Programa de Acción para la Conservación de la Especie

Foto: Alex Ze'evi

TORTUGA CAREY

(Eretmochelys imbricata)

GOBIERNO DE MÉXICO | MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES | CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*)

Fotografía de portada:
Alex Ze'evi

DR © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Av. Ejército Nacional No. 223 Col. Anáhuac I Sección, Demarcación Territorial Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C. P. 11320.
www.gob.mx/semarnat

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Av. Ejército Nacional No. 223 Col. Anáhuac I Sección, Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C. P. 11320.
5554497000
www.gob.mx/conanp

Primera edición, 2009
Segunda edición, 2020

Edición: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Esta obra se publica dentro del Programa para la Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), como parte de los Programas de Acción para la Conservación de Especies (PACE).

Se autoriza la reproducción del contenido de esta obra, siempre y cuando se cite la fuente.

Forma de citar:
SEMARNAT, 2020. Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*). SEMARNAT/CONANP, México (Año de actualización 2020).

Hecho en México/Made in México

COMITÉ DE REDACCIÓN

José Eduardo Ponce Guevara
Vicente Guzmán Hernández
Adriana Laura Sarti Martínez
Athziri Carmona Sánchez

COLABORADORES

Abigail Díaz de León Benard
Abigail Uribe Martínez
Adriana Cortés
Adriana Valera Bermejo
Agnese Mancini
Alan Zavala Norzagaray
Alejandro Peña de Niz
Alberto Abreu Grobois
Antonio de J. Tun Cu
Armando Lorences Camargo
Blanca Alicia Quiroga García
Blanca Mónica Zapata Nájera
Brenda Sarahí Ramos Rivera
Carlos Delgado
Carlos Domínguez Rodríguez
Catherine Hart
Cecilia García Chavelas
Christian Noé Absalón Torres
Cruz Antonio Vázquez Gil
Daniel Arellanes García
Daniel del R. Velueta Reyes
David Gerardo Castañeda Ramírez
Deline Guadalupe García Canto
Dennis Bermúdez Díaz
Diana Lira Reyes
Dilan Ramos Ávila
Domingo de Jesús Zatarain González
Enrique Olvera
Erika Jazmín Hernández Ortiz
Ernesto Albavera Padilla
Esbaide Eliosa García
Eduardo Nájera Hillman
Eduardo Pastrana Pech Francisco
Javier Camacho Romero
Gerardo Castañeda
Israel Llamas González
Jaicy Jael Maldonado Soberanis
Javier Gómez Andrade
Jessica Viviana Cortes Briseño
Jhostin Iván Sánchez Serda
Johnny Bryan Cruz Pech
Jorge Antonio Chan Cupul
Jorge Berzunza ChÍo
José Hernández Nava
José Salvador Canul Dzul
Karla Itzel Trujano Rivera
Lorena del Carmen Flores Dzul
Lourdes Martínez Estévez
Lucelly Ramos Montejo
Esther Quintero
Manuel Jesús Chávez Cauich
María Arely Penguilly Macías
María del Carmen García Rivas
María Esther Quintero Rivero
María Mónica Lara-Uc
Martha López Hernández
Martha Harfush Meléndez
Miguel Medina García
Miriam del Rosario Tzeek Tuz
Mónica Arciniega Rossano
Paola Guadalupe Vera Méndez
Pedro Alberto García Alvarado
Perla Verónica García De la Cruz
Rafael Villanueva Alcázar
Raúl de Jesús González Díaz Mirón
Roberto Luis Herrera Pavón
Rosa Ciria Martínez Portugal
Samantha G. Karam Martínez
Sayuri Ramos
Salvador Neri Antonio

Gerardo Alonso Rivas Hernández
Gisela Maldonado
Héctor Hugo Acosta Sánchez
Ignacio Gerardo Barajas León
Ignacio Maciel Castro
Tania Zúñiga Marroquín
Wilberto Antele Sangabriel
Xóchitl Citlalli Aguilar Espinosa
Xochiquétzal Peralta Jiménez

SUPERVISIÓN DE LOS TRABAJOS DE EDICIÓN
Dirección General de Operación Regional

COORDINACIÓN EDITORIAL
Pronatura Península de Yucatán A.C./CONACYT/UNACAR/WWF/CONANP
Eduardo Amir Cuevas Flores
Melania Cecilia López Castro
Vicente Guzmán Hernández
Patricia Huerta Rodríguez

EDICIÓN Y CORRECCIÓN DE ESTILO
Janneth del Rocio Noblecilla Maldonado, CODISE

FOTOGRAFÍAS
Alex Ze'evi: Portada
Carlos Aguilera/Alianza WWF-Fundación TELMEX Telcel: Contraportada

Presentación

En México se distribuye aproximadamente el 12% de las especies que existen en el planeta; éstas y sus interrelaciones conforman una riqueza sin igual en comunidades y ecosistemas, que van desde los pastizales subalpinos y cumbres glaciares, hasta los arrecifes de coral, pasando por distintos tipos de bosques, desiertos y matorrales, los cuales conforman un mosaico heterogéneo de paisajes que alberga una elevada riqueza de endemismos (especies exclusivas del país). Esta condición le ha valido a nuestro país ser considerado megadiverso (Conabio, 2016; Groombridge y Jenkins, 2002).

Las poblaciones de muchas de estas especies se han visto reducidas como resultado de presiones como el cambio de uso de suelo, degradación y pérdida de ecosistemas, especies invasoras, sobreexplotación de recursos naturales y contaminación. Por esto, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (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 depende en gran medida de la existencia de Áreas Naturales Protegidas (ANP) donde las especies se distribuyen de forma natural. Actualmente, el sistema de Anp excluye algunos hábitats críticos para estas especies, requiriéndose mejorar la cobertura de estos instrumentos para fortalecer acciones que disminuyan las amenazas.

A través de la construcción de sinergias entre los diferentes actores y sectores de la sociedad involucrados en la conservación, se podrán priorizar las acciones de conservación con una visión integral en México. En este sentido, los Programas de Acción para la Conservación de Especies (PACE) establecen las políticas de conservación, en términos de acciones, para minimizar o revertir las fuentes de presión para cada especie, con el objetivo de promover, implementar y consolidar estrategias específicas de conservación de sus poblaciones y hábitats más representativos en México.

El PACE de Tortuga Carey fue elaborado mediante un esquema participativo de corresponsabilidad, con el 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 relacionados con la Tortuga Carey. Se utilizó la mejor información disponible para tomar las mejores decisiones en la conservación y restauración de los hábitats que la Tortuga Carey utiliza durante su ciclo de vida, y la recuperación de sus poblaciones.

Contenido

I. Antecedentes 7

Acciones de Conservación 7

Situación del Programa en la estructura gubernamental 8

Programa de Acción para la Conservación de la Tortuga Carey 9

Logros en la implementación del PACE 2009 10

Avance en la investigación y planeación en la última década 15

Conservación, manejo y política 16

Playas de anidación y monitoreo biológico 17

Salud y contaminación 21

Ecología de las poblaciones en el agua 22

Genética y biología de poblaciones 25

Objetivo General 27

Objetivos Particulares 28

II. Descripción de la especie y problemática 29

a) Clasificación taxonómica (Linnaeus, 1766) 29

b) Descripción de la especie 29

- Reproducción 30
- Ciclo de vida 30
- Comportamiento 31
- Alimentación 31
- Hábitat 32

c) Distribución histórica y actual 32

d) Diagnóstico poblacional y amenazas 44

Tendencias de anidación 46

Principales amenazas 54

e) Grado de vulnerabilidad 67

III. Metas Generales 68

IV. Estrategias de Conservación 69

1. Manejo Integrado del Paisaje 69

1.1. Componente Protección del Hábitat 69

1.2. Componente Restauración del Hábitat 71

1.3. Componente Conectividad 73

2. Conservación y Manejo de Poblaciones 74

2.1. Componente Protección y Vigilancia 74

2.2. Componente Prevención de Impactos 76

2.3. Componente Manejo de Poblaciones 77

2.4. Componente Coordinación de Actores 80
2.5. Componente Investigación y Monitoreo 82
3. Participación Social y Cultura para la Conservación 85
3.1. Componente Cultura para la Conservación 85
3.2. Componente Participación Social y Capacitación 87
4. Economía de la Conservación 88
4.1. Componente Alternativas Económicas 88
4.2. Componente Aprovechamiento Sustentable 89
4.3. Componente Instrumentos Económicos para la Conservación 90
5. Cambio Climático 92
5.1. Componente Monitoreo enfocado al Cambio Climático 92
5.2. Componente Adaptación al Cambio Climático 93
V. Ejes de Coordinación y de Soporte 94
A. Evaluación y Operación del Programa 94
A.1. Componente Evaluación y Operación del Programa 94
A.2. Componente Financiamiento 95
VI. GLOSARIO **96**
Acrónimos 99
VII. Literatura Citada 102
VIII. Instituciones Participantes en la Actualización del PACE: Tortuga Carey (*Eretmochelys inbricata*) 122
Instituciones de Gobierno Federal 122
Instituciones de Gobierno Estatal 123
Academia y centros de educación 123
Organizaciones de la Sociedad Civil 123
IX. Marco Legal 124
Cooperación Internacional 129

I. Antecedentes

Acciones de Conservación

La especie *Eretmochelys imbricata,* Linnaeus, 1766 (Tortuga Carey), es una tortuga marina pantropical, que incluye en su rango de distribución los mares y costas de México, tanto en el litoral del Golfo de México y el Mar Caribe en el océano Atlántico, como en el litoral del océano Pacífico. Entre muchas otras, una de las funciones ecológicas que realiza esta especie es mantener el balance entre comunidades bentónicas en zonas rocosas y arrecifales (Heithaus, 2013), por lo que las alteraciones en la dinámica de sus poblaciones pueden provocar desajustes de dominancia entre estas comunidades bentónicas en arrecifes coralinos y zonas rocosas (Goatley *et al*., 2012).

En México se encuentran algunas de las playas de anidación más importantes a nivel mundial, resaltando que en el Atlántico mexicano anidan las poblaciones más grandes de toda la cuenca. Por su parte, la costa del Pacífico oriental (PO) también se destaca por tener sitios de agregación de individuos juveniles y adultos que son clave para el reclutamiento de esta población seriamente diezmada, además de algunas playas de anidación en el litoral centro-norte (Meylan y Donnelly, 1999; Guzmán *et al*., 2008; UICN, 2008; SEMARNAT, 2009; Gaos *et al*., 2010, 2017; Campbell, 2014).

A nivel mundial esta especie es considerada en peligro crítico de extinción, como consecuencia del aprovechamiento extractivo insostenible de la que fue objeto por varias décadas (UICN, 2008). En México su situación no es distinta; como resultado de la pesquería dirigida en la primera mitad del siglo XX (Márquez, 1976; Márquez y Guzmán, 2008; Guzmán *et al*., 2014), sus poblaciones disminuyeron a tal nivel que en 1990 se publicó el Acuerdo de veda total y permanente para todas las especies y subespecies de tortuga marina en todas las aguas del territorio nacional, y en 1994 se incluyó en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-1994 como especie en peligro de extinción (P), estatus que permanece hasta la actualización de la Norma en 2010 y en 2019 (Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010). En 2014 se agregó en la Lista de Especies Prioritarias para la Conservación en México (DOF 31/05/1990; DOF 16/05/94; DOF 03/07/2000; DOF 05/03/14; DOF 13/08/2018). No obstante, y pese a que en la actualidad se encuentra protegida por la legislación mexicana e internacional, sus poblaciones y hábitats aún son impactadas por distintas fuentes de presión a lo largo de su ciclo de vida (Guzmán *et al*., 2008; Gaos *et al*., 2010; Cuevas-Flores, 2016; Guzmán *et al*., 2014).

En México, por más de 50 años se han implementado acciones de protección y conservación de las poblaciones de Tortuga Carey (Cano y Rocha, 1986; Guzmán *et al*., 2008; Guzmán *et al*., 2013; Márquez-Millán y Peñaflores, 2016; Guzmán, 2020), teniendo como tarea la protección de nidadas y la incorporación de crías al medio silvestre, como un esfuerzo para incrementar el tamaño de las poblaciones y revertir las tendencias de disminución en el número de individuos. Después de medio siglo de trabajo arduo en diferentes frentes para la conservación y recuperación de esta especie, muchas de las

actividades de protección, conservación y manejo han evolucionado y hoy en día se tienen nuevos enfoques para estas tareas que se desarrollan en los diversos hábitats que ocupa la especie durante su ciclo de vida. En el litoral del Atlántico (Golfo de México y Caribe mexicano) hay una trayectoria de varias décadas de esfuerzos dirigidos al conocimiento de las poblaciones de Tortuga Carey y sus hábitats, mientras que en el Pacífico mexicano los trabajos formales y sistemáticos con el mismo objetivo son relativamente recientes, dado que actualmente es una especie poco abundante en esta región. El interés sobre la población de Tortuga Carey en el PO se retoma en el 2003 (Seminoff *et al*., 2003) y se intensifica en el 2008 cuando se consideró a esta población como remanente, por los pocos individuos que la constituían (Mortimer y Donnelly, 2008; Abreu-Grobois y Guzmán-Hernández, 2009; Gaos *et al*., 2012; Hart, 2016).

Situación del Programa en la estructura gubernamental

Desde el Gobierno Federal se ha implementado una estrategia de conservación y recuperación de las especies de tortugas marinas que se encuentran en territorio mexicano. Esta estrategia está alojada en el Programa Nacional de Tortugas Marinas (PNTM), el cual a lo largo de su historia ha sido operado desde diferentes instancias gubernamentales con funciones a nivel de seguimiento técnico, lineamientos de trabajo, gestión entre actores y planeación para la recuperación de estas especies. Actualmente, de acuerdo con el Reglamento Interior de la Semarnat, el Programa Nacional de Tortugas Marinas (PNTM) se opera desde la Dirección General de Operación Regional (DGOR) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). La Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la responsable de aplicar la normatividad vigente en materia de vida silvestre para coadyuvar en la recuperación y conservación de las especies en riesgo, a partir de un trabajo coordinado con las instancias de los tres órdenes de gobierno e intersectoriales involucradas en el tema (DOF 29/11/2006).

La principal estrategia que se ha implementado en México para la conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y sus hábitats es la operación de campamentos tortugueros que están enfocados al patrullaje y monitoreo de la actividad de anidación, vigilancia y cuidado de nidadas durante su incubación, y a facilitar la llegada de las crías al mar una vez que emergieron de sus nidos. El Pnctm en la Conanp, a través de las Direcciones de las Áreas Naturales Protegidas, opera directamente algunos de estos campamentos tortugueros en playas prioritarias y, además, se coordina con otras instituciones y Osc que están a cargo del resto de los campamentos en el país, dentro de alguna Anp. En los dos últimos lustros, se ha incrementado la atención puesta en hábitats marinos de estas especies con el fin de conocer aspectos ecológicos básicos que faciliten la recuperación de sus poblaciones, así como disminuir el impacto negativo de las fuentes de presión que operan sobre las áreas en donde ocurren estos individuos.

Las acciones de monitoreo y vigilancia de hábitats costeros y marinos están particularmente regidas por el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), de la misma CONANP, en el que se enmarca la recuperación de las Especies Prioritarias para la Conservación en general, y la estructura de los PACE. El Gobierno Federal, a través de la CONANP, ha aportado recursos financieros a través de distintos programas de subsidios como el Programa de Empleo Temporal (PET), Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES), Programa de Monitoreo Biológico (PROMOBI), Programa de Vigilancia Comunitaria (PROVICOM), Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) y, más recientemente, el Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies en Riesgo (PROREST). Estas estrategias de acercamiento gubernamental han sido parte significativa de los importantes avances en la recuperación de la especie y su hábitat, fundamentalmente porque ha basado sus criterios de implementación en las actividades y componentes incluidos en los PACE.

Programa de Acción para la Conservación de la Tortuga Carey

El proceso de elaboración del PACE de la Tortuga Carey (SEMARNAT, 2009), tuvo como antecedentes una serie de esfuerzos de evaluación, diagnóstico y planeación realizados desde 2004, período en el que se había detectado una alarmante caída de la población que anida en la península de Yucatán. Estos esfuerzos incluyeron estrategias participativas como reuniones y talleres de trabajo, en los cuales se establecieron las acciones de protección y estrategias de trabajo e investigación, en distintas aristas del conocimiento biológico de la especie, subrayando el trabajo interdisciplinario e interinstitucional con la participación de la sociedad civil (Abreu-Grobois *et al*., 2005; Cuevas *et al*., 2007b; Guzmán *et al*., 2008; SEMARNAT, 2009). En este contexto, en 2009 se publicó el Programa de Acción para la Conservación de Especies, concebido como una estrategia estructurada para la recuperación de las poblaciones de la Tortuga Carey, en un marco de trabajo coordinado, mediante actividades priorizadas y jerarquizadas con un marco lógico que promoviera la optimización de recursos disponibles para la recuperación de las poblaciones de esta especie y la restauración de sus hábitats (CONANP, 2019).

Así, a la fecha, las actividades de recuperación y conservación de la Tortuga Carey en México en ambos litorales del Atlántico y Pacífico, se enmarcan en este instrumento de planeación estratégica que busca restaurar las poblaciones a niveles ecológicamente funcionales y plenamente autosuficientes que aseguren su viabilidad en el largo plazo, incluyendo su contribución en términos de la configuración de biodiversidad, del conjunto de servicios ambientales y la integridad de los ecosistemas de que forma parte (Bjorndal y Jackson, 2003).

Logros en la implementación del PACE 2009

A manera de seguimiento, y con el propósito de lograr una buena retroalimentación para su actualización, se realizó una evaluación participativa con especialistas en Tortuga Carey de los litorales Atlántico y Pacífico mexicanos, en la cual se evaluó la implementación de las actividades identificadas y planteadas en el PACE 2009.

En el período de 2013 a 2020, el Gobierno Federal concursó a través de la Ejecución del PROCER casi 100 millones de pesos para proyectos de conservación y recuperación de tortugas marinas y sus hábitats. Esta inversión contribuyó, junto con inversiones de otras agencias y fundaciones nacionales e internacionales, a que al menos se haya implementado una acción para el 97% de las actividades especificadas en el PACE Tortuga Carey, publicado en 2009 (Figura 1). Solamente, en el Subprograma de Protección, se reportó no haber atendido todas las actividades, con la implementación de al menos una acción de trabajo (87.5% de atención).

Si bien es un logro, buena parte del éxito del PNTM en México, por más de 50 años, se ha debido a la continuidad de las acciones implementadas, por lo que se requiere mantener los esfuerzos de inversión para alcanzar los objetivos y metas establecidas en los PACE de Especies Prioritarias para la Conservación.

