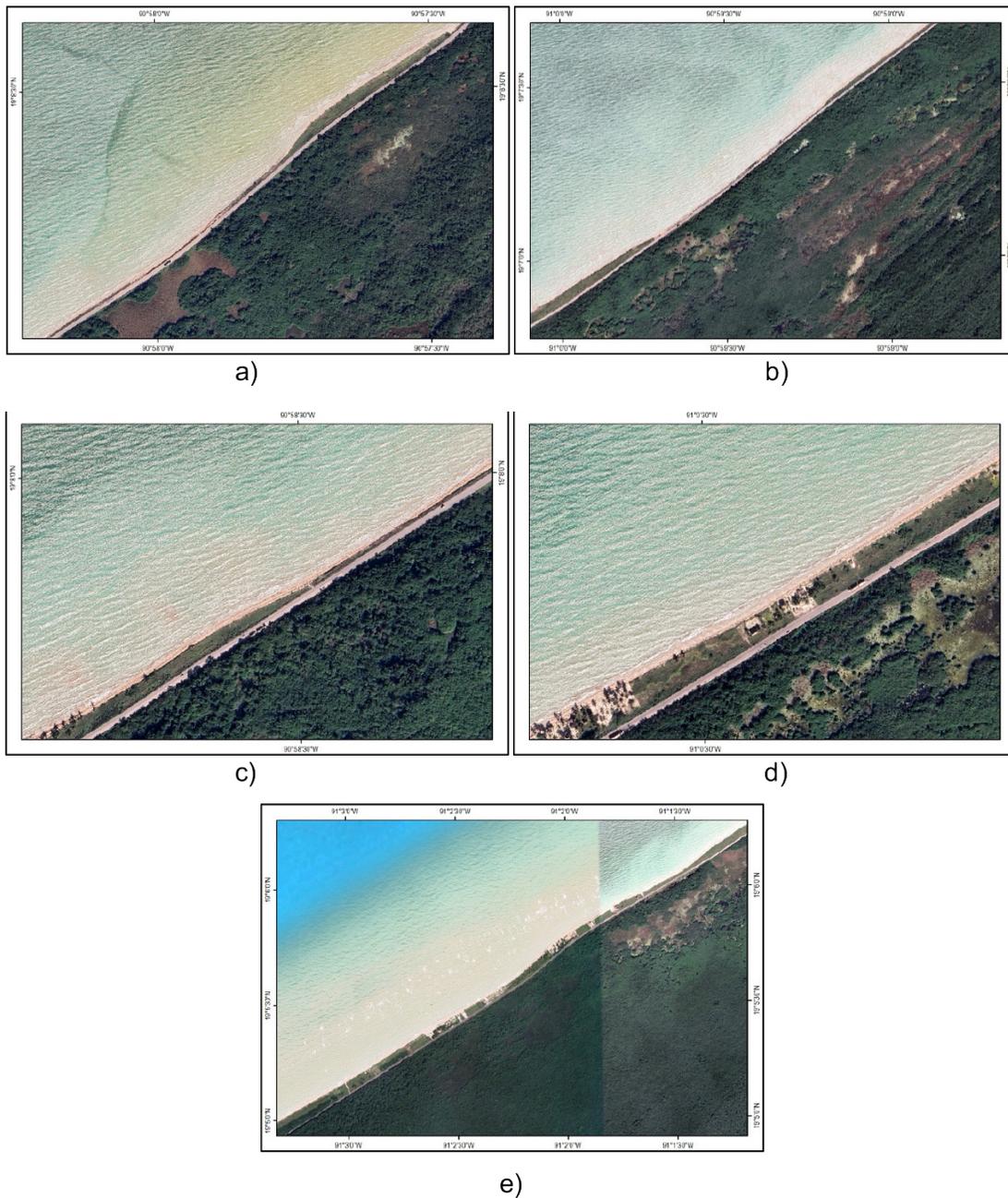
## Resultados

Tomando en cuenta la literatura consultada, se realizó un análisis sobre el estado actual y las problemáticas encontradas en el Santuario Playa Chenkan. Seguidamente siguiendo los principios del MBE propuestos por Shepherd (2006), la información se agrupó en los cinco pasos principales que se muestran en la figura 2, donde en el paso número 1, se hace una determinación de la zona estudio y los actores principales del lugar; en el paso 2, se hace la caracterización de la estructura y función del ecosistema; en el 3, se identifican los aspectos económicos que afectan al ecosistema y a sus habitantes; en el paso 4, se determina el impacto del ecosistema en los ecosistemas adyacentes y finalmente en el paso 5, se toman decisiones sobre metas a largo plazo y mecanismos para alcanzarlas.

### Paso A: determinación del área y de los actores principales.

El sitio playa Chenkan se ubica en el municipio de Champotón en el estado de Campeche, donde al ser un área que sirve como punto de anidación para la tortuga carey y la tortuga verde y hábitat para una gran variedad de especies de flora y fauna que se encuentran incluidas en la NOM-059-SE-MARNAT-2010, como especies endémicas, fue denominada por la Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) como área natural protegida en categoría de santuario el 8 de enero del 2024, donde se divide en dos áreas núcleo y tres zonas de amortiguamiento (figura 3).

De acuerdo con la CONANP, un Santuario se define como "...lugares que contienen el hábitat de



**Figura 3.** Zonas identificadas del Santuario Playa Chenkan. a) Zona de amortiguamiento las Pertas, b) Zona núcleo km 106, c) Zona de amortiguamiento km 107, d) Zona núcleo Campamento Tortuguero, e) Zonas de amortiguamiento las Casas (Adaptado de CONANP 2023).



*cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres.*” Por su parte, la IUCN los caracteriza como “...aquellas áreas que se establecen en zonas caracterizadas por una considerable riqueza de flora o fauna, o por la presencia de especies, subespecies o hábitat de distribución restringida.”

Considerando lo anterior, un santuario es un lugar donde se desarrollan diversos servicios ecosistémicos como servir de amortiguamiento contra inundaciones y el efecto erosivo del oleaje, y tiene la función de servir como un vaso regulador de inundaciones en épocas de lluvias, los actores principales que habitan cerca del lugar son los habitantes que se encuentran en las localidades cercanas como Villamar, Punta Xen y Champotón, los cuales realizan diversas actividades al interior del Santuario como actividades de educación ambiental y talleres de sensibilización para los visitantes y comunidades aledañas, así también como actividades de pesca de pulpo y langosta en los alrededores de la zona, de igual forma en el lugar se encuentra un restaurante que ofrece turismo de sol y playa por un día y la comunidad de Punta Xen desarrolla diversas actividades turísticas instalando palapas-restaurantes (CONANP, 2023). Por otro lado, la Universidad Autónoma de Campeche en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) realizan diversas actividades para la protección y conservación buscando la participación comunitaria para fomentar el turismo ecológico, la investigación y la educación ambiental (CCTMC, 2014).

### **Paso B: Caracterización de la estructura y función del ecosistema**

Desde 1998, Chenkan ha sido operado por la Universidad Autónoma de Campeche en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología (INE), donde más tarde en el 2007 se vinculó con el gobierno federal a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con el objetivo de proteger y preservar

los recursos del lugar (CCTMC, 2014).

Su unidad litológica está constituida por rocas sedimentarias ubicadas de manera paralela a la línea de costa, con un tipo de suelo perteneciente al grupo de los Gleysoles (INEGI, 2013; CONANP, 2023). El tipo de clima pertenece a un Cálido Subhúmedo (Aw1) de humedad media con régimen de lluvias en verano con temperaturas medias anuales entre 25° y 28° C con precipitaciones que no exceden los 2200 mm anuales. Está conformada por una gran vegetación de dunas costeras, matorrales costeros y manglar, como el churriscate de playa (*Ipomea imperati*) y el frijol de playa (*Canavilla rosea*) y una variedad de especies de flora y fauna que forman parte de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentran en riesgo, donde:

- A= Amenazadas.
- P= Peligro de extinción.
- Pr= Sujetas a protección especial

En la zona se ha identificado la presencia de palapas-restaurantes en la parte interior, así como la presencia de viviendas (Ramírez-Vargas, 2020), por lo cual se ha registrado el interés de los propietarios de los terrenos aledaños a la playa en eliminar la vegetación de dunas para el establecimiento de esas palapas. También se ha encontrado un centro de arribo y acopio de embarcaciones no autorizado y que es utilizado por los pescadores, donde realizan pesca mediante redes, palangues y compresores hechizos a partir de barriles de cerveza a presión. Sus actividades las realizan incluso en temporada de veda poniendo en riesgo la estabilidad y preservación de los recursos (CONANP 2023).

### **Paso C: Identificación de los aspectos económicos relevantes que afectaran los ecosistemas y sus habitantes**

A continuación, se presentarán los diversos estudios que se han desarrollado a lo largo de los años en el Santuario playa Chenkan donde se han identificado una serie de problemas que han ocasionado que se pongan en riesgo los ecosistemas, algunos son debido a la presencia de actividades antropogénicas y otros por factores naturales.



**Tabla 1.** Especies en riesgo ubicadas en el Santuario Chenkan (NOM-059-SEMARNAT-2010). Fuente: SIMEC (2024).

Nombre común	Sinonimia	Categoría
Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	A
Iguana Verde	<i>Iguana rhinolopha</i>	Pr
Culebra listonada occidental	<i>Thamnophis proximus</i>	A
Charran mínimo	<i>Sternula antillarum</i>	A
Huico de Maslin	<i>Aspidoscelis maslini</i>	Pr
Aguililla negra menor	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr
Siete colores	<i>Passerina ciris</i>	Pr
Garza roja	<i>Egretta rufescens</i>	Pr
Loro frente blanca	<i>Amazona albifrons</i>	Pr
Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	P
Tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>	P
Oso hormiguero	<i>Tamandua mexicana</i> subsp. <i>Mexicana</i>	P

Bolongaro *et al.* (2010) evaluaron el impacto de la erosión de las playas y el aumento del nivel del mar en las costas de Campeche, en las playas de Isla Aguada y Chenkan, donde realizaron una comparación de la línea de costa con imágenes satelitales y su caracterización morfológica y sedimentológica durante la época de lluvias, nortes y secas. En sus resultados muestran que la playa es altamente dinámica con tendencia a disminuir su amplitud y se encuentra en proceso de erosión provocando un impacto alto en el sitio de anidación de las tortugas marinas por la pérdida del hábitat de anidación y de los nidos ovopositados.