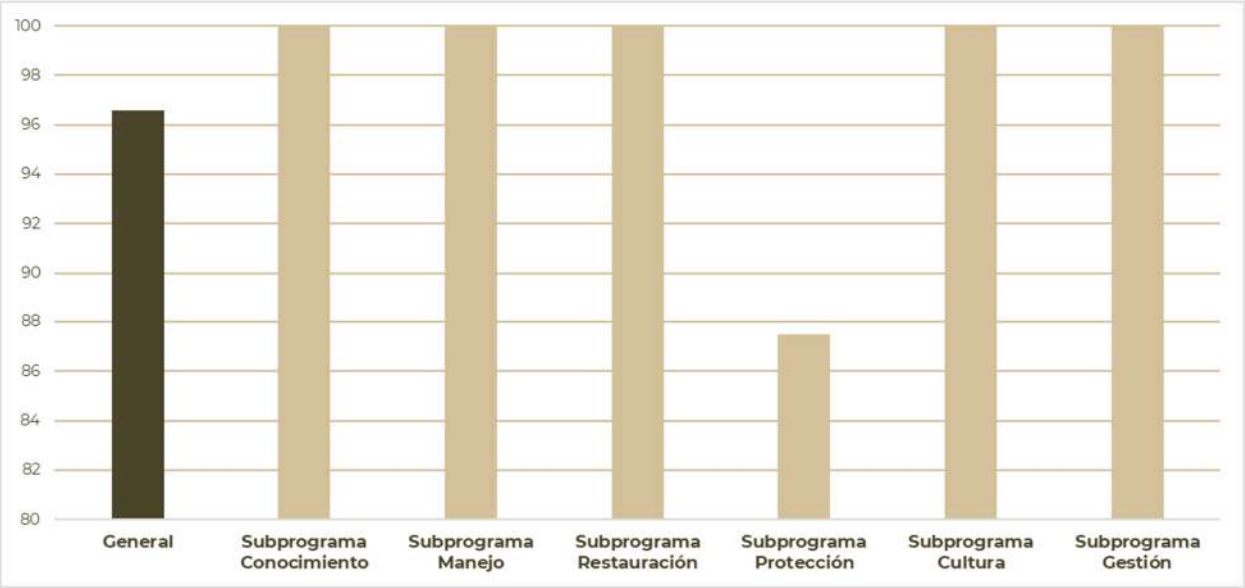

Figura 1. Avance en la implementación de al menos una acción para solventar las actividades especificadas en cada uno de los seis Subprogramas del PACE 2009, así como el nivel de atención de forma general de las actividades.

Con el objetivo de desglosar a mayor detalle los avances de las acciones implementadas, se evaluó de forma participativa con al menos un representante de cada una de las cuatro regiones en el Atlántico (Golfo de México oeste, oeste y norte de la península de Yucatán, Caribe mexicano) y tres en el Pacífico (Golfo de California e Islas, Pacífico centro-norte y Pacífico sur) de México, las cuales han sido consideradas para la construcción de este PACE. Los colaboradores respondieron una encuesta que requería la calificación de seis indicadores para cada una de las actividades

establecidas en el PACE 2009: (1) ¿se ha realizado al menos una acción para atender la actividad?, (2) ¿cuáles son las condiciones de accesibilidad de los datos e información generados?, (3) ¿cuál es el grado de resolución de la necesidad a partir de las acciones implementadas?, (4) ¿cuál es el formato en que se encuentra la información generada?, (5) ¿qué porcentaje del área que requiere la implementación de la acción fue cubierta por las actividades implementadas?; y, (6) ¿cuál es la duración del efecto positivo de resolución por la implementación de la actividad?. Las acciones evaluadas incluyen tanto estrategias para las poblaciones como para los hábitats que son críticos para que la especie pueda cumplir la totalidad de su ciclo de vida.

Las respuestas requeridas fueron de naturaleza cualitativa, que fueron posteriormente codificadas para tener valores numéricos, y se consideró una distribución exponencial para los distintos códigos numéricos asignados (Malczewski, 1999). A partir de los valores numéricos asignados por la codificación al conjunto de respuestas de los colaboradores, se implementó una categorización estadística por el método de Jenks que maximiza la variación entre categorías, y la minimiza al interior de cada una de ellas (North, 2009), con la cual se obtuvo un valor categórico de cada uno de los indicadores evaluados.

De manera general, la atención del 53% de las actividades contenidas en el PACE 2009 fueron calificadas con un nivel de avance *Bajo* en la solución de la necesidad, el 20% con un nivel *Medio*, 19% *Muy Bajo* y 5% con un nivel *Alto*. Más de la mitad de las actividades atendidas se resolvieron entre un 50 y 70% de avance, en un rango de cobertura geográfica *media* a lo *necesario*, con la necesidad de dar continuidad a las acciones ya implementadas y mantener el esfuerzo en el tiempo, a la vez que se privilegie la facilidad de acceso a la información generada.

Al hacer una revisión de los Subprogramas, de forma conjunta para los dos litorales, en ninguno se obtuvo un nivel de atención *Muy Alto* de las actividades. Del nivel de atención para todos los Subprogramas en conjunto, la categoría de atención *Baja* obtuvo el mayor promedio (51%), seguido de *Medio* (24.5%) y *Muy Bajo* (16%). De manera específica por Subprograma, los de Cultura (27.3 %) y Conocimiento (8%) obtuvieron el mayor porcentaje de nivel de atención *Alto* (Figura 2).

En términos del nivel de atención *Medio*, el Subprograma de Manejo fue el mayor (63.6%), seguido del de Cultura (27%), y el mínimo el de Restauración (6.3%). Finalmente, el nivel *Bajo* se registró mayormente para el Subprograma de Gestión (65%), seguido del de Conocimiento (58%), y el mínimo en este nivel fue el de Manejo (36%) (Figura 2).

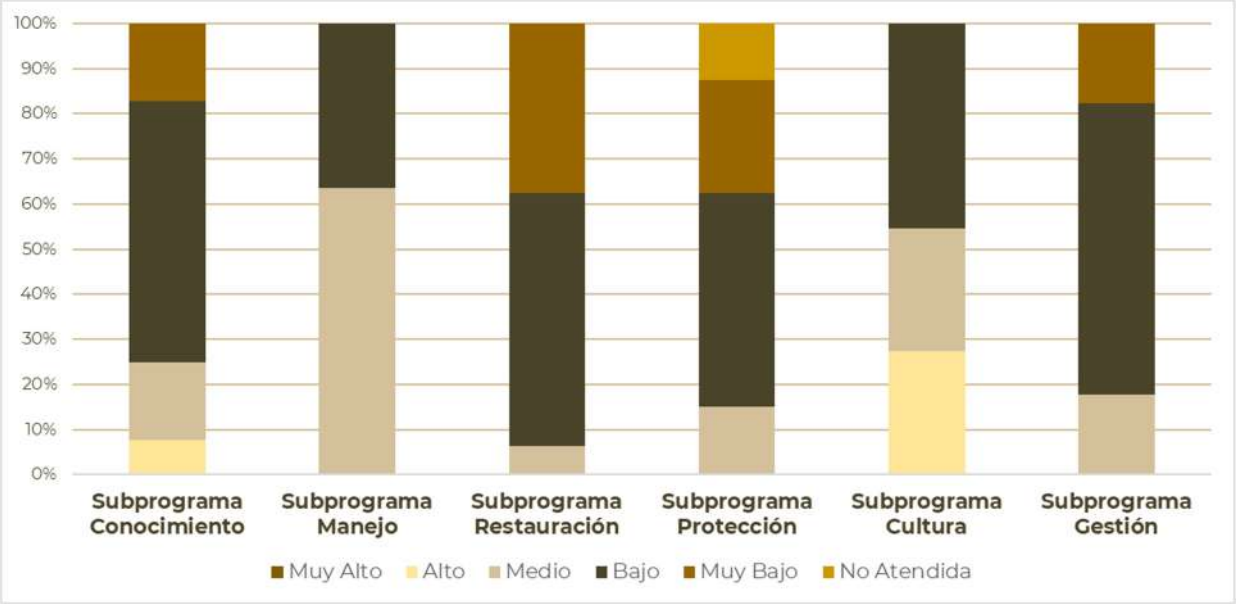

Figura 2. Nivel de atención de las actividades contenidas en el PACE Tortuga Carey (2009), considerando los litorales del Atlántico y Pacífico en conjunto.

Estos resultados, lejos de ser desalentadores, muestran avances en la atención de las actividades necesarias para la recuperación de esta especie; sin embargo, se requiere dar continuidad a los numerosos esfuerzos que se han iniciado. Con la atención en promedio del 97% de las actividades definidas en el PACE de Tortuga Carey 2009, se ha iniciado la implementación de acciones, pero éstas deben ser sostenidas en el largo plazo para generar el impacto que se requiere. Esta necesidad es un reflejo del reto que representa la recuperación y conservación de especies en peligro con una alta vulnerabilidad intrínseca (dada por sus condiciones de madurez sexual tardía, longevidad, entre otras características) y con un ciclo de vida en el que ocupa distintos ecosistemas a lo largo de su vida, que demanda numerosos esfuerzos simultáneos, intersectoriales, e implementaciones sistemáticas en espacio y tiempo, con una visión de largo plazo.

Lo anterior es complejo, y es donde la colaboración y trabajo cercano entre academia, sociedad civil y gobierno es una fórmula de trabajo que ha probado ser efectiva por décadas en varios programas de recuperación y conservación de las tortugas marinas en México. Una estrategia de inversión que se presenta como alternativa para el PNTM es el diseño de *Estrategias Bandera* en temas transversales para la inversión de un porcentaje sistemático de recursos. Estas estrategias deben ser de interés y necesidad amplios entre los actores involucrados en la recuperación de tortugas marinas, y que contribuyan a generar información estratégica y de inteligencia para orientar las acciones necesarias para restaurar a las poblaciones de estas especies y sus hábitats. Algunos de los temas que se identificaron en el proceso de actualización fueron: un programa integral de marcaje e identificación de individuos, compilación y validación de protocolos para el monitoreo biológico, estrategias de apoyo técnico para contribuir a incrementar la certeza del uso responsable y respetuoso de las necesidades de condiciones bióticas y abióticas de las tortugas marinas en sus hábitats, que son críticos para cumplir su ciclo de vida, entre otros.

Continuando con la descripción de resultados de la evaluación, para el litoral del Pacífico, el 100% de las actividades especificadas en el PACE 2009, que aplicaban para este litoral, fueron atendidas con la implementación de al menos una actividad de trabajo. El nivel de atención promedio para todos los Subprogramas en conjunto, calificado con base en los seis indicadores inicialmente descritos, fue del 75.4% en nivel *Bajo*, 9.4% *Muy Bajo*, y 7.3% en los niveles *Medio* y *Alto* (Figura 3). De manera general el grado de resolución tendió a ser de *Bajo* a *Medio*, con una cobertura geográfica y vigencia mayormente indeterminadas y con un acceso limitado a los resultados e información generada. En este litoral, la Tortuga Carey no es una de las especies de tortugas marinas más abundante y muchas de las acciones que se identificaron como implementadas para esta especie en realidad ocurrieron en un contexto de atención a otras especies más abundantes.

Para este litoral, en dos Subprogramas se registraron niveles de atención *Alto* de las actividades, el de Cultura (45.5%) y Conocimiento (10%); históricamente, las organizaciones e instituciones involucradas en la conservación de tortugas marinas en este litoral han destacado por acciones sobre educación ambiental y sensibilización de las comunidades locales. Los Subprogramas de Restauración y Protección fueron calificados en su totalidad con un nivel *Bajo* de atención, lo que puede ser, nuevamente, un reflejo de que en este litoral no es usual la implementación de actividades en estos Subprogramas específicamente dirigidos a la Tortuga Carey, dada la particularidad de su baja abundancia en playa (Figura 3).

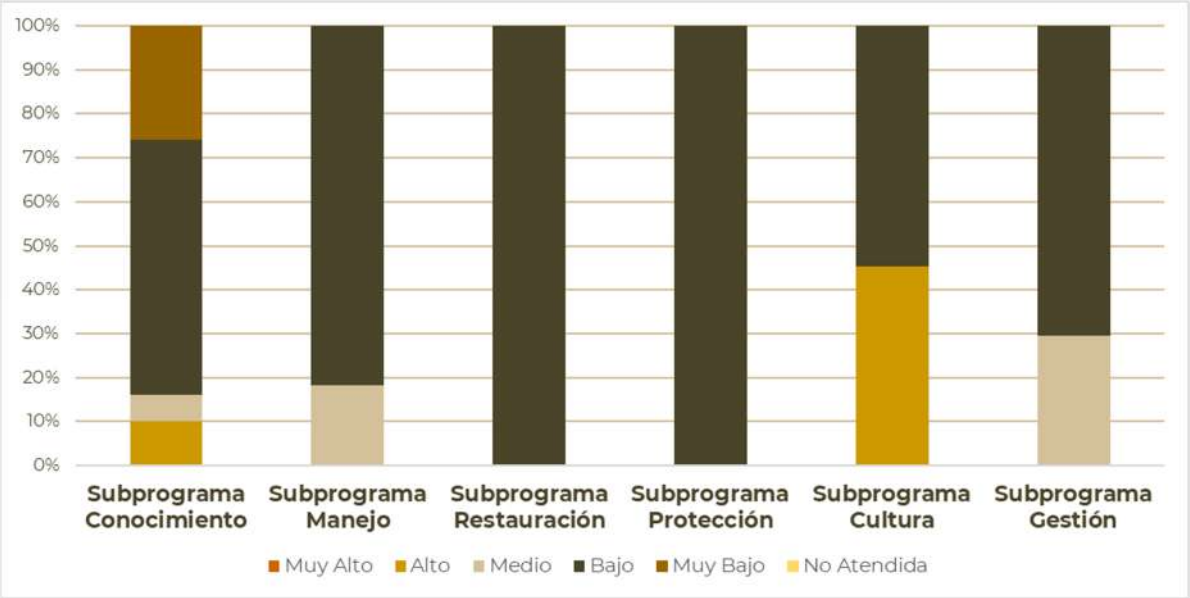

Figura 3. Nivel de atención integrada de actividades contenidas en el PACE Tortuga Carey (2009) en el litoral del Pacífico.

El conocimiento de la Tortuga Carey en este litoral muestra un avance relevante con niveles de atención *Alto* en su Subprograma respectivo. Es importante sostener en el tiempo las iniciativas que ya se encuentran en marcha para la identificación de los hábitats críticos de esta especie en agua y playa para clarificar entre autoridades y actores las estrategias prioritarias en cada Subprograma.

Aun cuando es una especie poco abundante en el litoral, estas poblaciones son reconocidas con un nivel máximo de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), por lo que agencias internacionales destinan importantes inversiones anuales a estas poblaciones.

El fortalecimiento de agregaciones estatales y regionales en comités o mesas de trabajo será estratégico para desarrollar acciones que, muy probablemente, incidirán en un mayor número de individuos de otras especies de tortugas marinas, pero que en su diseño e implementación se considere a la Tortuga Carey como una especie focal de alto interés y que los objetivos particulares de los proyectos procuren un impacto directo y visible sobre los individuos de esta especie y sus hábitats, siempre en el marco de los objetivos, metas e indicadores del PACE de Tortuga Carey.

Finalmente, en lo que respecta al litoral del Atlántico, en general se reportó un valor de atención promedio del 80% de las actividades contenidas en el PACE 2009, lo que significa que fueron atendidas con la implementación de al menos una actividad de trabajo. El mayor porcentaje promedio de nivel de atención de las actividades en todos los Subprogramas en conjunto fue el Bajo (42%), seguido de No Atendidas (21%) y Alto (19%). El nivel con el menor porcentaje fue Muy Bajo (1%).

El Subprograma Restauración tuvo el mayor porcentaje de nivel de atención *Bajo* (56%), seguido de Gestión (53%) y Cultura (46%) (Figura 4). El siguiente nivel con mayor porcentaje fue *Alto*, en el que el Subprograma de Manejo tuvo el porcentaje más alto (55%), seguido del de Cultura (36%) y Protección (20%). Es relevante mencionar que solo en este litoral se registró un Subprograma (Conocimiento) con algún porcentaje de nivel de atención *Muy Alto* (4%) (Figura 4).

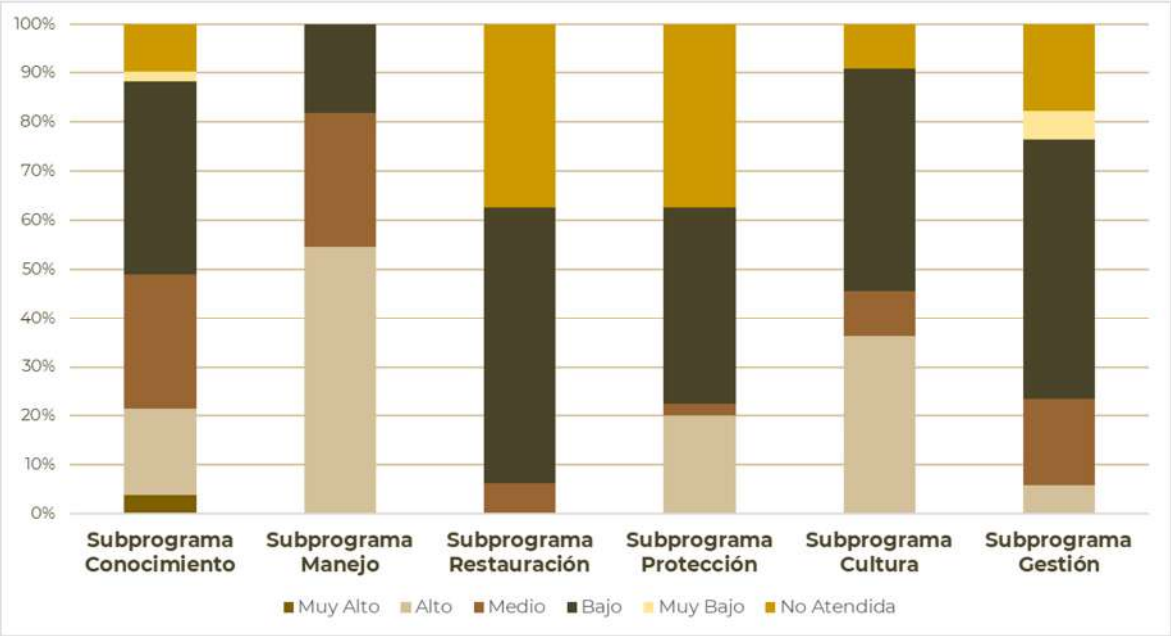

Figura 4. Nivel de atención integrada de actividades contenidas en el PACE Tortuga Carey (2009) en el litoral del Atlántico.

Las numerosas inversiones de recursos personales, financieros, materiales y de tiempo que se realizan para la recuperación de las poblaciones de esta especie en México, han sido decisivas para poder estar en el camino de recuperar varias de éstas, particularmente en las playas del Atlántico, donde al día de hoy se han registrado abundantes anidaciones que superan los valores históricos en la región, signo alentador de uno de los indicadores más utilizados para el seguimiento de sus poblaciones. Los resultados están a la vista, los colaboradores en México constantemente crean conocimiento, forman nuevas generaciones de especialistas en tortugas marinas y, sobre todo, actúan en distintos frentes como son las temáticas de los Subprogramas, utilizando la mejor información disponible para la toma de decisiones, y proponiendo alternativas para un desarrollo respetuoso de las especies en peligro y sus hábitats.

Sin embargo, el camino por recorrer es largo para lograr las metas establecidas en los PACE, así como la construcción de información que precisa el Método de Evaluación de Riesgo (MER) establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; por lo que se requieren inversiones estratégicas que se dirijan a incidir en aquellas zonas en las que por décadas se han realizado esfuerzos y que se sabe son estratégicas para la recuperación de la especie. El costo de implementar acciones puntuales o en el mediano plazo para posteriormente abandonar la estrategia es muy alto; una vez que un programa ha logrado la madurez en términos de consistencia en sus protocolos de monitoreo y evaluación de las poblaciones y sus hábitats, es clave cooperar para su mantenimiento en el largo plazo.

Las inversiones que se planteen para la recuperación de las poblaciones de especies de tortugas marinas, y en particular para la Tortuga Carey, deberán ser visualizadas en el largo plazo. Ha tomado más de cinco décadas llegar al lugar en el que se encuentran las poblaciones actualmente, y si se considera que los estándares internacionales de indicadores de recuperación de especies en peligro marcan que se requiere implementar acciones durante la existencia de tres generaciones de la especie, el recorrido que queda es largo y demanda de la cooperación de todos los actores involucrados para desarrollar un plan estratégico de inversión y seguimiento en México.

AVANCE EN LA INVESTIGACIÓN Y PLANEACIÓN EN LA ÚLTIMA DÉCADA

Desde 2009, las acciones de conservación de Tortuga Carey han evolucionado. Por poner un ejemplo en materia legal, se ha implementado la priorización de la incubación *in situ* de nidadas, a partir de la publicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012 (DOF 01/02/2013). Además, se han realizado investigaciones y trabajos que han atendido algunas de las necesidades establecidas en el PACE de Tortuga Carey publicado en 2009 (SEMARNAT, 2009).

Conservación, manejo y política

En 2014, se realizó un compendio de los impactos ambientales acumulados sobre los hábitats críticos y las poblaciones a lo largo del tiempo para la Tortuga Carey. Se hizo el diagnóstico y actualización de las fuentes, tipos y niveles de impactos naturales, como los distintos tipos de contaminantes (orgánicos e inorgánicos), patógenos, lumínicos, ruido; además de fenómenos como la erosión costera; el establecimiento de infraestructura y el cambio de uso de suelo en playas; la actividad pesquera en sus diferentes formatos y los eventos climáticos, todos ellos relacionados con la recuperación diferenciada de *E. imbricata* en comparación con las otras especies del área (Guzmán *et al.*, 2014).

En la publicación de la CIT en 2014, *Estado de Conservación de la Tortuga Carey en las Regiones del Gran Caribe, Atlántico Occidental y Pacífico Oriental* se exponen los avances realizados en estas regiones, actualización de tendencias y recomendaciones para la especie (Campbell, 2014). Cabe destacar que en esta publicación la región del PO se considera como una zona prioritaria de atención, en la que se deben implementar acciones de conservación que incluyan educación ambiental, control de la pesca incidental, la pérdida de hábitat críticos y el desarrollo de habilidades técnicas para el manejo de la especie.

Se desarrolló una propuesta por Frías-López (2015) para cinco playas con presencia de Tortuga Carey en Campeche, con una visión económica sobre el costo-beneficio de la inversión en la conservación de la especie. El análisis pretende maximizar el crecimiento promedio de la población de tortugas, considerando un presupuesto determinado y un marco temporal, utilizando datos empíricos de parámetros reproductivos y conocimiento experto. Se aplicó un análisis rentable al manejo de especies individuales y combinadas. El manejo individual podría ser más costoso, ya que cada especie requiere un conjunto particular de acciones de conservación. El enfoque "multiespecie" seleccionó acciones de conservación que disminuyen la inversión, proporcionan mayores beneficios y el retorno de la inversión.

Como resultado de la aplicación de la NOM-162-SEMARNAT-2012 en los campamentos tortugueros de Isla Aguada y Chenkan en Campeche, se encontró que en ambas playas la depredación de nidos no está relacionada directamente con la cantidad de nidos incubados *in situ*, sino que existen otros factores que juegan un papel importante sobre la movilidad, cantidad y tipo de fauna presente en las mismas (Cortes-Briseño, 2015).

En el capítulo dedicado a la Tortuga Carey del libro *Las tortugas marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación*, publicado por la CONANP en 2016, se da una actualización, a manera de sinopsis, abordando diferentes temáticas relacionadas con la especie en México (Cuevas, 2016).

En el reporte regional elaborado por el Grupo de Especialistas de Tortugas Marinas (MTSG, por sus siglas en inglés) de la UICN, se habla de conservación, distribución, abundancia y tendencias en sitios de anidación y áreas marinas (Cuevas *et al*., 2018).

En el libro *El uso del conocimiento de las tortugas marinas como herramienta para la restauración de sus poblaciones y hábitats asociados,* publicado en 2019 por la Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR), nueve de 29 capítulos se dedican a la Tortuga Carey, solo por debajo de las menciones de *Chelonia mydas* y *Lepidochelys olivacea* (Uribe *et al*., 2019). Los temas abordados van desde los hábitats críticos relacionados con la pesca, atención a varamientos de tortugas vivas, aplicación de métodos forenses para tortugas marinas varadas, anidaciones en el largo plazo dentro de una laguna costera, foto-identificación de tortugas como marcaje alterno, monitoreo de temperaturas en playas de anidación, caracterización de individuos en zonas de agregación, comportamiento de buceo de adultos bajo el mar, y monitoreo de anidaciones en el largo plazo, entre otros temas no menos importantes.

Playas de anidación y monitoreo biológico

En el Golfo de México, con excepción de Tabasco, los registros de la especie en el litoral son frecuentes; sin embargo, Zurita y Azpeitia (2010) obtuvieron registros orales de anidaciones de Tortuga Carey recientes e históricas en este estado. Las anidaciones se consideran ocasionales, aventuran que una colonia fue extirpada antaño por sobreexplotación. Concluyen que las playas de Tabasco no son importantes para la anidación de esta especie, debido a las características fisiográficas e hidrológicas de la costa que tiende a inundarse, y está severamente erosionada además de que los sedimentos en su mayoría finos y lodosos son propensos a almacenar y concentrar metales pesados. Asimismo, confirmaron que la Laguna del Carmen es un área de alimentación y crecimiento relevante para Tortuga Carey, pero no como zona de apareamiento.

González-Garza y colaboradores (2010) presentaron un compendio cartográfico de todas las playas de anidación de Tortuga Carey en el estado de Campeche, con el objetivo de apoyar en la toma de decisiones sobre la priorización de recursos, en función de la importancia y niveles de amenaza locales.

Las actividades de reproducción de Tortuga Carey en playas interiores de Laguna de Términos han sido registradas oficialmente desde la década de los ochenta, en la parte sudoriental de la Isla del Carmen y para la playa de Chacahito (Guzmán *et al*., 1995; 2010) no obstante, debido a la persistencia anual de anidaciones en cantidades importantes, su presencia supone un fuerte arraigo histórico dentro de la misma, y es de las pocas colonias que anidan dentro de una laguna costera, con excepción de las reportadas en unos islotes del Pacífico dentro de la bahía de Jiquilisco en El Salvador (Gaos *et al*., 2010; Guzmán *et al*., 2010; Guzmán, 2019; Segoviano-Padrón, 2012).

Se actualizaron los parámetros reproductivos de la Tortuga Carey, para la playa índice de Las Coloradas, Yucatán, tales como el periodo de remigración e interanidatorio, la frecuencia de puesta, la variación de la fecundidad y la estructura de la población anidadora (remigrante-neófitas) (Frías-López, 2012).

Los primeros estudios formales de temperatura se hicieron en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) por la CONANP en los años 2009, 2011, 2012, 2013 y 2014, analizando las playas de Chenkan e Isla Aguada. Se concluyó que la tendencia en la proporción sexual de las crías de Tortuga Carey es feminizante, y supone también que las altas temperaturas provocaron la muerte embrionaria (Fernández-Bringas, 2013). En 2013, se tomaron los primeros registros de temperatura de nidos y sustrato de anidación en Las Coloradas, Yucatán, donde se determinó la producción de calor metabólico, las temperaturas letales, subletales y óptimas en nidos (Caballero-Espadas, 2013).

Lozano-Robles (2017), propuso acciones de conservación ante incrementos en la temperatura de la playa para minimizar su efecto en la arena a través de sensores instalados en la zona de anidación, además de estructuras que proporcionan sombra y la aplicación de riegos diarios a ciertas horas del día. El sombreado natural tuvo mejores resultados que el artificial en la playa de El Cuyo, Yucatán, lo que concuerda con lo mencionado por Hernández-Cortés (2015) y Hernández-Cortés y colaboradores (2018), en donde concluyen que la sombra natural disminuye y estabiliza la temperatura, y por lo tanto también el sesgo hacia el desarrollo de hembras y las temperaturas letales para crías y embriones.

A partir del incremento de las temperaturas en la playa por encima de los 29 grados centígrados con un máximo de 33 grados centígrados, se observó que es frecuente que los nidos durante su incubación alcancen temperaturas letales y subletales para las crías, porque carecía de cobertura vegetal (sombra) que impidiera amortiguar o controlar la temperatura de incubación (Hernández-Cortés *et al*., 2018).

Montero-Flores (2019), evaluó la incubación de nidos de Tortuga Carey, en relación con parámetros abióticos (PA) presentes en la playa de Isla Aguada, Campeche, en 2017. Afirmó que los PA que más influyeron durante el proceso de incubación en nidos incubados en corral e *in situ* fueron las temperaturas mínima y máxima del nido y la ubicación del nido en el perfil de playa.

Flores-Aguirre y colaboradores (2020) concluyeron que el cambio climático desempeña un papel crítico en la aptitud de la población de Tortuga Carey debido a que el aumento de las temperaturas puede sesgar la proporción sexual hacia las hembras. Por ello, en tres playas de anidación del oeste de la península de Yucatán, se monitorearon las temperaturas de nidos *in situ* y la relación sexual de las crías. Los resultados mostraron que la temperatura de incubación era más cálida que la temperatura pivote en el 82% de los nidos y éstos contenían solo crías femeninas,

confirmado a través de la histología de las gónadas de crías muertas. Mencionan que la cantidad de sombra por encima de los nidos y las precipitaciones fueron los factores más influyentes para disminuir las temperaturas del nido. La proporción sesgada hacia las hembras podría tener consecuencias negativas para el mantenimiento de las poblaciones de tortugas marinas en la península de Yucatán, por lo que es necesario reducir esta tendencia.

Cabrera (2017) evaluó cuál es la profundidad más adecuada de nidos construidos en corrales de incubación, y propuso opciones de manejo para disminuir los efectos de la depredación natural de los nidos de esta especie por mapaches en la isla de Holbox, en Quintana Roo.

En el libro *Successful Conservation Strategies for Sea Turtles*, publicado por editorial Nova en 2015, se hizo el primer planteamiento de análisis de datos de manera formal para la biología reproductiva y las tendencias de la especie, particularmente para el estado de Campeche, México (Guzmán *et al.*, 2015).

Se ha hecho investigación sobre la influencia de la pendiente y anchura de la playa en la actividad de anidación de Tortuga Carey en la playa de El Cuyo, Yucatán (Cuevas *et al.*, 2010), tema muy relacionado con el impacto de la erosión del hábitat en la anidación en Isla Aguada y Chenkan, Campeche. Los resultados presentaron una asociación de anidación en las playas de arena media y gruesa, y preferencias de las zonas de meso y supra playa. La erosión costera mostró tendencias en afectar la selección del sitio de anidación; la densidad de anidación de las tortugas no se afectó considerablemente debido a que hay otros factores que están más ligados al comportamiento de las tortugas y a su preferencia de anidación en el perfil de playa (Gasca-Parra, 2012).

Sobre la evolución morfológica de la acumulación de arena, las investigaciones se orientaron a analizar la dinámica costera para aspectos de ingeniería. Las playas de Campeche estudiadas, consideradas como sitios de anidación de Tortuga Carey, fueron: Tortugueros en la Isla del Carmen (Escudero *et al.*, 2019) en donde se analizaron los fenómenos de erosión y acreción de arena en el sitio; Ramírez-Vargas y colaboradores (2017) que analizaron en Sabancuy las causas de la pérdida de costa, Ramírez-Vargas y colaboradores (2019) en Playa Bonita y Sabancuy. Kuk y colaboradores (2019) propusieron un ecosistema híbrido para el control de la erosión en la zona de Sabancuy; Canul y colaboradores (2019) realizaron un diagnóstico de la erosión en la playa de Chenkan proponiendo alternativas verdes de intervención. También hay propuestas de solución a nivel de ingeniería en la costa de Campeche como una forma de gestión sostenible (Canul *et al.*, 2018); y, detección de cambios de la línea de costa tortuguera a escala nacional en Nayarit y Campeche (Valderrama *et al.*, 2019).

Como un sistema alternativo de identificación de individuos de Tortuga Carey, se implementó la foto-identificación de hembras anidadoras en las playas de Chenkan e Isla Aguada (Campeche), utilizando como marca natural el patrón de distribución, la forma y coloración de las escamas faciales de cada individuo. Las fotografías se hicieron en formato digital y las comparaciones entre imágenes se hicieron en formato Wild-ID. La identidad de los individuos se confirmó por comparación visual, y fueron comparados y corroborados por el sistema tradicional de marcaje metálico. La eficiencia del método para la especie fue del 40% (Labastida-Estrada, 2012).

Dentro del proyecto de marca recaptura, se etiquetaron hembras anidadoras a lo largo de decenas de kilómetros de playas de anidación. El objetivo fue conocer y monitorear las tasas vitales reproductivas de las poblaciones, así como evaluar la conectividad local, regional e internacional con otras playas de anidación y colonias en el Atlántico. Después de 25 años se ha evaluado la variabilidad espaciotemporal de la estructura de tamaño de las hembras de anidación, la fecundidad por individuo, la frecuencia de anidación, los períodos de interanidación y la remigración, las contribuciones de neófitas y remigrantes, así como el reclutamiento de individuos inmaduros para las poblaciones reproductivas. También se implementó un análisis innovador para el manejo y recuperación de tortugas marinas para evaluar la conectividad (Guzmán *et al*., en prensa).

La red Iniciativa Carey del Pacífico oriental (ICAPO) conformada por varios países, se estableció para consolidar la información, promover proyectos de conservación y crear conciencia sobre la Carey. Según información de 2007 a 2009, El Salvador y Nicaragua albergan la mayoría de la actividad de anidación de Tortugas Carey conocidas en el Pacífico oriental, con 79.6% (n=5430) de todos los registros de observación de anidación, y México alberga la mayoría de los registros de Tortugas Carey en el mar, con el 60.3% (n=544; ICAPO, 2008; Gaos *et al*., 2010; 2017).

Antes de 2008 la Tortuga Carey se consideraba prácticamente ausente en el PO. Los registros eran oportunistas y prácticamente inexistentes; hasta esa fecha se reconocía a la playa de Platanitos, Nayarit, seguida de Cuitzmala y Teopa, recibiendo entre seis y nueve nidos por año, pero desde 2017, Isla Ixtapa, en Guerrero se ha reportado como la playa con más anidaciones en el Pacífico mexicano, con un promedio de 20 nidos por temporada. Hoy en día se ubican anidaciones desde el estado de Jalisco hasta Oaxaca, destacando el uso de estuarios de manglares para anidar (Abreu y Guzmán, 2009; Gaos *et al*., 2010; 2017; ICAPO, 2008; Santiesteban-Espíndola *et al*., 2014). Resalta la importancia de cada una de las playas de anidación de Tortuga Carey, las cuales, aunque presentan densidades bajas comparativamente con el Golfo de México, no son eventos aislados, subrayando que son las colonias más norteñas del PO (Hart, 2016).

Salud y contaminación

Por cuanto, a la salud de las Tortugas Carey, Lara-Uc y colaboradores (2011), determinaron los valores hematológicos y bioquímicos de la especie en individuos con o sin parásitos y con o sin fibropapilomas en el norte de la península de Yucatán, presentando el primer registro conocido de fibropapiloma en Tortuga Carey de la región.

Se tipificaron 31 tipos de malformaciones externas congénitas en crías y embriones de Tortuga Carey en nidos *in situ* entre 2010 y 2012 en la península de Yucatán. La frecuencia de malformación se evaluó con índices de prevalencia y gravedad en embriones, crías muertas y vivas; en estas últimas, las malformaciones comprometen su salud y supervivencia. Esta especie ocupa el segundo lugar en número de malformaciones congénitas, ubicándose entre la Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) y la Tortuga Verde (*Chelonia mydas*). No se pudo determinar si los niveles de malformación observados son normales o representan un problema de salud (Bárcena-Ibarra *et al*., 2015).

Salvarani y colaboradores (2019), a partir de valores hematológicos, detectaron contaminación por pentaclorofenol (PCA) en plasma sanguíneo y huevos, con una posible transferencia materna. Los PCA se encontraron en todos los huevos analizados, mostrando concentraciones altas. Rendón von Osten (*com. pers.*) encontró que pesticidas organoclorados como HCH, Drines, Endosulfan, DDT y bifenilos policlorados (PCB) se acumulan en tejido graso, hígado, riñón, músculo y cerebro, y pueden afectar el sistema de orientación de juveniles, lo que puede causar su muerte (Guzmán y García, 2016).

En el PNAC, se reportó la presencia de 16 tipos de plaguicidas organoclorados (POCs) en plasma de Tortuga Carey, en los que predominaban los HCH, los drines, los endosulfanes y, con menor representación, los DDT. También se encontraron metales pesados en plasma y tejido, principalmente cadmio y mercurio, reconocidos por su efecto tóxico (CONANP-ECOSUR, 2015). Además, en el análisis de presas de Tortuga Carey (esponjas) detectaron mercurio y cadmio (Conanp-ECOSUR 2015).

Se realizaron investigaciones sobre la evaluación de las concentraciones de contaminantes orgánicos persistentes en plasma sanguíneo de hembras reproductoras de Tortuga Carey y sus huevos, y se descubrió una relación directa entre la talla de las hembras y el tamaño de sus nidadas, respectivamente (García-Besné, 2011). Asimismo, se encontraron datos de referencia de concentraciones de contaminantes como drines, hexaclorociclohexano (HCH), endosulfanes, clordanos, heptacloros, metoxicloro, dicloro difenil tricloroetano (DDT), dicloro difenildicloro etileno (DDE) (García-Besne *et al*., 2015; Morales Rodríguez y Cobos-Gasca, 2005; Salvarani *et al*., 2019).