Canúl-Turriza (2015). Evaluó las condiciones hidrodinámicas y el transporte de sedimentos en la zona de anidamiento de las tortugas marinas del Santuario Chenkan, donde se observó que la playa se ha comportado de manera dinámica a lo largo de los años de 2010 a 2013 presentando un proceso erosivo en relación con las estructuras marinas y costeras que ahí se encuentran. En sus resultados también observó que la vegetación de pastos marinos que ahí se ubicaban ayudaron a disminuir los efectos del oleaje provocado por fenómenos hidrometeorológicos.

Canul *et al.* (2019) encontraron que el desarrollo de infraestructura en las zonas costeras ha ocasionado una rápida degradación aumentando la vulnerabilidad ante los fenómenos hidrometeorológicos, sobre todo la construcción de la carretera federal y las estructuras de protección mal planificadas; todo lo cual ha desequilibrado el ciclo sedimentario natural provocando una erosión crónica en la zona y una reducción en el número de tortugas marinas que anidan en el sitio.

Ramírez-Vargas (2020). Encontró que en el lugar existe una pequeña zona que presenta una opresión costera debido a la presencia de un restaurante que vierte sus desechos directamente al mar, cerca de a la zona de anidación de tortugas.

Santos-Martínez (2020) determinó la variación espacial y temporal de las playas del estado de Campeche, con la finalidad de conocer la capacidad de resiliencia y su comportamiento dinámico. El encontró que en la Playa Chenkan la presencia de estructuras artificiales afectan el proceso erosivo del sitio, provocando cambios en los perfiles de las playas.

Monte-Luna *et al.* (2023) mostraron que durante los años más cálidos en la zona de playa Chenkan,



la humedad baja en el suelo y esto suele ser subóptimo para la ovoposición en comparación con años fríos. Esto se da porque durante los años cálidos las hembras se arrastran por largas distancias durante la temporada de anidación hasta encontrar un lugar adecuado para anidar con mayor humedad, lo que se traduce en menos nidos y menos huevos por temporada, de igual forma las altas temperaturas que ocurren cada vez con más frecuencia han provocado una mayor mortalidad embrionaria y una menor producción de crías.

Otros estudios que se han realizado que menciona en el estudio justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Santuario Chenkan de la (CONANP, 2023), son: la tesis de maestría de Hernández (2015) denominada “Evaluación de las condiciones del hábitat de anidación de la tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*) en la playa de Chenkan, Campeche, México.”, La tesis de licenciatura de Cortes Briseño (2014), “Efectos de depredación por la aplicación de la NOM-162-SEMARNAT-2012 en el manejo de nidos en los campamentos tortugueros de Isla Aguada y Chenkan Campeche, México.” La tesis de licenciatura de García Vicario (2009). “Impacto de la erosión costera de las playas del litoral de Campeche, México, sobre la anidación de las tortugas marinas (*Eretmochelys imbricata* y *Chelonia mydas*)”. La tesis de licenciatura de González Estrella, L. (2008). Éxito de eclosión en corral de tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*) en el campamento tortuguero Chenkan-Campeche.”

Con base a todos los problemas identificados, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2023), realizó un estudio justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida donde promovió la intervención gubernamental a través de la regulación y el 08 de enero del 2024 el sitio de Playa Chenkan fue catalogada como Área Natural Protegida en el Diario Oficial de la Federación (DOF).

## **Paso D: Determinación del impacto probable del ecosistema en los ecosistemas adyacentes.**

Desde que las tortugas marinas fueron catalogadas como especies en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se han dictado diversas reglamentaciones jurídicas como leyes, decretos y acuerdos que protegen a las especies que habitan en el territorio mexicano, como la creación de áreas naturales protegidas que buscan la conservación de éstas por medio de leyes y normas, ya que se han visto amenazadas cada vez más por muchos factores como el cambio climático, la erosión de playas, la contaminación y las actividades antropogénicas, así como para el consumo de sus productos (Fuentes *et al.*, 2022).

Por su ubicación geográfica la península de Yucatán es susceptible a fenómenos meteorológicos como tormentas y huracanes que a lo largo de los años han impactado dicho territorio generando un riesgo grave para las tortugas marinas por el daño que provocan a las playas cuando éstos se presentan generando la pérdida y destrucción de nidos. De igual forma, desde hace muchos años la caza intencionada para consumo humano ha generado impactos graves. Algunas encuestas que se han realizado a las comunidades pesqueras del estado de Campeche han indicado que existe la caza y el consumo clandestino de las tortugas marinas y sus huevos (Guzmán *et al.*, 2006). La presencia de actividades antropogénicas como el turismo de playas y la instalación de infraestructuras como palapas y tetrápodos de rompeolas alteran la anidación, la incubación y el éxito de las crías (Patino, 2013).

Debido a que el Santuario playa Chenkan se ubica cerca de la carretera federal 180, en el año 2023 diversas fuentes de noticias dieron a conocer el atropellamiento de varias tortugas al intentar cruzar la carretera en busca de un mejor sitio de anidación (CONANP, 2023). Del mismo modo los estudios han demostrado que el sitio es altamente dinámico y se encuentra en proceso permanente de erosión poniendo en riesgo los sitios de anidación (Bologaro *et al.*, 2010; Canul Turriza, 2015).



Con base en las problemáticas mencionadas, se ha buscado la manera de preservar y conservar a las tortugas marinas a través de la educación ambiental, sensibilizando a los visitantes y a las comunidades aledañas, ya que encuestas han demostrado que la mayoría de las personas carecen de conocimientos y habilidades necesarias para realizar cambios ambientales favorables en sus estilos de vida (Isaac, 2011).

De igual manera se ha buscado la forma de fomentar el desarrollo de la investigación científica y promover la participación de otras dependencias y entidades de la administración pública federal, estatal y municipal, así como grupos académicos interesados en la protección, conservación, educación ambiental y participación comunitaria a través de diversos programas y estrategias (CCTMC, 2014). Desde 1995 la Estrategia Mundial para la Conservación de las Tortugas Marinas, de la Comisión para la Supervivencia de Especies (SCS) de la Unión Mundial de la Naturaleza (UICN), propuso nueve estrategias para la conservación, como: la investigación y el monitoreo; el manejo integral para poblaciones sustentables de tortugas marinas; el desarrollo de la capacidad para la conservación, la investigación y el manejo; la concientización, información y educación de la sociedad y participación comunitaria en la conservación; cooperación regional e internacional; evaluación de la condición actual de las tortugas marinas y financiamiento para la conservación.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de la CONANP, estableció el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), en el que se reconoce que la continuidad de las especies silvestres y sus hábitats dependen en gran medida de la existencia de Áreas Naturales Protegidas (ANP) donde las especies se distribuyen de manera natural. Más tarde creó los Programas de Acción para la Conservación de Especies (PACE) que establecen políticas de conservación para minimizar las fuentes de presión para cada especie, con el objetivo de promover, implementar y consolidar estrategias específicas de

conservación de sus poblaciones y hábitats, donde se realizó un PACE de la tortuga carey con ayuda del financiamiento de la Alianza WWF-Fundación TELMEX Telcel y con la participación de expertos y especialistas en la especie: integrantes de Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC), instituciones académicas, y del sector gubernamental (SEMARNAT, 2020).

En 2009 se publicó el Programa de Acción para la Conservación de Especies, como una estrategia para la recuperación de las poblaciones de la tortuga carey, en un marco de trabajo coordinado, mediante actividades priorizadas y jerarquizadas para la recuperación de las poblaciones de esta especie y la restauración de sus hábitats (CONANP, 2019).

La Coordinación General de Sustentabilidad Yum Kaax en colaboración con la Universidad Autónoma de Campeche desarrolló el programa de Conservación de Tortugas Marinas, donde de manera conjunta con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), propone acciones de protección, conservación, investigación, educación ambiental, participación comunitaria y monitoreo de las tortugas marinas, así como proteger y conservar el hábitat de los sitios de anidación de las tortugas (CCTMC, 2014).

El programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga carey de la SEMARNAT (2022) también propuso estrategias para su conservación, como crear un manejo integrado del lugar que sirva para la protección y restauración del hábitat, crear componentes de protección y vigilancia para prevenir impactos por parte de los pobladores, crear alternativas de monitoreo enfocados al cambio climático. El Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas (2022), propuso unas estrategias para la protección de los sitios de anidación e incubación de las tortugas marinas tomando en cuenta los objetivos prioritarios del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas (PNANP 2020-2024), donde propone el monitoreo constante y los parámetros importantes de las tortugas marinas, la investigación, la protección y restauración de hábitats, la coordinación con otras dependencias para



lograr mejores objetivos de conservación, promover programas de acción para la conservación de especies, capacitar y fomentar la participación comunitaria.

El Diario Oficial de la Federación (08 de enero 2024), en el decreto donde declara que el sitio Santuario Chenkan es denominado área natural protegida, realizó una lista de prohibiciones en donde destacan la de perseguir o dañar a las especies de tortuga marina que ahí aniden o transiten, así como extraerlas y comercializarlas, al igual que prohibió destruir o dañar los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres, el tránsito de vehículos motorizados con fines distintos a la investigación, monitoreo, manejo, inspección y vigilancia de la zona, cambiar el uso de suelo, colocar iluminación dirigida al mar que altere el ciclo reproductivo de las tortugas, entre otros.

### **Paso E: Decisión sobre metas de largo plazo y mecanismos flexibles para alcanzarlas.**

En México existe un amplio marco regulatorio enfocadas a los recursos costeros y marinos que sirvieron para reforzar los programas para protección de las tortugas marinas (Guzmán-Hernández y Cuevas-Flores, 2011). Algunas de ellas son las siguientes:

- **Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente.** Busca garantizar el derecho de las personas a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar y define principios de política ambiental e instrumentos para su aplicación. Busca la preservación, la restauración y protección del medio ambiente y la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.
- **Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.** Busca establecer los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y acuicultura.
- **Ley de Cambio Climático.** Tiene por objetivo garantizar el derecho a un medio ambiente sano, estableciendo la concurrencia de entidades federativas y municipio en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y mitigación de gases de efecto invernadero.
- **Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.** Tiene por objetivo controlar y prevenir la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas.
- **Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.** Tiene por objetivo fijar normas e instrumentos de gestión para ordenar el uso del territorio y los asentamientos humanos del país.
- **Ley General de Vida Silvestre.** Tiene por objetivo establecer la concurrencia de los gobiernos a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.
- **Ley General de Turismo.** Tiene como objetivo determinar mecanismos para la conservación, protección, mejoramiento y aprovechamiento de los recursos y atractivos turísticos.
- **NOM-009-SAG/PESC-2015.** Establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuática.
- **NOM-017-PESC-1994.** Regula las actividades de pesca en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos.
- **NOM-162-SEMARNAT-2012.** Establece especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.
- **NMX-AA-120-SCFI-2016.** Establece requisitos y especificaciones de sustentabilidad de calidad de playas.
- **Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.** Tiene por objetivo promover la protección, conservación y recuperación de las tortugas marinas.