Trembley y colaboradores (2016), encontraron una relación entre la presencia de pesticidas organoclorados (endosulfanos, aldrinas) y DDT y el nivel de indicadores de estrés oxidativo y contaminantes en hembras de Tortuga Carey en Punta Xen, Campeche, siendo significativo entre la talla y la capacidad metabólica de respuesta individual ante estos pesticidas.

Wallace y colaboradores (2020), describieron el impacto de la contaminación por derrames petroleros en las tortugas marinas, como los ocurridos en los siniestros de Vestabella en 1991, en el Caribe, y '*Deep Water Horizon*', en el norte del Golfo de México, en 2010. En estos accidentes se documentaron afectaciones directas sobre la Tortuga Carey, en juveniles y en otros estadios no determinados. Lo anterior, adicional al efecto tóxico al corto y largo plazo. No sería de extrañar que algunos de estos individuos sean los nacidos en playas mexicanas que se encontraban en los círculos de corrientes de camas de sargazo durante su fase pelágica.

Ecología de las poblaciones en el agua

En Sisal, Yucatán, se evaluó el reloj circadiano y orientación de la brújula solar en crías. Los resultados detallan las diferencias angulares en la dirección magnética y la actividad natatoria de las crías durante los primeros cuatro días con un ritmo crepuscular organizado, lo que establece el tiempo y espacio crítico del reclutamiento de las crías al mar respecto a sus depredadores (Gopar-Canales y Miranda-Anaya, 2014).

Los cambios relativos en el número de anidaciones de Tortugas Carey están relacionados con la variabilidad climática en la Cuenca del Golfo de México y el Atlántico Norte, durante el período 1980-2010, se encontró una diferencia en el número de anidaciones de Tortuga Carey en el sur del Golfo de México (SGM), marcada en ciclos de siete años. Estos resultados sugieren que la dinámica poblacional a largo plazo en el Sgm está relacionada con una fluctuación ambiental cuasi decadal en toda la cuenca del Atlántico Norte que puede estar influenciada por interacciones tróficas ente condiciones ecológicas favorables y desfavorables. Ambas señales están inversamente correlacionadas con ciclos de periodicidad similar en la temperatura superficial marina (TSM) del Atlántico Norte. La planificación de la conservación de esta especie debe centrarse en el efecto potencial de los aumentos lineales de la Tsm, como se espera de la tendencia actual del calentamiento global, y la variabilidad ambiental natural a largo plazo (del Monte et al., 2012).

Álvarez-Acosta (2016), probó que el inicio de la temporada de anidación está relacionado con el máximo gradiente de la Tsm en las áreas de interanidación, comportamiento que mostró ser consistente en todos los años del periodo estudiado, pero que fue más pronunciado para las playas de Campeche, en las cuales el intervalo anual de temperaturas es más amplio. Por otro lado, las temporadas de anidación se mostraron asociadas a una disminución de la Tsm con respecto del ciclo anual. Asimismo, se encontró una relación entre la temperatura y la duración de la temporada de anidación en todas las playas, concluyendo que los años más cálidos se asocian con temporadas de anidación más largas.

En dos estudios regionales coordinados por Bjorndal y colaboradores (2016; 2017) se menciona que por diversos cambios drásticos de tipo espectro trófico se presentan variaciones en los regímenes ecológicos, como resultado de una sinergia de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y el incremento de la Tsm, se afectaron las tasas de crecimiento de juveniles de Tortuga Carey, entre ellas las colonias de México, en donde las variaciones en el año tuvieron efectos significativos en el crecimiento, la dieta y tamaño del cuerpo. Durante un largo periodo, las tasas de crecimiento aumentaron en los primeros años hasta 1999, luego disminuyeron un 26% hasta 2015. El efecto anual es de particular interés porque las especies carnívoras de tortugas marinas exhibieron disminuciones significativas similares en las tasas de crecimiento a partir de 1997 en el Atlántico Occidental.

Se formalizaron los trabajos y protocolos de monitoreo de juveniles de Tortuga Carey en la zona de agregación de Punta Xen, Campeche y Cozumel, Xcalak y Banco Chinchorro en Quintana Roo, mediante Programas de Subsidios de la CONANP (CONANP-ECOSUR, 2014a; 2014b; 2015; 2016); se reconocieron como zonas importantes de juveniles los arrecifes de Cozumel, Quintan Roo y la zona de Punta Xen-Chenkan, Campeche. Estos trabajos se continuaron a través de un trabajo de tesis (Apolinar-Castillo, 2018) en el que subraya que Punta Xen, en el litoral central de Campeche, es un tipo de hábitat favorable para la agregación de juveniles de Tortuga Carey por las especies presa presentes, que influyen en el crecimiento y hace que permanezcan aquí hasta por dos años.

López Castro *et al*., 2015, describe la zona de Punta Xen-Chenkan, como una zona de resguardo y alimentación de juveniles importantes, se caracteriza por un fondo rocoso y con disponibilidad de alimento.

Se encontró que, en Campeche, en las localidades de la Reserva de la Biosfera Petenes, en Puerto Real, en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos y Punta Xen-Chenkan, la Tortuga Carey prefiere sitios con fondos rocosos y arenosos, rodeado de pastos marinos con parches dispersos de macroalgas y esponjas principalmente incrustantes (CONANP-PPY, 2014).

El Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (PNAC) es reconocido como una zona de alimentación propicia para la Tortuga Carey, con una favorable disposición de alimentos, principalmente constituido por esponjas. La composición de la dieta de la Tortuga Carey se hizo por análisis de excretas y por contenido estomacal. Las especies identificadas son: *Geodia neptuni*, *Spirastrella coccinea*, *Tectitethya crypta*, *Agelas conifera*, *Chondrilla nucula* y *Geodia* spp, *Ircinia strobilina*, *Aplysina cualiformis* (CONANP-ECOSUR, 2015; 2016).

Herrera-Pavón (2010) evaluó la mortalidad de las tortugas marinas en las capturas incidentales por efecto de las pesquerías ribereñas en Quintana Roo; asimismo, se describieron y cuantificaron los efectos de las artes de pesca en las que se realizan las capturas incidentales de tortugas marinas con el fin de proponer las alternativas de uso de artes de pesca para mitigar las capturas incidentales, del total capturado más del 55% fueron Tortugas Carey.

De la interacción entre la actividad pesquera y la Tortuga Carey en el estado de Campeche, se encontró que: la flota ribereña, por el número de embarcaciones, representa el mayor impacto a la población; que al menos el 80% de los pescadores entrevistados han capturado alguna vez una tortuga marina; la red de monofilamente es el arte de pesca en la que más se capturan tortugas marinas, que la Tortuga Carey es la especie más capturada incidentalmente (SeeMaat, 2012; Guzmán Hernández, *et al*., 2009; Cuevas *et al*., 2018).

Cuevas y colaboradores (2018), utilizando un enfoque participativo y mapeo explícito, definieron puntos críticos de captura incidental de Tortuga Carey en la península de Yucatán. En este trabajo recopilaron datos de esfuerzo pesquero y captura incidental de tortugas marinas por pescadores locales en 15 puertos que, analizados junto a datos de telemetría satelital, definieron los sitios críticos de interacción de la Tortuga Carey y la actividad pesquera.

El litoral del Po, respecto a la Tortuga Carey, pareciera ser más importante como hábitat de alimentación y crecimiento, que sus playas de anidación (Abreu y Guzmán, 2009; Guzmán et al., 2008; ICAPO, 2008). La Península de Baja California se refiere como uno de los sitios más importantes; sin embargo, hay reportes de sitios con presencia de Tortuga Carey en el agua a lo largo de toda la costa, hasta el estado de Chiapas (Abreu y Guzmán, 2009; Gaos et al., 2010; ICAPO 2008; Karam-Martínez et al., 2014; Seminoff, 2003; Zúñiga-Marroquín y Espinosa de los Monteros, 2017).

El Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo (PNZMAES), en la Ensenada La Partida, es uno de los sitios de alimentación importantes que se han identificado en el Golfo de California, y con un trabajo de monitoreo a largo plazo, tiene registros desde 2010 de Tortugas Carey que llegan a alimentarse. Esto se ha logrado debido a la participación y al monitoreo marino realizado por el personal del Área de Protección de Flora y Fauna Isla del Golfo de California (APFFIGC) y a las actividades de monitoreo realizadas por Grupo Tortuguero de las Californias A.C., desde 2008, con el apoyo de los pescadores ribereños, quienes han señalado la presencia de la Tortuga Carey, reconociéndola como la tortuga de las 13 pencas. La mayoría de los ejemplares avistados, capturados y recapturados de Tortuga Carey son juveniles (DRPBCPC-APFFIGC, 2014; 2013). En 2014, se tuvo el primer registro de Tortuga Carey por el campamento pesquero “Punta Los Muertos” (DRPBCPC, 2013; 2014).

El Programa de Protección y Conservación de Vida Silvestre del Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Sinaloa (CIIDIR), reportó el rescate de seis Tortugas Carey por pescadores de los grupos de monitoreo de tortugas marinas en el sistema lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule, Sinaloa, México. En este sistema hay una población importante de Tortuga Carey en los manglares y en las zonas rocosas. Las tortugas estuvieron en rehabilitación y se liberaron al medio natural en perfectas condiciones (Alan Zavala, 2015 *com. pers*.).

En los últimos años, el trabajo realizado por investigadores de la Universidad de California en Santa Cruz, en colaboración con el Grupo Tortuguero de las Californias A.C., ha identificado el estero de la isla San José, 60 kilómetros al norte de La Paz, Baja California Sur, como un sitio de alimentación importante para la especie, con más de 100 individuos registrados (Martínez-Estévez *et al*., en revisión). Así mismo, mediante telemetría satelital y acústica, el Parque Nacional Cabo Pulmo, algunas bahías y esteros dentro del Parque Nacional Bahía de Loreto, siguen siendo reconocidos como sitios de agregación y alimentación importantes para Tortuga Carey (Grupo Tortuguero de las Californias A.C./ICAPO, 2020 *com. pers.*; Martínez-Estévez *et al*., en revisión).

Así mismo, Hart y colaboradores (2020 *com. pers.*) han hecho estudios de seguimiento satelital en Nayarit y Jalisco, en las colonias de anidación de Costa Careyes y Punta de Mita, donde se ha comprobado la conectividad de estos dos sitios con las islas Marías y el sur de Mazatlán (Hart, *2020 com. pers.*). También se han realizado esfuerzos importantes para el seguimiento de juveniles y subadultos en esta zona. La información de estos hallazgos está disponible en seaturtle.org y ha sido presentada en diversas reuniones nacionales.

En 2019, Ramos-Ávila y colaboradores hacen la caracterización de los individuos de Tortuga Carey en el PNZMAES. Determinaron que, entre 2014 y 2016, en este sitio hay predominancia de organismos juveniles y subadultos que tienen crecimiento exponencial entre longitud y peso. En este mismo sitio, Barraud y colaboradores (en revisión), determinaron que la población está principalmente compuesta por juveniles (76.7%), seguido por hembras (22.5%) y machos (únicamente el 0.8%). Esta zona se caracteriza como área de desarrollo o crecimiento para la Tortuga Carey.

En la revisión de contenidos estomacales realizada a individuos de Tortuga Carey del PNZMAES, para tratar de estructurar la composición de su dieta, se encontraron las siguientes especies de algas: *Centroceras* sp., *Gracilaria* sp., *Neosiphonia johnstonii*, *Rhizoclonium* sp., *Ulva intestinalis*, *Ulva Lactuca*; esponjas: *Chondrilla* sp., *Cliona* sp., *Geodia* sp., *Geodidae* sp., *Haliclona* sp.; y crustáceos: *Copepoda* sp., *Crustacea* sp. (Ramos, 2019; CONANP, 2018).

GENÉTICA Y BIOLOGÍA DE POBLACIONES

Se determinó que la paternidad múltiple ocurre en la especie, aunque no es frecuente (14% de incidencia). El comportamiento reproductivo de la población no es aleatorio, está estrechamente relacionado a la ubicación como consecuencia de la filopatría y la fidelidad a los sitios de apareamiento. Lo anterior resulta en una baja estructura poblacional donde, a pesar de que existen tres grupos genéticamente diferenciables (Campeche, Celestún en Yucatán y la zona noreste de la península), conforman un sistema poblacional conectado como resultado del flujo genético. Lo anterior, junto con otros reportados sobre la estructura poblacional a partir del ácido desoxirribonucleico mitocondrial (ADNm), permite sugerir cuatro Unidades de Manejo para la especie en la región con el fin de mantener la diversidad genética (González-Garza, 2015; González-Garza *et al*., 2015).

Otros de los avances en genética de la especie fue la ampliación de la secuencia de los haplotipos del ADNm, de 440 a 880 pares de bases en sitios de anidación y alimentación en el Golfo de México (González, 2003; 2009; Martínez-Arenas, 2017). Labastida-Estrada (2018) y Labastida-Estrada y colaboradores (2019) analizaron y determinaron la estructura genética de las colonias de anidación y las agregaciones de forrajeo de Tortuga Carey en la península de Yucatán. La composición de haplotipos de las colonias mostró a tres endémicos. Se evidenció diferenciación genética entre las colonias de Campeche, las de Yucatán y las de Quintana Roo. Se reveló una alta contribución de las tortugas mexicanas a las agregaciones locales de forrajeo, principalmente en el Golfo de México, mientras que los grupos de forrajeo del Caribe mexicano tienen una composición mixta entre locales y foráneos.

Entre 2008 y 2014, se recolectaron 269 muestras de tejido de Tortugas Carey anidantes en nueve colonias del Pacífico Oriental, de las que por secuenciación de ADNm (766 pares de bases), se generó la primera caracterización genética de las colonias en la región. Los resultados muestran la diversidad genética, la diferenciación de la población y la filogeografía de la especie. La Tortuga Carey del PO tiene una baja diversidad genética, pero posee una estructura poblacional fuerte entre cuatro colonias principales, lo que sugiere la existencia de múltiples poblaciones, y justifica su reconocimiento como Unidades de Gestión distintas. Además, dos haplotipos son exclusivos de las tortugas que anidan en los estuarios con manglares, un comportamiento que solo se encuentra en la Tortuga Carey a lo largo del Pacífico de América Central.

Desde una perspectiva filogeográfica, se presume que *E. imbricata* colonizó el PO a través del Indo-Pacífico, y no representan poblaciones relictas aisladas del Atlántico por el ascenso del Istmo de Panamá. La baja diversidad genética es probablemente el resultado combinado de pocas colonias, poblaciones reproductivas extremadamente pequeñas y eventos de colonización evolutivamente recientes (Gaos *et al.*, 2016).

En 2017, se encontraron ocho haplotipos de ADNm de 837 pares de bases. Los índices de diversidad genética señalan de moderada a baja variación para esta región. Aún con el bajo tamaño de la muestra, los resultados y el análisis filogeográfico indican una relación genética cercana entre las tortugas del Pacífico mexicano y poblaciones anidadoras de Centroamérica, así como áreas de forrajeo en Centroamérica e incluso el Indo-Pacífico (Zúñiga-Marroquín y Espinosa de los Monteros, 2017).

Objetivo General

Lograr la recuperación de la Tortuga Carey y sus hábitats críticos (marinos y terrestres) en el Golfo de México, Mar Caribe y Pacífico mexicano a niveles de abundancia y estabilidad ecológica que permita excluirla de la lista de especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo para México (NOM-059-Semarnat-2010).

La recuperación de las poblaciones de Tortuga Carey será medida y deberá cumplir con todos los criterios siguientes:

1. El número de nidos registrados en playas índice y prioritarias se mantiene al alza por al menos 20 años consecutivos (tomando en cuenta como mínimo una cohorte y considerando la edad reproductiva inicial promedio de 18 años (Guzmán *et al*., 2015), por lo que la vulnerabilidad de las playas índice y prioritarias han alcanzado un nivel medio a bajo, de acuerdo con el criterio C del Método de Evaluación de Riesgos (Tambutti *et al*., 2001).

2. Los hábitats marinos representativos para la especie en cada Unidad Geográfica para la Conservación (UGC) registran incrementos significativos en las tasas de sobrevivencia de los diferentes grupos de la estructura poblacional ahí presente a lo largo de 15 años, considerando al menos tres generaciones de individuos juveniles reclutados, y una edad de reclutamiento promedio de cinco años para la especie (Bjorndal *et al*., 2016) y habiendo obtenido una calificación de media a baja vulnerabilidad, según el criterio C del MER (Tambutti *et al*., 2001).

3. La condición de resiliencia a niveles de población (sensibilidad a cambios ambientales, tasa intrínseca de crecimiento poblacional, variabilidad genética, efecto Allee), de comunidad (redundancia funcional con otra especie, estructura con múltiples niveles biológicos) y de paisaje (conectividad funcional, cobertura de hábitat natural disponible) (Oliver *et al*., 2015) de las UGC tienen valores óptimos de sus indicadores en los últimos 18 años para una población auto sostenible y viable en el largo plazo, de acuerdo con los criterios A y B del MER (Tambutti *et al*., 2001).

4. El nivel de alcance y jerarquía de la evaluación del impacto negativo de las fuentes de presión han disminuido al menos a una cobertura menor al 30% del área de distribución de la especie al interior de las UGC, y el análisis diagnóstico general de las fuentes de presión sobre la especie alcanza niveles bajos (considerando los criterios de Granizo *et al*., 2006 Granizo *et al*., 2006 y el criterio D del MER) (Tambutti *et al*., 2001).

Objetivos Particulares

1. Incidir en la reducción de las tasas de mortalidad de individuos de Tortuga Carey en hábitats marinos y terrestres de México.

2. Promover y apoyar los grupos de trabajo con capacidades técnicas y científicas adecuadas enfocados a la recuperación de la especie y sus hábitats en México, así como fomentar su retroalimentación entre actores.

3. Contar con protocolos de monitoreo estandarizados por los grupos de trabajo en las áreas de distribución de la especie en México.

4. Aprovechar alternativas de financiamiento para reforzar el monitoreo y la investigación de la especie y sus hábitats críticos en México.

5. Generar información científica aplicada que dé respuesta y atención a las necesidades específicas de conocimiento de la especie en México.

6. Mitigar las principales amenazas identificadas en el presente documento.

7. Promover acuerdos de cooperación nacionales para la adecuada protección y conservación de las poblaciones de la especie y sus hábitats críticos a nivel de cuencas oceánicas.

8. Impulsar la generación de conocimiento general de la especie, a partir de bases de datos locales y regionales, mediante mecanismos de colaboración.

9. Armonizar las estrategias de acción basadas en el PACE de Tortuga Carey entre la sociedad civil y los tres órdenes de gobierno involucrados en la protección, conservación, manejo, investigación y restauración de la especie en México.