La NOM-162-SEMARNAT-2012 en su apartado 5 y 6 indican una serie de medidas precautorias que se deben de llevar a cabo en los sitios de anidación, tales como evitar la remoción de la vegetación existente en el lugar y la introducción de especies exóticas, retirar cualquier objeto que pueda ser un peligro para las tortugas marinas y eliminar cualquier instalación que durante la noche genere luz hacia los sitios de anidación. Por otro lado, la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas, los artículos 2, 3 y 4 hacen énfasis en promover la protección y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y su hábitat basándose en datos científicos disponibles, de igual manera en el artículo 4, propone la prohibición de la captura o muerte intencional

de las tortugas marinas, así como el comercio de ellas mismas o sus huevos, así como la restricción de actividades que las puedan poner en peligro.

Considerando todos los problemas que se generan en el sitio Chenkan y tomando en cuenta los principios de las Leyes y normas existentes, así como los programas que existen en función de la protección y conservación de las tortugas marinas, es indispensable tomar cartas en el asunto para mitigar los problemas existentes en el sitio y una de las maneras de poder hacerlo es por medio de la Adaptación Basada en Ecosistemas haciendo uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que se realizan en el lugar con la finalidad de mantener y aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas (Lhumeau y Cordero, 2012).

## Propuesta de un plan de Manejo Basado en Ecosistemas (MBE) en santuario Playa Chenkan

Como se ha mencionado anteriormente el Santuario Playa Chenkan, es un sitio que fue declarado como ANP debido a los problemas identificados en el sitio y por ser un sitio que sirve como punto de anidación para la tortuga carey y verde que son especies que actualmente se encuentra en peligro de extinción, además de servir como hábitat para una gran variedad de especies endémicas que se encuentran protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tomando en cuenta los problemas existentes y considerando las indicaciones que marcan las normas, leyes y programas enfocados a la conservación y protección de los recursos costeros, así como la protección de las tortugas marinas, se propone el siguiente plan de manejo conforme a al Manejo Basado en Ecosistemas.

El objetivo consistirá en un plan integrativo que trabaje para la conservación y protección de los recursos naturales que se encuentran en el sitio, tomando en cuenta la participación de los habitantes que viven cerca del lugar y de las autoridades locales, para la solución de los problemas ambientales y promoviendo la sustentabilidad entre las comu-

nidades aledañas. El proceso para llevarse a cabo consistirá en aplicar las estrategias propuestas en el Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas (CONANP, 2022), donde se propone:

- Protección de nidadas.
- Monitoreo de la población y parámetros importantes de las tortugas marinas.
- Investigación.
- Protección, manejo y restauración de hábitat.
- Servicios ecosistémicos.
- Sinergia con otras dependencias para lograr mejores objetivos en la conservación.
- Atención al cumplimiento de acuerdos internacionales.
- Programa de acción para la conservación de especies.
- Capacitación.
- Participación comunitaria.
- Educación ambiental.

Para poder implementar cada una de las estrategias anteriores se proponen las siguientes medidas:

- Implementar proyectos de conservación y restauración del sitio de Playa Chenkan que pro-



mueva la conservación de la vegetación predominante del lugar como la mancha de mangle botoncillo presente y la vegetación de duna costera, que sirve como protección contra marejadas ciclónicas, incremento del nivel del mar e inundaciones costeras (SEMARNAT, 2013; Jiménez-Orocio *et al.*, 2015).

- Implementar proyectos sustentables en las comunidades aledañas como Punta Xen, Sabancuy e Isla Aguada que promuevan la participación ciudadana y el desarrollo comunitario sustentable. Realizando talleres y pláticas en función de las actividades productivas que se desarrollan, como la pesca, haciendo hincapié en el uso sustentable de los recursos naturales y de la importancia de la protección de la ANP y tomando en cuenta sus opiniones para llegar a acuerdos que logren su participación en la conservación de los ecosistemas.
- Aplicar el monitoreo ambiental constante. En el sitio se encuentra la presencia de palapas-restaurantes que hacen un mal uso de los recursos al eliminar vegetación de las dunas y tirar sus desechos directos al mar; del mismo modo que muchas personas van a pescar y ponen en riesgo los sitios de anidación de las tortugas marinas. Es por eso que es importante implementar un proyecto de vigilancia ambiental en esta zona, donde se sancionen a las personas que hagan caso omiso a lo establecido en las normas y en los programas de conservación
- Realizar estudios ambientales del sitio. A pesar de que ya existen estudios realizados en el santuario que han permitido identificar los problemas existentes, es importante que la información se vaya actualizando, ya que a causa de los efectos del cambio climático ocasiona que se presenten cambios abruptos en los patrones de precipitación (Rivera-Arriaga, *et al.*, 2020) y que se produzca un incremento en las temperaturas que ponen en riesgo a los sitios de anidación de las tortugas marinas. Lo cual esos datos servirán para tomar las medidas necesarias para la mitigación y poder implementar sistemas de

alerta temprana para actuar rápido ante la presencia de eventos como tormentas o huracanes que puedan erosionar las playas y dañar los hábitats de las tortugas marinas.

- Educación ambiental. Es necesario fomentar la capacitación y educación ambiental a los grupos productivos de la zona, a los niños y jóvenes del nivel educativo básico y a la población en general de las zonas aledañas para que se puedan involucrar en la protección de la playa y en el cuidado del sitio de anidación de las tortugas marinas, implementando programas de capacitación para la protección ambiental, donde los pobladores no solamente aprendan sobre el tema, sino que también reciban un entrenamiento sobre como actuar. Al igual que es indispensable llevar la educación ambiental a las escuelas del sector básico, donde niños de primaria y jóvenes de secundaria reciban pláticas sobre los ecosistemas, los manglares, las tortugas marinas, el cuidado de las playas y los problemas diarios que se viven como la contaminación y la destrucción de hábitats y ecosistemas.
- Establecer coordinación con otras instituciones. Es necesario buscar el apoyo y colaboración con diversas instituciones gubernamentales como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Energía (SEMABICCE), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) e Instituciones no gubernamentales como el Centro de Derecho Ambiental y Recursos Naturales (CEDARENA), Centro de Derechos Humanos y Ambiente (CEDHA), Centro de Incidencia Ambiental (CIAM), Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CIAM), Etc., que apoyen con financiamiento, con la planificación y con la ejecución de las políticas de conservación.



## Discusión

La zona costera es un conjunto integrado de atributos naturales a nivel de ecosistema y recursos adyacentes a la zona litoral donde existe una interacción entre el mar y la tierra (Yañez-Arancibia, 2010), que por sus características de playas arenosas, la zona costera ha servido de hábitat para los sitios de anidación de las tortugas marinas. Pero desde hace varios años las tortugas marinas se encuentran clasificadas a nivel mundial como especies amenazadas o en peligro de extinción (Torres-Robles *et al.*, 2017), debido a las amenazas antrópicas como la captura incidental, la sobreexplotación de tortugas y saqueo de huevos y la destrucción de hábitats (Convención Interamericana de la Tortuga Mariana, 2004). Es por eso que desde los años sesenta comenzaron los primeros proyectos de conservación de las tortugas marinas en México (Orozco-Bravo), siendo el año de 1977 cuando en Campeche se comenzaron a implementar los primeros programas de campamentos Tortugeros para la conservación de las especies. Sin embargo, a pesar de que con el paso de los años se han ido desarrollando programas para la conservación de las especies de las tortugas marinas, no suelen ser implementados adecuadamente, y siguen existiendo problemas antrópicos. En santuario playa Chenkan, no queda exento de

los problemas mencionados anteriormente es por eso que fue denominado Área Natural Protegida el 08 de enero del 2024 en el Diario Oficial de la Federación, con la finalidad de mitigar los daños ocasionado en el lugar, salvaguardando la protección de los ecosistemas y los sitios de anidación de las tortugas, por lo cual, se espera que con esta nueva ley los problemas vayan disminuyendo, sin embargo, es importante que el sitio cuente con un plan de manejo donde se trabaje de manera colaborativa con diversas instituciones y con la participación de las comunidades aledañas para que las estrategias que marcan las normas y los programas puedan ser aplicadas correctamente.

Los trabajos ingenieriles han sido aplicados a lo largo de los años con la finalidad de proteger a la zona costera, como poniendo estructuras de rompeolas, diques o revestimientos de rocas y a pesar de que suelen tener éxito, estas estructuras tienden a provocar efectos negativos como la erosión o daños a los ecosistemas y a la arribazón y puesta de huevos de las tortugas (Kuc-Castilla, 2020). Debido a esto, se deben tomar soluciones que no dañen a los ecosistemas y una manera de poder resolverlo es a través del Manejo Basado en Ecosistemas (ABE).

## Conclusiones

México tiene un marco regulatorio enfocado a la zona costera donde impone leyes que buscan la preservación de los ecosistemas y cuenta con programas que buscan proteger los sitios de anidación de las tortugas marinas. El 08 de enero del 2024 el Santuario Playa Chenkan fue catalogado Área Natural Protegida con la finalidad de reducir los problemas ambientales que se encuentran en el sitio y cuenta con un programa de conservación de las tortugas marinas desarrollado por la Coordinación General de Sustentabilidad Yum Kaax y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

(SEMARNAT). Sin embargo, cabe resaltar que el santuario no cuenta con un Plan de Manejo que pueda ser implementado para que de manera conjunta entre instituciones tanto gubernamentales como no gubernamentales y en colaboración con los habitantes de las comunidades aledañas se pueda trabajar en equipo para reducir de una manera eficiente los problemas existentes del lugar.

La aplicación de un plan de Manejo Basado en Ecosistemas (MBE), en una playa que sirve como sitio de anidación para las tortugas marinas, es la manera más adecuada para dar solución a los pro-



blemas ambientales existentes, ya que permitirá garantizar la sostenibilidad y la protección de las especies y recursos naturales que dependen de él. El Manejo Basado en Ecosistemas (MBE) en el Santuario, permitirá abordar de una manera integral los problemas ambientales que lo afectan, como la erosión, las inundaciones, el aumento de temperatura, etc., así también como los ocasionados por las

actividades antropogénicas. Implementar este tipo de plan, ayudará a proteger y conservar los ecosistemas del lugar y servirá para mantener los servicios ecosistémicos como la protección costera, al mismo tiempo que fomentará la participación de las comunidades para el desarrollo de prácticas sostenibles que traerán beneficios para la protección del lugar.