II. Descripción de la especie y problemática

La Tortuga Carey es una especie emblemática y característica de los mares y playas tropicales, especialmente de las zonas arrecifales, coralinas y rocosas. Alrededor del mundo, esta especie es reconocida por la belleza de su concha, determinada por sus escudos imbricados quitinosos con vetas de color negro y ámbar que caracterizan su caparazón, y que ha sido una de las principales causas del interés por su captura durante décadas en siglos pasados.

a) Clasificación taxonómica actual

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Reptilia
Orden	Testudines
Familia	Cheloniidae
Género	*Eretmochelys*
Especie	*E. imbricata*
Nombre (s) común (es):	Tortuga Carey, Tortuga de las 13 Pencas, Hawksbill Turtle

Cuadro 1. Especificación de especie

b) Descripción de la especie

La Tortuga Carey tiene un caparazón ovalado, con el margen posterior aserrado, escudos gruesos y traslapados (imbricados), con cuatro escudos laterales y el escudo nucal no toca el primer escudo lateral. En el plastrón muestra cuatro escudos inframarginales sin poros. Las aletas contienen cinco falanges, normalmente esta especie tiene dos uñas en cada extremidad. La cabeza presenta dos pares de escamas prefrontales, el cráneo es largo y angosto, excepto en los recién nacidos, su longitud es aproximadamente igual a dos veces su anchura. Tienen dos cortes parietales profundos y el hocico se estrecha hasta ser puntiagudo, con los bordes alveolares afilados, dando apariencia a la de un halcón (Figura 5) (Witzell, 1983; Márquez 1990; Meylan, 2006).

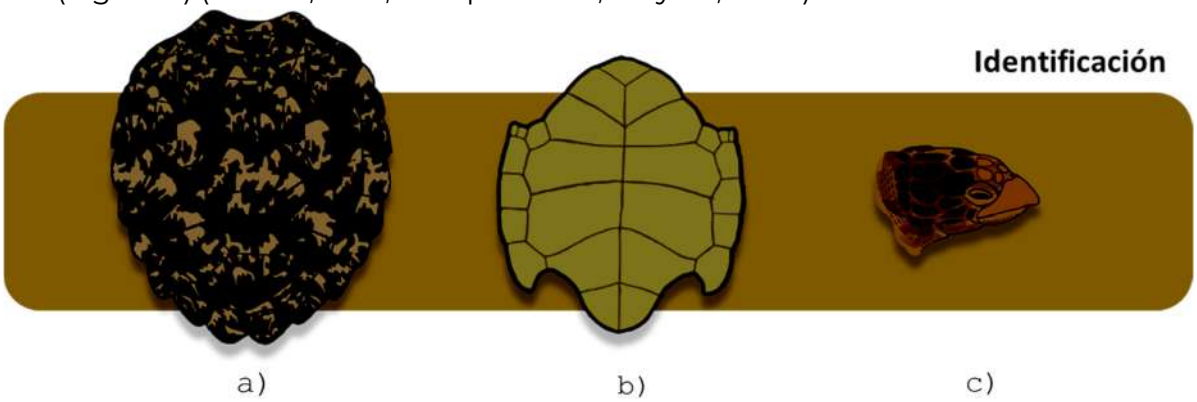

Figura 5. Características morfológicas distintivas de la Tortuga Carey. Cuatro escudos marginales en el caparazón; (b) cuatro escudos inframarginales en el plastrón; (c) dos pares de escamas frontales en la cabeza, hocico similar a los picos de aves (c) (Alvarado y Zamudio 2020, modificado de Eckert *et al.*, 2000).

La coloración de su caparazón es variable conforme avanza la edad de los ejemplares, los neonatos tienen color marrón-caoba-oscuro tanto en el caparazón como en el plastrón y, a medida que la tortuga va creciendo, la cabeza se alarga y el caparazón desarrolla un patrón distintivo de rayos o vetas en amarillo, negro, canela y marrón en cada escudo, este color persiste en la edad adulta. El plastrón es de color amarillo pálido a blanco, algunas veces con manchas negras (Pritchard y Mortimer, 1999; Wyneken, 2004).

• Reproducción

Igual que el resto de las especies de tortugas marinas, la Tortuga Carey presenta dimorfismo sexual, solo evidente en los adultos. Los machos tienen una cola larga y gruesa que se extiende más allá del margen posterior del caparazón, cuentan con uñas largas y fuertes, y el plastrón es de consistencia suave y cóncavo. Las hembras, por el contrario, tienen una cola corta que no se extiende fuera del margen del caparazón, las uñas son cortas y delgadas mientras que el plastrón es duro y menos cóncavo que el de los machos (Márquez, 1990). Al igual que en las otras especies de tortugas marinas la determinación del sexo de las crías es dependiente de la temperatura de incubación (Miller 1985, 1997; Miller y Limpus, 2003) y el dimorfismo sexual en crías, juveniles y subadultos no es detectable a simple vista, por lo que requiere de disección, análisis histológicos, pruebas radioinmunológicas o moleculares (Witzell, 1983; Owens, 1978; 1999; Wibbels, 2000; Blanvillain, *et al*., 2010), las cuales resultan de especial interés para conocer la estructura de sexos de los individuos inmaduros reclutados a la población de la especie.

El apareamiento se lleva a cabo en la superficie del agua, frecuentemente cerca de las zonas de anidación (Carr *et al*., 1966; 1978). Los machos poseen un hemipene, el cual es un órgano con forma de surco medio longitudinal que durante la cópula se convierte en un tubo que dirige el esperma hacia el fondo de la cloaca de la hembra (Márquez, 1996; Miller, 1997). Los huevos de la Tortuga Carey son esféricos, de cascaron suave, con un diámetro promedio de 40 milímetros, y un peso promedio de 25 gramos (Márquez, 1996). El período de incubación para las poblaciones de la península de Yucatán es de aproximadamente 55 días (Guzmán *et al*., 2015; Pérez-Castañeda *et al*., 2007).

• Ciclo de vida

En la última década se ha incrementado el conocimiento sobre los intervalos de crecimiento de las Tortugas Carey (Boulon, 1994; Bjorndal *et al*., 2017a; 2017b; Llamas *et al*., 2017), sumándose a información de referencia base que reportan un crecimiento lento, y por lo tanto una edad de madurez sexual que se alcanza aproximadamente entre 16 y 20 años (Diez y van Dam, 1997). Los rangos de crecimiento varían según las clases de edad (Limpus, 1992), y al parecer la tasa de crecimiento se reduce considerablemente después de haber alcanzado la madurez sexual. Las crías, recién emergidas con la cicatriz umbilical, miden alrededor de seis centímetros de longitud del caparazón; las cuales tienen hábitos pelágicos hasta alcanzar los 20-25 centímetros aproximadamente (Witherington *et al*., 2012; Hardy *et al*., 2018). Cuando los ejemplares

alcanzan entre 25 y 55 centímetros de longitud de caparazón, se consideran como juveniles; subadultos, de 55 a 70 centímetros; y los adultos (maduros sexualmente), de 70 centímetros en adelante (Witzel, 1983). El peso promedio registrado para organismos adultos en el Caribe es de 80 kilogramos (Pritchard *et al*., 1983) y el mayor es de 127 kilogramos (Carr *et al*., 1966).

● Comportamiento

La Tortuga Carey tiene un comportamiento migratorio; puede tener movimientos restringidos en su fase de juveniles y puede recorrer grandes distancias cuando son adultos (Cuevas *et al*., 2008; Meylan 1999; Hart, 2020 *com. pers.*). Sin embargo, se ha demostrado que los juveniles, en sitios de alimentación en el Golfo de California, tienen movimientos muy restringidos y pasan largos periodos de tiempo (meses a años) en los mismos sitios (Cuevas *et al*., 2008; Martínez-Estévez *et al.,* en revisión; Meylan, 1999). Contrario a lo que ocurre con los juveniles del Golfo, que pueden permanecer como residentes en un sitio por algún tiempo o que pueden estar en tránsito como visitantes ocasionales (Guzmán *et al.,* 2003; 2008).

● Alimentación

Las tortugas marinas realizan diferentes funciones en los ecosistemas en que se encuentran y se desarrollan, contribuyendo al equilibrio, resistencia y resiliencia de estos sistemas a lo largo de períodos prolongados (Goatley *et al*., 2012; Heithaus, 2013). Es sabido que la Tortuga Carey tiene una alimentación altamente especializada en esponjas (Anderes y Uchida, 1994; Conanp-Ecosur, 2014; 2015; 2016; Fernández-Alonso, 1997; Juárez, 2012; León y Bjorndal, 2002; Meylan, 1984; Ramos 2019; Ramos *et al*., 2019; Rincón-Diaz *et al*., 2011; van Dam y Diez, 1997), aunque se considera que es omnívora y su dieta altamente variada; de acuerdo con la disponibilidad de especies presa, puede alimentarse de corales, tunicados, y algas (Obura *et al*., 2010; Ramos, 2019; Ramos *et al*., 2019; van Dam, 1997). Como juveniles se les ha visto alimentándose de otros grupos biológicos tales como cefalópodos, gasterópodos, crustáceos, anémonas, hidromedusas, pastos marinos e incluso brotes de las raíces de mangle dentro de una laguna costera en el Pacífico norte mexicano (Bell, 2013; Gaos *et al*., 2012; Ramos, 2019; Ramos *et al*., 2019), mientras que en otras regiones del Po se reporta también el consumo de esponjas y tunicados mayormente (Bonilla-Salazar y Brenes-Arias, 2017; Carrión-Cortéz *et al*., 2013): Excepcionalmente, se ha registrado que algunos ejemplares consumen mangos y nísperos en las orillas de la bocana del río Sierpe en Golfo Dulce, en el Pacífico de Costa Rica (Borges, video y *com. pers*.). Ante la evidencia, se sugiere que la alimentación para las poblaciones del Pacífico puede ser más diversa y oportunista.

En este contexto, uno de los principales papeles de la Tortuga Carey es la depredación en arrecifes coralinos y rocosos, que funcionan como control de crecimiento poblacional de especies de esponjas que pueden tornarse nocivas para el equilibrio de las comunidades, evitando así un efecto de disturbio intermedio (Hill, 1998; Wood, 1999). Esta acción está directamente relacionada con la prevención de la monopolización de los recursos en un área determinada, llevando a una alta diversidad al liberar espacio para el establecimiento de nuevas colonias y especies. Estas funciones en los ecosistemas coralinos y de fondo duro se ven cada vez más amenazadas por la merma de las poblaciones de Tortuga Carey a nivel mundial (Gulko y Eckert, 2004; McClenachan *et al.,* 2006; Heithaus, 2013).

● Hábitat

La Tortuga Carey utiliza diferentes hábitats en cada uno de los estadios de su ciclo de vida. Las crías habitan ambientes pelágicos, comúnmente resguardándose en zonas de acumulación de algas (Gunter, 1981; Meylan, 1984; Meylan et al., 2011; Witherington *et al*., 2011; Blumenthal *et al*., 2009; Putman *et al*., 2019). Una vez que los individuos alcanzan una talla aproximada de entre 20 y 25 centímetros de largo del caparazón, cambian a hábitos bentónicos, y se establecen mayormente en zonas con arrecifes coralinos y sitios con fondos duros, que son áreas de alimentación y residencia de juveniles, subadultos y adultos (Meylan, 1984; Sisak et al., 1998; Bjorndal, 1999, Houghton *et al*., 2001; Ramos, 2019).

Las hembras anidadoras utilizan mayormente playas arenosas de zonas tropicales y subtropicales para anidar (Márquez, 1996; Pritchard y Mortimer, 1999), las cuales se localizan aproximadamente entre los 40 grados hacia el norte y 30 grados hacia el sur; suelen ser angostas en perfil, situadas en islas o litorales continentales donde la temperatura del agua superficial se encuentra por encima de los 24 grados centígrados (Witzell, 1983; Pritchard y Mortimer, 1999); generalmente anidan por encima del nivel de la marea alta; o cuando está disponible, preferentemente entre la vegetación terrestre o bajo ella en más del 60% de los intentos (Guzmán et al., 1995; Guzmán y Ortíz de Montellano, 2008; IUCN, 2008; Cuevas et al., 2010; Hernández-Cortés et al., 2018).

c) Distribución histórica y actual

La Tortuga Carey se distribuye en los mares tropicales y subtropicales de los océanos Pacífico y Atlántico; es considerada como la especie más tropical de todas las tortugas marinas debido a que la mayoría de las zonas de anidación y alimentación están localizadas entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, con la excepción de las poblaciones reportadas en el Golfo Pérsico (Witzell, 1983) y Golfo de California (Seminoff *et al*., 2003; Nichols, 2003; ICAPO, 2008). Las poblaciones más abundantes se encuentran dispersas entre la infinidad de islas del Caribe y en el Atlántico oeste continental, con una ocurrencia regular desde el sureste de Florida, y desde el litoral central del Golfo de México prolongándose a lo largo de las costas de Centroamérica hasta llegar al sur de Brasil, incluyendo las Bahamas y las Antillas (Ogren *et al*., 1998).

No se han documentado importantes zonas de anidación al este del océano Atlántico y a lo largo de la costa del Pacífico de América del Norte; aunque, El Salvador y Nicaragua han sido reconocidos por tener las áreas más importantes de anidación en el Pacífico de América Central, y Ecuador en el Pacífico de América del Sur (Groombridge y Luxmoore, 1989; Limpus, 1995; ICAPO, 2008; Gaos 2010, 2017).

Por estudios de genética a escala global, se sabe que hay un patrón demográfico complejo asociado a la filogeografía de la Tortuga Carey desde el Plioceno. El aislamiento por distancia no es suficiente para explicar las distintas unidades demográficas en las que se distribuye la especie, lo cual puede estar influenciado también por otros factores como las corrientes oceánicas, la distribución de los arrecifes de coral y las temporadas de anidación. Las agregaciones de forrajeo son típicamente reservas mixtas de individuos procedentes de múltiples áreas de anidación, pero también provenientes de playas natales cercanas (Arantes *et al.*, 2020).

En el caso del Pacífico mexicano se reportaron relaciones genéticas de individuos de Tortuga Carey con poblaciones de América Central e incluso del Indo pacífico (Zúñiga-Marroquín y Espinosa de los Monteros, 2017).

En México, la mayoría de las playas de anidación históricamente más importantes de Tortuga Carey persisten hasta hoy en día, aunque, en algunas de ellas la anidación ha mermado significativamente, hasta ser reminiscencias de la actividad histórica (Márquez y Fritts, 1987). Un ejemplo de ello es la playa de Mahahual en Quintana Roo que fue un sitio importante de anidación hasta hace algunas décadas (Martínez, 1991; Zurita *et al.,* 1991; 1993; Comité Estatal de Tortugas Marinas de Quintana Roo, 2020 datos sin publicar); en casos contrarios la actividad de anidación se ha extendido a zonas aledañas como en el caso de Isla Aguada e Isla del Carmen, hacia playas interiores de Laguna de Términos (Guzmán *et al.*, 2019).

Por cuanto al rango de distribución en sus zonas de anidación, la Tortuga Carey anida en ambos litorales del país, pero los sitios con mayor abundancia se encuentran en el Golfo de México y el Caribe mexicano, desde el norte de Veracruz hasta Quintana Roo, con una mínima expresión en el estado de Tabasco (Márquez, 1996; Zurita y Azpeitia, 2010; SEMARNAT, 2009). Históricamente se ha reconocido la ocurrencia de anidaciones de la Tortuga Carey en el PO (Cliffton *et al*., 1981); sin embargo, Meylan y Donnelly (1999), sugirieron que de manera natural las poblaciones de esta especie en dicha región no fueron abundantes.

Actualmente, la anidación en el litoral del Pacífico es dispersa y esporádica, siendo los sitios más importantes por abundancia en el litoral de los estados de Nayarit, Jalisco y Guerrero, aunque se han registrado anidaciones en Oaxaca (Harfush 2020, *com. pers;* Hart, 2016; Sarti 2020, *com. pers.*).

Es importante mencionar que hay tres sitios de anidación, donde las anidaciones no son esporádicas: Costa Careyes, Jalisco; Punta de Mita, Nayarit; y la Isla Ixtapa, en Guerrero (Hart, 2016; Maciel-Castro y Fundación Ecológica Biomar A.C., 2020 *com. pers.*) y es muy probable que existan playas de anidación importantes en algunas islas oceánicas (Gaos, 2010; 2017; Hart, 2016).

Destaca, en particular, como zona de anidación la Isla Ixtapa, Guerrero, como el lugar más importante en el Pacífico mexicano, con un estimado de cerca de 20 anidaciones por año (Hart, 2020 *com. pers.;* Maciel-Castro y Fundación Ecológica Biomar A.C., 2020 *com. pers.*). Otras playas en este estado, con anidaciones esporádicas, son: Llano Real, San José de Guatemala, Playa Azul, Llano de la Barra y Petatillo, de las que no se cuenta con información documental de soporte (Ramos-Rivera, 2020 *com. pers.*).

En cuanto al estado de Oaxaca, la anidación ha sido esporádica, distribuida en al menos ocho playas: La Tuza-Cerro Hermoso, Palmarito-Bacocho, Mazunte, Puerto Ángel, San Juan Chacahua, Playa Barra de la Cruz-Playa Grande, Playa de Escobilla y en las Bahías de Huatulco (Harfush 2020 *com. pers.*; Sarti, 2020 *com. pers.*) (Figura 6; Tabla 1).

En lo que se refiere a zonas de alimentación de individuos juveniles y adultos, en el litoral del Atlántico e Islas del Mar caribe, se reportan numerosos sitios de agregación de juveniles y adultos de Tortuga Carey, debido a la abundancia de parches arrecifales (Bahena y Herrera, 1998; Cuevas *et al*., 2006; 2008; 2019; Fernández, 1997; Garduño-Andrade *et al*., 1999; Guzmán-Hernández *et al*., 2003; Herrera, 1991; Herrera y Zurita, 1994; Juárez, 2012; Labastida *et al*., 2018; Miller, 1982; Ramos, 1974; Vázquez-Cuevas, 2015; Zarco-Perelló *et al*., 2013; Zurita, 1985; Zurita *et al*., 1993) (Figura 7 y Tabla 2).

En el litoral del Pacífico, algunas de las principales zonas de residencia y agregación de individuos juveniles y algunos adultos de Tortuga Carey en áreas marinas ocurren en el Golfo de California (Seminoff *et al*., 2003; Gaos *et al*., 2012; Ramos, 2019; Ramos *et al*., 2019; Martínez-Estévez *et al*., en revisión). Además, se sabe que en la costa, desde el estado de Sinaloa hasta Chiapas, también hay agregaciones interesantes de Tortuga Carey (Delgado, 2020 *com. pers.*; Gaos *et al*., 2010; 2017; Harfush, 2020 *com. pers.*; Hart, 2020 *com. pers.*; Karam-Martínez *et al*., 2014; Zavala, 2020 *com. pers.*; Zúñiga-Marroquín y Espinosa de los Monteros, 2017)(Figura 7; Tabla 2).