## Referencias

- Alexander, K. A., Hobday, A. J., Cvitanovic, C., Ogier, E., Nash, K. L., Cottrell, R. S. y Watson, R. A. (2018). Progress in integrating natural and social science in marine ecosystem-based management research. *Marine and Freshwater Research*, 70(1), 71-83.
- Bologaro Crevenna R. A., Márquez García, A. Z., Torres Rodríguez, V. y García Vicario, A. (2010). Vulnerabilidad de sitios de anidación de tortugas marinas por efectos de erosión costera en el estado de Campeche, 73-96 pp. En: Botello, A.V., Villanueva-Fragoso, S., Gutiérrez, J. y Rojas Galaviz, J. L. (ed.). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. SEMAR-NAT-INE, UNAM-ICMyL, Universidad Autónoma de Campeche. 514 p.
- Canul Turriza R. A., Mendoza, E. y Silva, R. (2019). Beach erosion diagnosis and green intervention alternatives in Chenkan beach, Campeche, Mexico. *Journal of Coastal Research*, 92, 75-84.
- Canul Turriza, R. A. (2020). Comportamiento morfodinámico de la línea de costa cercana al campamento Tortuguero Chenkan, Campeche, México. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Campeche.
- Canul Turriza, R. A. (2020). Comportamiento morfodinámico de la línea de costa cercana al campamento Tortuguero Chenkan, Campeche, México. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Campeche.
- Canul Turriza, R. A. (2020). Desarrollo de una metodología para el control de la erosión y disminución de la vulnerabilidad costera: un enfoque a gran escala. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de México.
- Centro para la Conservación de las Tortugas Marinas de Chenkan (CCTMC, 2014). Programa de Conservación de Tortugas Marinas. Coordinación General de Sustentabilidad Yum Kaax de la Universidad Autónoma de Campeche, México. Recuperado de <https://yumkaax.uacam.mx/view/paginas/5>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2015). Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: Una Convocatoria para la Resiliencia de México (2015-2020). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2022). Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas. 80 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2023). Estudio previo justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Santuario Playa Chenkan, Campeche, México, 176 pp.
- Cormier, R., Kelble, C. R., Anderson, M. R., Allen, J. I., Grehan, A., & Gregersen, Ó. (2017). Moving from ecosystem-based policy objectives to operational implementation of ecosystem-based management measures. *ICES Journal of Marine Science*, 74(1), 406-413.
- Cuevas, E., Guzmán-Hernández, V., Uribe-Martínez, A., Raymundo-Sánchez, A., y Herrera-Pavon, R (2018). Identification of potential sea turtle bycatch hotspots using a spatially explicit approach in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Chelonian conservation and biology*, 17(1), 78-93.
- DOF (2018). Política Nacional de Mares y Costas de México.
- DOF (2024). Decreto por el que se declara área natural protegida, con categoría de santuario, el sitio Playa Chenkan, ubicado en el municipio de Champotón, estado de Campeche.
- Fuentes-Mascorro, G., Guerrero-Zarate, F. N., Vargas-Morado, K. A., Zamudio-Castro, D., del Rocío Rodríguez-Zermeño, F., Razo-Negrete, S. L., y Angel-Hernandez, A. (2022). Aprovechamiento y preservación de los nidos de tortuga marina en México. *Jóvenes en la Ciencia*, 14, 1-8.
- Fuentes-Mascorro, G., Guerrero-Zarate, F. N., Vargas-Morado, K. A., Zamudio-Castro, D., Rodríguez-Zermeño, F. del R., Razo-Negrete, S. L. y Angel-Hernández, A. (2022). Aprovechamiento y preservación de los nidos de tortuga marina en México. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 14, 1-8. <https://doi.org/10.15174/jc.2022.3471>
- García Dueñas, R. Y., Castellanos González, M. E., & Miranda Vera, C. E. (2023). Cambio climático, manejo integrado de zonas costeras y educación ambiental: imperativos para el desarrollo sostenible de las áreas costeras. *Universidad Y Sociedad*, 15(S1), 68-79.



- GESAMP (1999). La contribución de la Ciencia al Manejo Costero Integrado. *Inf.Estud.GESAMP*, (61): 65 p.
- Guzmán-Hernández, V., García Alvarado, P. A., Rejón Puch, J. C. y Gómez, J. C. (2006). Informe técnico final 2006 del programa de conservación de tortugas marinas en Campeche, México.
- Guzmán-Hernández, V., P. del Monte-Luna, M. C. López-Castro, A. Uribe-Martínez, P. Huerta-Rodríguez, S. A. Gállegos-Fernández, J. Azanza-Ricardo, R. C. Martínez-Portugal, A. K. Barragán-Zepeda, G. P. Quintana Pali, Y. F. Martín-Viaña, P. A. Gómez-Ruíz, H. H. Acosta-Sánchez, M. López-Hernández, D. G. Castañeda-Ramírez y E. Cuevas (2022). Recuperación de poblaciones de tortuga verde y sus interacciones con la duna costera como línea base para una restauración ecológica integral. *Acta Botánica Mexicana*, 129: e1954. <http://doi.org/10.21829/abm129.2022.1954>
- Hernández, V. G., & Flores, E. A. C. (2012). Estado actual de la tortuga carey en el Golfo y Caribe Mexicanos: estudio de caso. *JAINAB oletín Informativo*, 23, 19.
- Isaac-Márquez, R., Salavarría García, O. O., Eastmond Spencer, A., Ayala Arcipreste, M. E., Arteaga Aguilar, M. A., Isaac-Márquez, A. P. y Manzanero Acevedo, L. A. (2011). Cultura ambiental en estudiantes de bachillerato: Estudio de caso de la educación ambiental en el nivel medio superior de Campeche. *Revista electrónica de investigación educativa*, 13(2), 83-99.
- Iza, A., & Córdoba Muñoz, R. (2023). Gobernanza para la adaptación basada en ecosistemas.
- Jiménez-Orocio, Oscar, Espejel, Ileana, & Martínez, María Luisa. (2015). La investigación científica sobre dunas costeras de México: origen, evolución y retos. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(2), 486-507. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.04.022>
- Kuc-Castilla, A. G. (2020). Diseño de estrategias para el control de la erosión de playas con un enfoque de manejo basado en ecosistemas. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lhumeau, A. y Cordero, D. (2012). Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. UICN, Quito, Ecuador. 17 pp.
- Luna, P. M., Nakamura, M., Guzmán, V., Cuevas, E., López, M. y Arreguín, F. (2023). Multidecadal fluctuations in green turtle hatchling production related to climate variability. *Scientific reports*, 13: 1542.
- Maass, M. (2003). Principios generales sobre manejo de ecosistemas. Sánchez, O., E. vega, E. Peters y O. Monroy-Vilchis. Conservación de ecosistemas templados de montaña de México. SEMARNAT/US Fish and Wildlife Service, UNAM, CONABIO, México.
- Oakley, J. W., Lawing, A. M., Guillen, G. J., & Gelwick, F. (2018). Defining ecologically, geographically, and politically coherent boundaries for the Northern Gulf of Mexico coastal region: Facilitating ecosystem-based management. *Ocean & Coastal Management*, 154, 1-7.
- Orozco-Bravo, M., Contreras-Cueva, A.B., Orozco-Alvarado, J. y Orozco-Zepeda, Q. (2019). Turismo de naturaleza y desarrollo sustentable y en el campamento Tortuguero "Mayito; como actividades complementarias a la protección de la tortuga marina. *InterSedes*, 41(20), 2215-2458.
- Patino-Martínez, J. (2013). Las tortugas marinas y el cambio global. *Munibe Monographs. Nature Series*, 99-105.
- Ramírez-Vargas, D. L. (2020). Evaluación cuantitativa de la opresión costera a través del análisis de las interacciones clave entre factores bióticos y abióticos. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramírez-Vargas, D. L. (2020). Evaluación cuantitativa de la opresión costera a través del análisis de las interacciones clave entre factores bióticos y abióticos. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rivera-Arriaga, E., López Chan, O., León Olea, R., Paredes, J., Arjona García, M., Espejel, I., Zetina, R. y Villalobos Zapata, G. (2019). El ordenamiento de la zona costera de Campeche, México.
- Santidrián, P. 2011. Cambio climático y tortugas marinas. *Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci)*. 41(1): 5-10.
- Santos Martínez, G. J. (2020). Caracterización interanual de playas en el estado de Campeche. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Campeche.
- SECRETARÍA CIT (2004). Convención interamericana para la protección y conservación de las tortugas marinas -una introducción.
- Secretaría de la CIT (Recopilación). 2010. Informe del "Taller Regional sobre la Tortuga Carey en el Gran Caribe y el Atlántico Occidental". Puerto Morelos, Quintana Roo, México. 23-25 Setiembre 2009. CIT, CITES, SPAW, CONANP, SEMARNAT, WWF. 56 pp. 1
- SEMARNAT (2020). Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*). SEMARNAT/CONANP, México (Año de actualización 2020).
- SEMARNAT (2020). Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*). SEMARNAT/CONANP, México.
- Shepher, G. (2006). El enfoque ecosistémico: Cinco Pasos para su implementación. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 30 pp.
- SIMEC (2024). Sistema de información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación.
- SISR. (2009). Playa Tortuguera Chenkan. Servicio de Información sobre Sitios Ramsar.
- Suárez, N. y Podvín, K. (2023). Documento de Lectura Módulo 1: Introducción a las Soluciones basadas en la Naturaleza y Adaptación basada en Ecosistemas. Curso Virtual Soluciones basadas en la Naturaleza para el desarrollo sostenible y resiliente en Colombia. Gland, Suiza: UICN y Bogotá, Colombia: Minambiente.
- Torre-Robles, L., Buenrostro-Silva, A. y García-Grajales, J. (2017). Temperaturas de incubación y proporción sexual en nidos de tortugas marinas de la playa San Juan Chacahua, Oaxaca, México. *Agroproductividad*, 10 (5), 39-45.



- UICN (1995). Estrategia Mundial para la Conservación de las Tortugas Marinas. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE.
- Yáñez-Arancibia, A. (2010). Impactos del Cambio Climático sobre la Zona Costera. Instituto de Ecología A. C. (INECOL), Texas Sea Grant Program, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México.