Los sitios mostrados en las Figuras 6 y 7, y listados en la Tabla 1 y Tabla 2, representan el conjunto de hábitats críticos de la Tortuga Carey registrados hasta el momento en la elaboración de este PACE. Estos listados son indicativos y no limitativos; en este mismo documento se alienta y fomenta la actualización constante de este catálogo.

Tabla 1. Zonas de anidación de Tortuga Carey en México.

ID	Estado	Sitio
1	Campeche	Cayo Arcas
2	Campeche	Chacahito
3	Campeche	Chenkan
4	Campeche	Isla Aguada
5	Campeche	Isla Arena
6	Campeche	Isla del Carmen (Puerto Real, Punta San Julián)
7	Campeche	Isla Matamoros (El Cortado, El Corte, Punta Ensenada, Estero Pargo, Ensenada Grande)
8	Campeche	Punta Xen
9	Campeche	Sabancuy
10	Campeche	San Lorenzo
11	Campeche	Xicalango-Victoria
12	Campeche	Xpicob
13	Campeche	El Cuyo-Petenes
14	Guerrero	San José Guatemala, San Marcos
15	Guerrero	Llano Real, Benito Juárez
16	Guerrero	Playa Azul
17	Guerrero	Petatillo
18	Guerrero	Llano de la Barra, Florencio Villarreal
19	Guerrero	Isla Ixtapa
20	Jalisco	Costa Careyes
21	Jalisco	Chalacatepec
22	Nayarit	Punta de Mita
23	Nayarit	El Naranjo
24	Nayarit	Platanitos
25	Nayarit	San Blas
26	Nayarit	Islas Marías

ID	Estado	Sitio
27	Oaxaca	La Tuza-Cerro Hermoso
28	Oaxaca	Palmarito-Bacocho
29	Oaxaca	Playa Barra de la Cruz-Playa Grande
30	Oaxaca	Playa de Escobilla
31	Oaxaca	Mazunte
32	Oaxaca	Puerto Ángel
33	Oaxaca	San Juan Chacahua
34	Oaxaca	Bahías de Huatulco
35	Quintana Roo	Akumal
36	Quintana Roo	Banco Chinchorro
37	Quintana Roo	Holbox
38	Quintana Roo	Isla Cancún
39	Quintana Roo	Isla Mujeres
40	Quintana Roo	Kanzul
41	Quintana Roo	Mahahual
42	Quintana Roo	Parque Nacional Isla Contoy-Santuario Playa de la Isla Contoy
43	Quintana Roo	Puerto Morelos y Punta Brava
44	Quintana Roo	Punta Herrero
45	Quintana Roo	Xcacel
46	Veracruz	Capulteolt
47	Veracruz	El Salado
48	Veracruz	Los Arrecifes
49	Veracruz	Zapotitlán
50	Veracruz	Peña Hermosa
51	Veracruz	Rancho Playa (CT Totonacapan)
52	Veracruz	Chaparrales (CT Totonacapan)
53	Veracruz	Barra de Galindo (CT R5)
54	Veracruz	Isla Lobos
55	Veracruz	Coyoles

ID	Estado	Sitio
56	Veracruz	Isla Verde
57	Veracruz	Isla Sacrificios
58	Veracruz	Isla de Enmedio
59	Veracruz	Isla Salmedina
60	Veracruz	Lechuguillas
61	Veracruz	Tampico Alto
62	Veracruz	El Ensueño
63	Veracruz	Farallón-Cazones
64	Veracruz	Marcelino Yepez
65	Veracruz	Vida Milenaria
66	Veracruz	Boca de Lima-Barra Tecolutla
67	Veracruz	Bahía de Cochinos-Villamar
68	Veracruz	Agua Dulce
69	Yucatán	Progreso
70	Yucatán	Sisal (Hunucmá)
71	Yucatán	Telchac Puerto
72	Yucatán	Dzilam de Bravo
73	Yucatán	Celestún
74	Yucatán	El Cuyo
75	Yucatán	El Palmar
76	Yucatán	Las Coloradas
77	Yucatán	Ría Lagartos
78	Yucatán	Arrecife Alacranes
79, 80, 81	-	Aguas abiertas

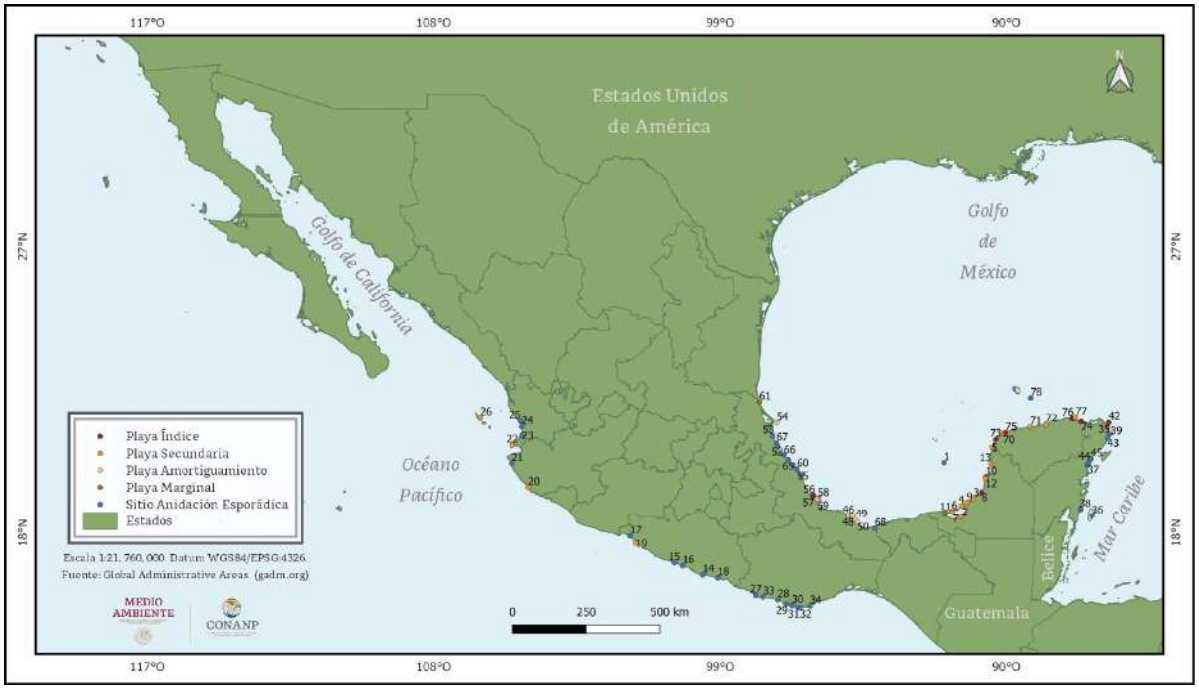

Figura 6. Mapa de distribución de sitios de anidación de la Tortuga Carey en México.

Tabla 2. Zonas de alimentación de Tortuga Carey en México.

ID	Estado	Sitio
1	Baja California	Bahía de Los Ángeles
2	Baja California Sur	Agua Verde
3	Baja California Sur	Bahía Magdalena
4	Baja California Sur	Boca del Álamo
5	Baja California Sur	Cabo Pulmo
6	Baja California Sur	Cabo San Lázaro
7	Baja California Sur	El Cardón
8	Baja California Sur	El Gallo
9	Baja California Sur	El Pardito
10	Baja California Sur	Isla Cerralvo
11	Baja California Sur	Isla Espíritu Santo
12	Baja California Sur	La Gallina
13	Baja California Sur	La Partida
14	Baja California Sur	Laguna de San Ignacio
15	Baja California Sur	Laguna Ojo de Liebre

ID	Estado	Sitio
16	Baja California Sur	Ligui
17	Baja California Sur	Loreto
18	Baja California Sur	Los Arbolitos
19	Baja California Sur	Mulegé
20	Baja California Sur	Playa El Quemado
21	Baja California Sur	Puerto Escondido Loreto
22	Baja California Sur	Puerto López Mateos
23	Baja California Sur	Ramaditas
24	Baja California Sur	San Gabriel
25	Campeche	La Costa (Petenes)
26	Campeche	Laguna de Términos (Zacatales de Careyes-Vaso central)
27	Campeche	Los Puentes Chenkan
28	Campeche	Puerto Real
29	Campeche	Punta Xen
30	Campeche	Punta Xen-Aak Bal
31	Campeche	Sabancuy
32	Chiapas	Boca del Cielo
33	Chiapas	Puerto Arista
34	Colima	Manzanillo
35	Guerrero	Bahía de Santa Lucía, Acapulco, Gro.
36	Guerrero	Isla de la Roqueta
37	Guerrero	Isla Ixtapa
38	Guerrero	Islote de Los Frailes
39	Guerrero	Islote de San Lorenzo
40	Guerrero	Playa Ventura
41	Guerrero	Punta Maldonado (Tierra Colorada)
42	Guerrero	Zihuatanejo
43	Jalisco	Costa Careyes
44	Jalisco	La Manzanilla

ID	Estado	Sitio
45	Jalisco	Mayto-Tehuamixtle
46	Jalisco	Mismaloya
47	Jalisco	Peñitas
48	Michoacán	Cachan de Echeverría
49	Michoacán	Caleta de Campos
50	Michoacán	Colola
51	Nayarit	Bahía de Jaltemba
52	Nayarit	Careyeros
53	Nayarit	Isla Isabel
54	Nayarit	Islas Marías (Cleofas)
55	Nayarit	Islas Marías (San Juanito)
56	Nayarit	Playa Chila
57	Nayarit	Punta de Mita
58	Oaxaca	Barra de la Cruz
59	Oaxaca	Cahuitán
60	Oaxaca	Carrizalillo
61	Oaxaca	Mazunte
62	Oaxaca	Puerto Escondido
63	Oaxaca	Puerto Ángel
64	Oaxaca	Bahías de Huatulco
65	Oaxaca	Sistema Lagunar Chacahua-Pastoría
66	Quintana Roo	Akumal
67	Quintana Roo	Arrecifes: San Francisco, Santa Rosa, Cedral, Punta Francesa, Dalila, Palancar Jardines, Colombia (arrecifes del sur de Cozumel)
68	Quintana Roo	Banco Chinchorro
69	Quintana Roo	Boca Iglesias (Chacmochuk)
70	Quintana Roo	Isla Mujeres
71	Quintana Roo	Mahahual
72	Quintana Roo	Puerto Morelos

ID	Estado	Sitio
73	Quintana Roo	Puerto Viejo, Isla Contoy
74	Quintana Roo	Punta Allen
75	Quintana Roo	Punta Herrero
76	Quintana Roo	Xcalak
77	Sinaloa	El Elefante
78	Sinaloa	Ensenada Pabellones
79	Sinaloa	Laguna Ceuta
80	Sinaloa	Laguna Santa María-La Reforma, SIN
81	Sinaloa	Las Arenitas
82	Sinaloa	Las Glorias
83	Sinaloa	Lucenilla
84	Sinaloa	Mazatlán Sur
85	Sinaloa	Sistema Lagunar Navachiste
86	Sinaloa	Sistema Lagunar Topolobampo
87	Sonora	Canal del Infiernillo
88	Sonora	Desemboque
89	Sonora	Isla San Pedro Mártir
90	Sonora	Isla Tiburón
91	Sonora	Puerto Lobos
92	Sonora	Puerto Peñasco
93	Sonora	Punta Chueca
94	Tamaulipas	Barra del Tordo
95	Tamaulipas	La Pesca
96	Tamaulipas	Miramar
97	Tamaulipas	Rancho Nuevo
98	Veracruz	Arrecife Enmedio
99	Veracruz	Arrecife Lobos
100	Veracruz	Arrecife Medio
101	Veracruz	Arrecife Tanhuijo

ID	Estado	Sitio
102	Veracruz	Arrecife Tuxpan
103	Veracruz	Isla de en medio
104	Veracruz	Isla Sacrificios
105	Veracruz	Isla Salmedina
106	Veracruz	Isla Verde
107	Veracruz Norte	Arrecife Blanquilla
108	Yucatán	Dzilam de Bravo
109	Yucatán	Sisal (Hunucmá)
110	Yucatán	Telchac Puerto
111	Quintana Roo	Punta Caracol
112	Quintana Roo	Punta Mosquito
113	Quintana Roo	Los Cuevones

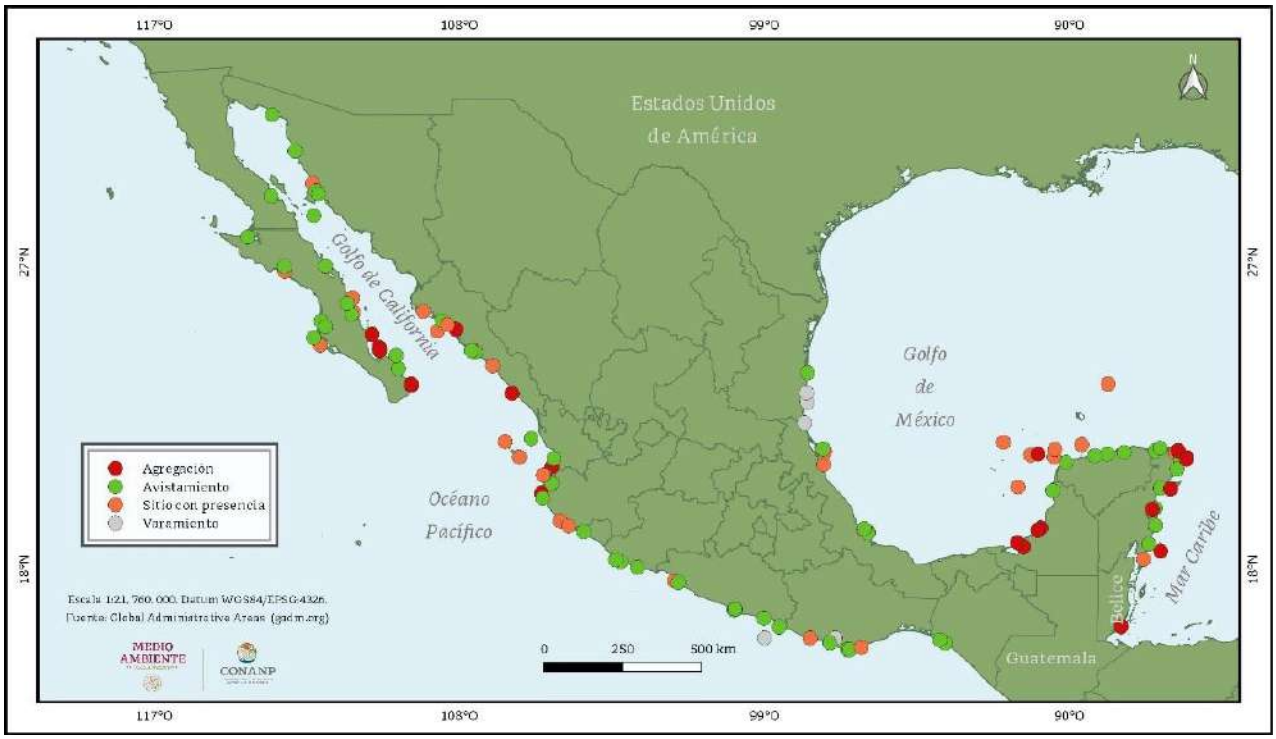

Figura 7. Mapa de distribución de sitios de alimentación de la Tortuga Carey en México.

Para fines de la implementación de estrategias de recuperación y conservación de la especie, es necesario definir UGC en las que se monitorea el resultado de las acciones de conservación y recuperación de las especies en peligro (Akcakaya *et al*., 2018). Para el caso de las tortugas marinas, Wallace y colaboradores (2010) propusieron una serie de Unidades de Manejo Regionales (UMR) en las cuales, en el caso de la Tortuga Carey, los litorales mexicanos quedan incluidos en las UMR del Atlántico y Pacífico oriental, y en las que se reconoce la necesidad de evaluar de forma sistemática la resiliencia y capacidad de recuperación de las especies de tortugas marinas (Fuentes *et al.,* 2013). En este contexto, es pertinente mantener la definición de las UGC que se establecieron en la versión inicial de este PACE (2009) dentro del marco de las aproximaciones más recientes de evaluación, recuperación, resiliencia y resistencia de poblaciones de especies (Westwood *et al*., 2014), entre las que se incluye una propuesta de Lista Verde de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Akcakaya *et al*., 2018).

Se cuenta con un acervo suficiente de información científica estratégica que, aunque disgregada, aporta conocimiento que en conjunto sustentan la definición de las UGC para la Tortuga Carey en México (Abreu-Grobois, *et al.*, 2003; Martínez-Olivares 2003; González-Garza *et al*., 2015; Gaos *et al.,* 2017; Pérez-Bermúdez *et al*., 2017; Zúñiga-Marroquín y Espinosa de los Monteros, 2017; Labastida-Estrada *et al*., 2019; Cuevas *et al*., 2019), y que concuerdan con los niveles de distintos mecanismos reconocidos en la recuperación y resiliencia de especies a nivel de poblaciones, comunidad y paisaje (Oliver *et al*., 2015), incluyendo los criterios A, B, C y D del MER para la categorización del estado de conservación de la especie en México (Tambutti *et al*., 2001).

El litoral mexicano se regionalizó en siete UGC (Figura 8), las cuales fueron definidas con base en información de la especie:

1. Ubicación geográfica de sitios de agregación, alimentación, tránsito o reproducción.
2. Amenazas actuales consideradas reportadas en el PACE Carey 2009.
3. Registros históricos y actuales de presencia de anidación.
4. Poblaciones y estadios genéticamente diferenciables.
5. Tipos de hábitats críticos que comparten o con los que se asocian.

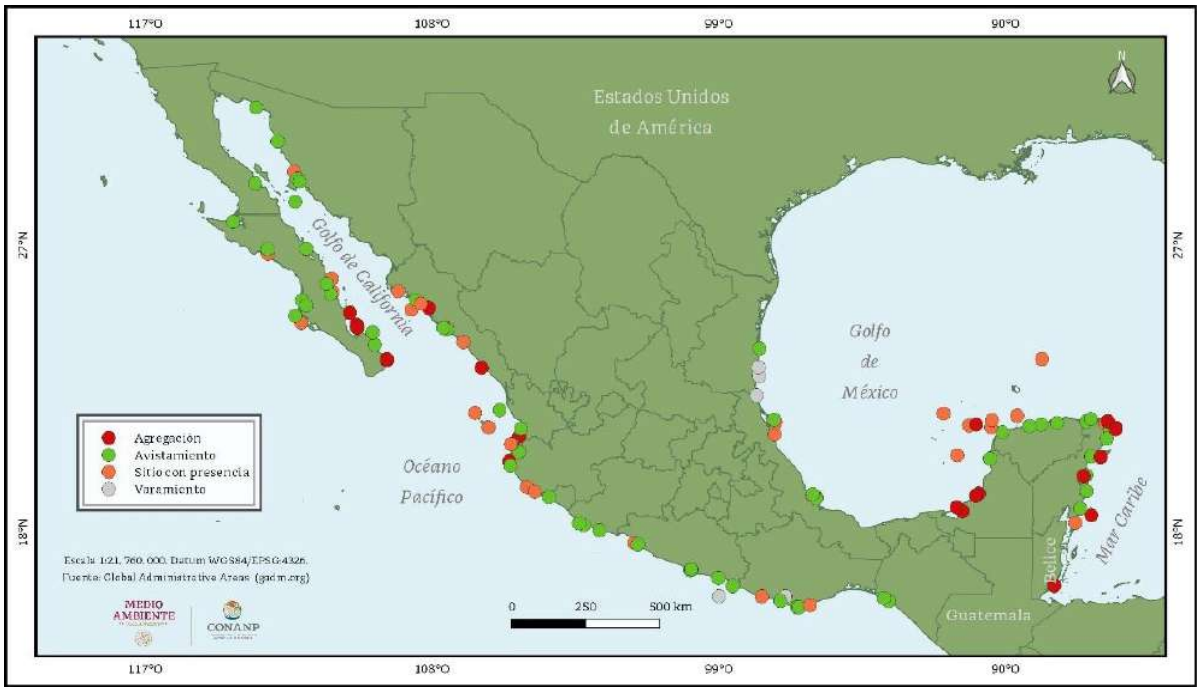

Figura 8. Localización de las Unidades Geográficas para la Conservación (UGC) de Tortuga Carey en México.

d) DIAGNÓSTICO POBLACIONAL Y AMENAZAS

Desde 1996, la Tortuga Carey se encuentra catalogada a nivel mundial como una especie en Peligro Crítico de Extinción, de acuerdo a la lista roja de especie amenazadas de la UICN, al enfrentar un alto riesgo de extinción en un futuro inmediato, pues su población global había disminuido aproximadamente el 80% durante las últimas tres generaciones (105 años) permaneciendo en esta categoría hasta la última evaluación regional de la especie realizada por la UICN en 2008 (Baillie y Groombridge, 1996; Meylan y Donnelly, 1999; Mortimer y Donnelly, 2008; UICN, 2008).

En México, para las tortugas marinas hay una veda permanente en el Golfo de México desde 1971 (Escanero *et al.,* 1990), la cual se transformó a protección total y veda permanente en 1990 para ambos litorales (D.O.F. 31/05/1990). En 1991, el Código Penal tipificó la captura, matanza y posesión de cualquier especie de tortuga marina como delito federal (DOF 01/02/2020) y en 1993 la Secretaría de Pesca decretó el uso obligatorio de los Dispositivos Excluidores de Tortugas (DET's) en la flota camaronera del Golfo de México y en 1996 en el Pacífico mexicano y Golfo de California (DOF 24/02/1993; DOF. 18/03/1996). En la normatividad mexicana vigente, la Tortuga Carey se cataloga como especie en peligro de extinción, refiriéndose a que su área de distribución o el tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros (DOF 30/12/2010; 14/11/2019).

El instrumento legal de regulación de manejo para el aprovechamiento no extractivo, de tortugas marinas y su hábitat de anidación es la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012 (DOF 01/02/2013), en la cual se establecen las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, enfocada primordialmente al manejo de nidadas e individuos en playas de anidación y a la regulación de las operaciones de monitoreo biológico y conservación implementadas en las playas de anidación y/o campamentos tortugueros.

En términos del estudio y monitoreo de las poblaciones de esta especie, el hábitat de las playas de anidación proporciona una oportunidad para estudiar aspectos estratégicos sobre la biología y ecología básicas de la especie, así como indicadores de éxito de la reproducción de las tortugas marinas (Richardson et al., 1999). Una de las herramientas de investigación que ha sido clave en el conocimiento de las dinámicas poblacionales de estas especies es la aplicación de marcas a individuos anidantes a partir de una estrategia de marcaje a saturación, para que con esfuerzos paralelos de recaptura de individuos se estimen parámetros demográficos vitales con la aplicación de modelos poblacionales. Algunos de los indicadores más relevantes en este contexto son las tendencias poblacionales, estimación de la mortalidad, rangos de reclutamiento, tasas de dispersión entre hábitats, tasas de migración anual, y tasas específicas de crecimiento por género y talla de los individuos (Chaloupka y Musick, 1997).

Un aspecto clave para una evaluación robusta de la condición y avances en la recuperación de la especie es contar con un acervo histórico de esfuerzos continuos y sistemáticos de monitoreo de indicadores de la condición de las poblaciones, y que éste sea a el largo plazo. Como se establece en los criterios de recuperación estratégicos del PACE, se requiere disponer de datos de más de tres décadas para tener indicadores mínimamente suficientes de la condición de las poblaciones y su respuesta de recuperación ante las acciones implementadas.

Los distintos programas de conservación y monitoreo en playa tienen naturalmente diferentes fechas de inicio, siendo los del Golfo de México y Caribe mexicano los más antiguos para esta especie, lo cual se refleja en las series de tiempo de indicadores como número de nidadas registradas cada año (Cuevas *et al*. 2007b; Guzmán *et al*., 2008). Hoy en día, gracias a los esfuerzos de inversión y trabajo en campo de numerosos actores, diversos proyectos de monitoreo biológico en distintas regiones de los litorales mexicanos tienen dos décadas o más de monitoreo sistemático ininterrumpido hasta 2019. Un ejemplo son los proyectos de conservación y monitoreo en Veracruz, uno de los estados con monitoreo de la especie en el largo plazo. En los estados de la península de Yucatán al menos el 90% de los proyectos de conservación en playas de anidación tienen entre tres y cuatro décadas registrando datos demográficos y de éxito reproductivo en playa.

En el litoral del Pacífico mexicano, el seguimiento de las tendencias de anidación aún es reciente en muchos de los casos y, a pesar de haber un monitoreo constante, los registros de anidación son muy pocos. Sin embargo, ante el más reciente impulso sobre el conocimiento y la protección de las poblaciones de la especie en el PO, varios grupos han realizado labores profundamente comprometidas con su conservación y monitoreo, con lo que son artífices de datos que permiten conocer una primera tendencia de corto plazo sobre esta especie.

Tendencias de anidación

a) Litoral del Golfo y Caribe mexicano

En el Golfo de México y Caribe mexicano el inicio de la temporada de anidación de esta especie coincide con la temporada de estiaje o secas en el mes de abril (Cuevas, 2016), y finaliza generalmente entre septiembre y octubre, dependiendo de la abundancia de nidos durante la temporada (Guzmán, 2019b). Este litoral fue regionalizado en cuatro UGC: Golfo de México oeste (Veracruz y Tamaulipas), oeste de la península de Yucatán (Campeche), norte de la península de Yucatán (Yucatán y el municipio de Lázaro Cárdenas en Quintana Roo) y Caribe mexicano (Quintana Roo) (Figura 8).

Las mayores abundancias de anidaciones en este litoral se encuentran en las primeras tres últimas regiones arriba mencionadas (Garduño-Andrade, 2000; Garduño-Andrade *et al*., 1999; Campbell, 2014). Las principales playas se ubican entre Isla Contoy en Quintana Roo, hasta la Isla del Carmen en Campeche, con anidaciones anuales promedio de menos de 100 nidadas en playas de baja anidación, alrededor de 200 a 400 en playas de actividad media y de más de 500 nidadas en las playas con alta actividad de anidación (Abreu-Grobois *et al*., 2005; Cuevas *et al*., 2007b; Eckert y Eckert, 2019).

Por su parte, en la región Golfo de México oeste, el centro y sur de Veracruz alberga importantes playas de anidación de Tortuga Carey, con anidaciones que en algunos años superan las 100 unidades, lo cual últimamente sucede de manera frecuente, y que son comparables con algunas de las playas de baja intensidad en la península de Yucatán. En esta región las anidaciones se distribuyen en el litoral central veracruzano y en cuatro islas del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) y en varias playas continentales situadas en la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas (RBLT). En el estado de Tamaulipas no hay registro de anidaciones.

b) Región Golfo de México oeste (Veracruz y Tamaulipas)

En el estado de Veracruz, las islas del Pnsav son una de las regiones con la mayor actividad de anidación de esta especie, y con un programa de monitoreo continuo y sistemático desde 1999. De igual forma, en la playa de Lechuguillas, localizada en el centro-norte de Veracruz, se han realizado labores de monitoreo de tortugas marinas en sus playas de anidación desde 1995 en donde también ocurren anidaciones de Tortuga Carey. Para las islas del Pnsav se observa una tendencia positiva a pesar de las fluctuaciones registradas; algunas, muy puntuales, como las ocurridas en 2015, 2016 y 2019 (González-Díaz Mirón, 2020 *com pers.*) (Figura 9).

Por su parte, en las playas al interior de la Rblt, en la zona sur del estado de Veracruz, se reportaron anidaciones de Tortuga Carey en magnitudes frecuentemente mayores a las del Pnsav, y por ahora es el primer sitio en importancia para la anidación de esta especie en Veracruz, aunque la serie de tiempo para los registros en esta zona es más corta (Figura 7). Tanto las islas del Pnsav, como Lechuguillas, y la Rblt son estratégicos para la recuperación y viabilidad en el largo plazo de la Tortuga Carey en el Golfo de México.

En 2017, en el Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (APFFSALT), se formalizaron las actividades de monitoreo de Tortuga Carey en la parte continental en Barra de Galindo, y Chaparrales-Rancho Playa en Totonacapan, y en las insulares como Isla Lobos (Machado y Peralta, 2017; Zapata y Peralta, 2018; 2019; Zapata y Sánchez, 2018; Zapata *et al*., 2019). Destaca Tampico El Alto, que en 2020 registró una anidación de Tortuga Carey, siendo el registro más norteño de esta especie en el Golfo de México (Estrada-Aguillón, 2020 *com pers.*).

Con la sumatoria de las anidaciones registradas en las tres regiones del estado de Veracruz: norte, media y sur, la tendencia de crecimiento presentó el mejor ajuste de tipo exponencial, con una pendiente positiva b=5.9865e y un R^2=0.7496 (Figura 9).

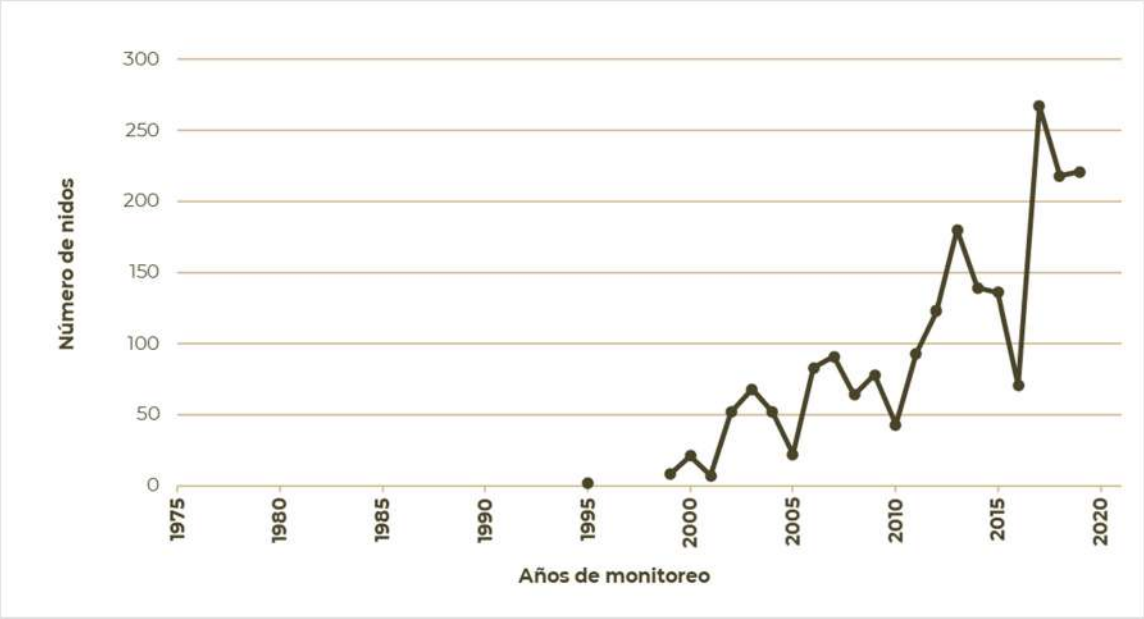

Figura 9. Número de anidaciones anuales de Tortuga Carey en la Región Golfo de México oeste.

En Tamaulipas existen registros esporádicos de varamientos de individuos en la playa de Rancho Nuevo (Dirección de Santuario Playa Rancho Nuevo, 2020 *com. pers.*) y, dado el rango de distribución de la especie al interior del Golfo de México, se asume que esos individuos podrían ser migrantes entre zonas de reproducción, agregaciones pelágicas y de residencia. Además, se ha reportado la presencia de individuos inmaduros de Tortuga Carey en la cercanía de la Laguna Madre (Dirección de Santuario Playa Rancho Nuevo, 2020 *com. pers.*; Colorado-Lara, 2020 *com pers.*), lo que es de gran relevancia ya que dada la dinámica física del Golfo de México es posible que sean individuos reclutados de playas al otro extremo del Golfo o incluso de otros sitios del Caribe oeste.

c) Región oeste de la península de Yucatán (Campeche)

En esta región se ubica Punta Xen, la playa de anidación de esta especie que ha sido históricamente la que aporta el mayor número de nidadas en el Atlántico oeste (Garduño *et al.*, 1999; Donnelly y Mortimer, 2008). Además de esta playa, en Campeche se encuentran otras playas con magnitudes relevantes de anidación, para en conjunto ser la región con la mayor abundancia de anidaciones en el litoral del Atlántico mexicano.

Se cuenta con una serie de tiempo de más de cuatro décadas del número de anidaciones de Tortuga Carey. Desde finales de la década de los setenta y hasta el inicio del siglo XXI, sostuvo un incremento exponencial, con ciertas fluctuaciones a la baja. El máximo histórico fue alcanzado en 1999 superando las 3500 anidaciones. Los decrementos superaron el 50% del histórico, manteniendo ese nivel hasta 2012. En 2018 se alcanzó un nuevo máximo histórico que superó las 4000 anidaciones (Figura 10).

En la actualidad, la contribución de nidos registrados en 15 playas o campamentos tortugueros del litoral de Campeche, incluidas playas interiores dentro de una laguna costera, presenta en general una tendencia positiva de crecimiento, con tres periodos de incremento y dos decrecimiento. El mejor ajuste fue el linear con una pendiente b=72.8459x y un R^2=0.5855 (Figura 10).

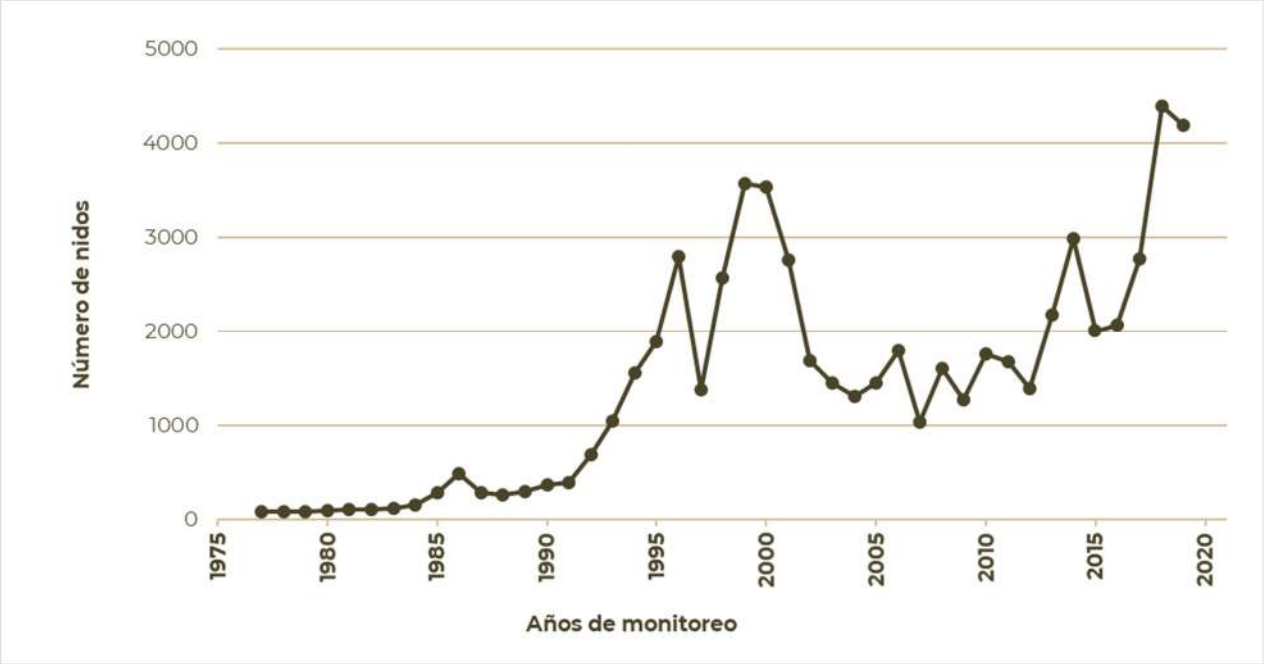

Figura 10. Número de anidaciones anuales de Tortuga Carey en la Región oeste de la península de Yucatán.

Este es un ejemplo de la necesidad de contar con series de tiempo sistemáticas y continuas para una evaluación robusta de los efectos de las acciones de conservación implementadas en nuestro país para la recuperación de una especie longeva como es la Tortuga Carey. Los patrones en las tendencias registradas son un aliciente de estar en la ruta correcta cumpliendo los criterios marcados en el PACE para la recuperación de la especie.

d) Región Norte de la península de Yucatán (Yucatán)

Después de la región oeste de la península de Yucatán, el litoral norte es el que alberga las siguientes playas en importancia de anidación de Tortuga Carey en México, y cuenta con uno de los programas más antiguos en el país, sumando ya más de tres décadas de esfuerzos de conservación y monitoreo continuos (Figura 11).

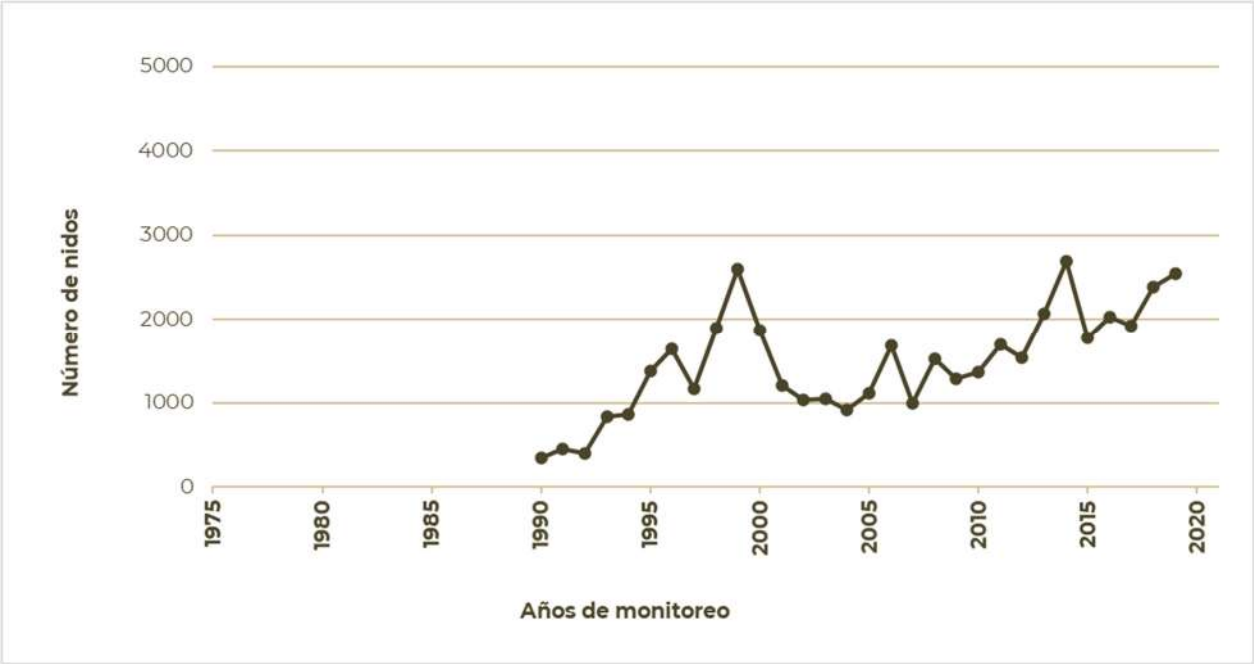

Figura 11. Número de anidaciones anuales de Tortuga Carey en la Región norte de la península de Yucatán.

La costa norte de la península de Yucatán tiene cinco Playas Índice de importancia internacional (Celestún, Sisal, Las Coloradas-El Cuyo e Isla Holbox). Aunque de forma numérica la serie de tiempo de las anidaciones entre Yucatán y Campeche es distinta, en términos de las tendencias es similar (Figura 9).

Esta región también experimentó un primer máximo histórico en 1999 con más de 2500 anidaciones, y a partir de 2001 registró un decremento que alcanzó su nivel más bajo a mediados de la década del año 2000. Hasta el 2013 el número de anidaciones anuales fue variable, seguido por un crecimiento poblacional evidente, hasta lograr un nuevo máximo histórico en 2014 con casi 2700 nidos, cerca de ser alcanzado en 2019.

El compilado de datos de anidaciones de todas sus playas presenta una tendencia general de crecimiento, pero también presenta dos periodos de incrementos y uno de decrecimiento. El mejor ajuste de la tendencia fue linear con una pendiente b=3E-34e, y un R^2=0.5013 (Figura 11).

e) Región Caribe mexicano (Quintana Roo)

Después de la costa del municipio de Lázaro Cárdenas localizado al norte de Quintana Roo y orientado hacia la costa norte de la península, en el resto del estado la anidación de Tortuga Carey es mayormente dispersa, con excepción de Isla Contoy en donde de forma histórica y consistente ocurre la anidación de esta especie, monitoreada por más de tres décadas de forma continua.

A lo largo del litoral del Caribe mexicano cada año se registran anidaciones de Tortuga Carey, aunque en magnitudes por debajo de las 50 anidaciones, y lo hacen de forma dispersa en distintas playas continentales. La zona continental se destaca mayormente por las zonas arrecifales aledañas en donde es común encontrar individuos de Tortuga Carey, pero que no son reflejo en la magnitud de la anidación.

En la serie de tiempo del número de nidadas en la playa del Parque Nacional Isla Contoy (PNIC), en donde de forma histórica y consistente ocurre la anidación de esta especie, monitoreada por más de tres décadas de forma continua.

En la serie de tiempo del número de nidadas en la playa del PNIC, único Santuario federal de tortugas marinas en Quintana Roo, la actividad de la anidación tuvo un comportamiento variable entre años, aunque la tendencia general fue ligeramente positiva; a partir del año 2000 hasta 2019 mostró un incremento significativo en el número de anidaciones registradas, con tendencia linear, pendiente: 2.7113x y R^2=0.5048 (Figura 12). Una condición del éxito de este patrón de tendencia positiva en el número de anidaciones es que en estas playas las fuentes de presión sobre las hembras, las nidadas y las crías son mínimas, dado que es una isla distante de tierra firme, en la que se tiene control de acceso estricto por la CONANP, lo que favorece una alta productividad de crías en este espacio controlado.

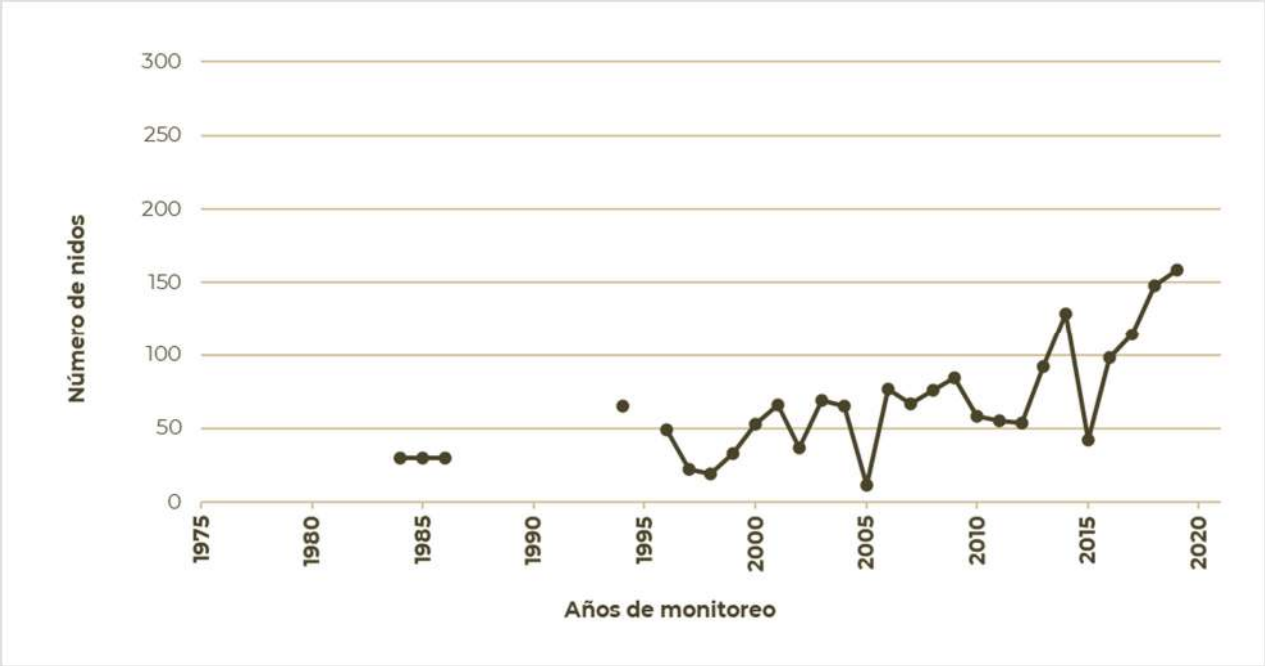

Figura 12. Número de anidaciones anuales de Tortuga Carey en la Región Caribe mexicano.

f) Litoral del Pacífico mexicano

Este litoral se regionalizó en las Unidades Golfo de California e Islas oceánicas del Pacífico (incluyendo la costa de Sonora y Sinaloa), Pacífico norte-centro (Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán) y Pacífico sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas) (Figura 6). Con base en información anecdótica, se ha reportado que a principios del siglo XX existía una actividad de anidación significativamente mayor a las registradas hoy en día en el Pacífico mexicano (Cliffton *et al*., 1981). Los registros sistemáticamente documentados de la anidación de Tortuga Carey en este litoral son escasos y dispersos. En las últimas dos décadas se han concretado algunos programas de monitoreo en las principales playas de anidación de la especie localizadas en los estados de la región Pacífico norte-centro, específicamente en Nayarit y Jalisco; y, muy recientemente en la región Pacífico sur, Oaxaca y Guerrero, en donde se realizan esfuerzos para conservar y encaminar a la recuperación las poblaciones de la Tortuga Carey que anidan en el Pacífico mexicano entre verano y otoño de cada año (Hart, 2016).

En las últimas dos décadas, varios esfuerzos de investigación y monitoreo sobre la Tortuga Carey en el Pacífico mexicano se han centrado en sus hábitats marinos de alimentación, desarrollo y reproducción, primordialmente en el Golfo de California (Seminoff *et al*., 2003; ICAPO, 2008; Gaos *et al.,* 2010, 2017; Hart, 2016; Martínez-Estévez *et al*., en revisión). Esta región es de gran relevancia para la especie ya que se ha registrado al menos el 40% de los avistamientos en zonas marinas desde México hasta Ecuador en América del Sur (Gaos *et al*., 2007, 2010, 2017; ICAPO, 2008).

Por su parte, en el Pacífico sur los registros de anidación de Tortuga Carey son escasos, y esporádicos tanto en Guerrero como en Oaxaca, con excepción de Isla Ixtapa; pero, en toda la región, los avistamientos de individuos en zonas de agregación en el mar son frecuentes.

g) Región Golfo de California e Islas Oceánicas del Pacífico

En la zona de la Península de Baja California no se registran sitios de anidación de Tortuga Carey, pero sí en algunas como en Islas Marías (Hart, 2016; ICAPO, 2008). La gran importancia de esta región radica en la abundante presencia de individuos juveniles y adultos en hábitats marinos, en sitios como el estero de la Isla San José en el Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California (APFFIGC); la Isla Espíritu Santo, en las localidades de la Gallina; El Gallo, San Gabriel y La Partida en el Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago Espíritu Santo (PNZMAES); Los Arbolitos en Parque Nacional Cabo Pulmo (PNCP); Loreto, en el Parque Nacional Loreto (PNL), el sistema lagunar Navachiste en Sinaloa; y, en las Islas Marías en la Reserva de la Biosfera Islas Marías (RBIM). De entre cerca de 37 sitios donde se han reportado ejemplares de Tortuga Carey (Tabla 2), estos son los de máxima relevancia por ser las áreas de agregación, alimentación y desarrollo de la especie, donde el monitoreo de las poblaciones ha sido constante en las últimas dos décadas por varios grupos de trabajo de la región (Grupo Tortuguero de las Californias A.C., 2020 datos sin publicar; Ramos, 2019; Ramos *et al*., 2019; Martínez-Estévez *et al*., en revisión).

h) Región Pacífico Centro-Norte

En el Pacífico mexicano, a partir de esfuerzos realizados de manera sistemática en programas de conservación dirigidos a otras especies de tortugas marinas, hasta 2009 se habían localizado siete playas de anidación esporádicas de Tortuga Carey con registros relativamente escasos (Datos no publicados de Reyna-Medrano, M. I. y Miranda, A. (Platanitos); García-Aguayo, A. (Cuitzmala); Pérez-Carabias, V. (Teopa)). Hasta entonces, la playa de Platanitos, Nayarit, había sido reconocida como la de mayor abundancia de nidos registrados en esta región; sin embargo, con la información disponible actualmente en Costa Careyes y Punta de Mita, han pasado a sustituirla con la mayor abundancia de nidada de Tortuga Carey en la región (Figura 11). Algunas de estas playas y sus zonas aledañas son sitios históricos de anidación para la especie, y el esfuerzo desarrollado por varios años ha facilitado el reclutamiento de crías, lo que podría reflejarse en el futuro en un incremento de la población de individuos reproductores.

Se observa que, durante el periodo entre 2000 a 2005, no hay registro de nidos de la especie, lo que puede responder a diversas razones, entre ellas, a la ausencia de cohortes reproductivas, a variaciones en el esfuerzo de monitoreo debido quizás a cambios de personal con poca experiencia, a modificaciones en la estrategia de monitoreo, entre otras. Cabe mencionar que el monitoreo de las anidaciones de Tortuga Carey se hace de manera paralela al que se realiza con otras especies, principalmente Tortuga Golfina (Figura 13).

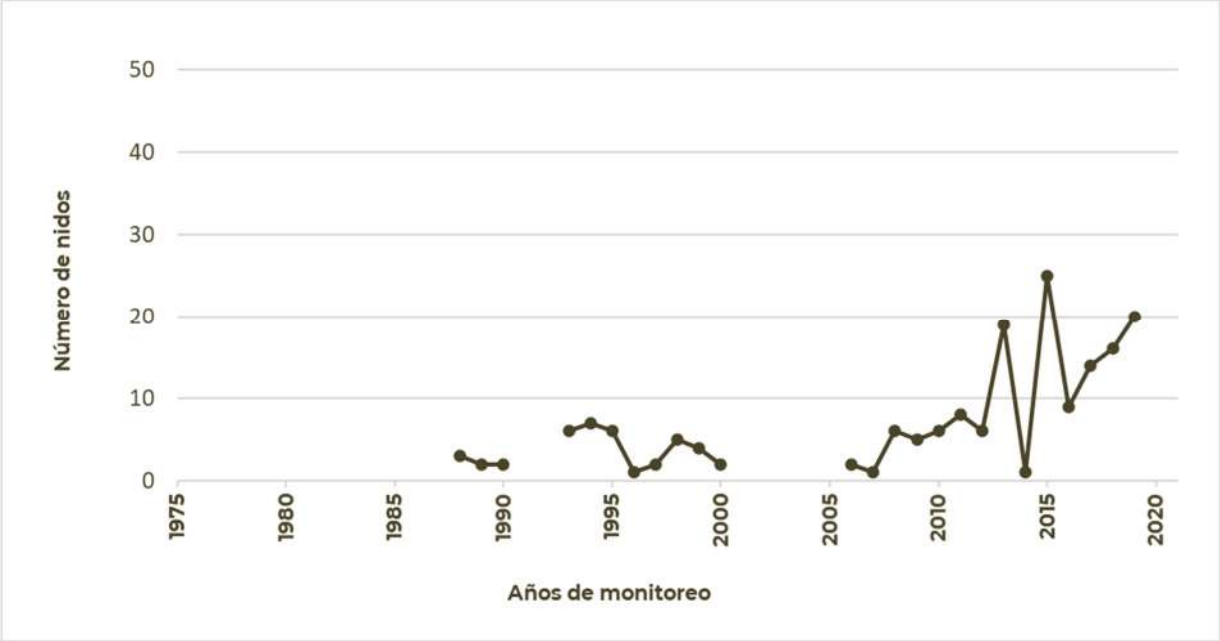

Figura 13. Número de anidaciones anuales de Tortuga Carey en la región Pacífico Norte-Centro (Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán).

Con los datos disponibles de anidaciones, la tendencia general en el tiempo es positiva; el mejor ajuste logrado fue el linear con una pendiente b=0.4126x y un R^2=0.3919.

En esta región, los sitios marinos de Bahía Jaltemba en Nayarit y Mayto-Tehuamixtle en Jalisco, son reportados como áreas de alta relevancia para la estancia de individuos de esta especie, zonas en las que se espera se incremente el esfuerzo de monitoreo para una verificación robusta.

i) Región Pacífico sur

Aun cuando en el estado de Guerrero se localiza la playa de Isla Ixtapa, que a la fecha es la playa más importante de anidación de Tortuga Carey en el Pacífico mexicano, las anidaciones en esta región son esporádicas, como las que ocurren en San José Guatemala y Playa Azul, entre otras (Ramos-Rivera, 2020 *com. pers.*). De igual forma en Oaxaca, donde el personal del Centro Mexicano de la Tortuga ha reportado anidaciones en algunas playas (Harfush, 2020 *com. pers.*). Entre 2018 y 2019 se proveyeron datos procedentes de playas donde el monitoreo es dirigido a Tortuga Laúd, en ambos estados. En Chiapas no hay mención de anidaciones de esta especie, aunque esto no significa que no la haya, y se cuente con reportes de tortugas en sitios de alimentación costera.

Llaman la atención las anidaciones por esporádicas y por ubicarse en sitios también relativamente distantes entre sí. Además de la escasa actividad anidatoria en esta región, es evidente que no ha habido un monitoreo dirigido a la Tortuga Carey, con excepción de Isla Ixtapa. Por ello es probable que, de los operadores de campo, al no estar familiarizados con esta especie las confundan o no las localicen, pues la actividad de monitoreo está fundamentalmente dirigida a otras especies, entre ellas las de mayor concentración de anidación en México en “arribadas”, la de Tortuga Golfina.

Principales amenazas

Las poblaciones de Tortuga Carey y sus hábitats críticos están sujetos a numerosas amenazas que ejercen una presión sobre su integridad y viabilidad ecológica en el largo plazo, las cuales son factores que obstaculizan el proceso de recuperación de la especie e incluso agudizan su estatus de riesgo.

En el PACE publicado en 2009 se listó un conjunto de amenazas que se definieron en el proceso de construcción del instrumento. A partir de tal listado y de avances en su evaluación, a través de distintas iniciativas sobre la condición de las tortugas marinas en el territorio mexicano, se realizó una revisión y actualización de las amenazas a esta especie y sus hábitats con la colaboración de los especialistas participantes en la elaboración de este documento.

El conjunto de amenazas definidas para las poblaciones y sus hábitats fueron jerarquizadas asignándoles una calificación cualitativa (Granizio *et al*., 2006) que derivó de consultas individuales y grupales con los expertos participantes. Para dimensionar de una manera contextualmente más precisa, la evaluación de las amenazas se realizó para cada una de las UGC y así se generó una jerarquía para cada litoral mexicano (Tabla 2).

Estas amenazas operan en su mayoría de forma directa sobre la población de Tortuga Carey, así como en la calidad de sus hábitats críticos; sin embargo, son escasas las amenazas que impactan de forma directa solo a la población. Si una amenaza impacta al hábitat que temporalmente ocupa una especie, pero no modifica ninguno de los atributos ecológicos esenciales, entonces realmente el hábitat de la especie no estuvo expuesto; por el contrario, cuando una amenaza impacta un atributo de relevancia para la Tortuga Carey, entonces debe ser considerada una amenaza para el hábitat ya que al final está impactando algún atributo de las poblaciones.

En este contexto, las amenazas para la Tortuga Carey se enlistan y describen en orden jerárquico para México, y en su descripción se señala cómo afecta a la población, a sus hábitats o ambos.

Tabla 3. Resumen de las jerarquías de amenazas identificadas para los litorales del Atlántico y Pacífico, así como la jerarquía para México en conjunto.

Amenazas para todos los objetos de conservación	Atlántico	Pacífico	México
Cambios en la morfología de la playa de anidación por factores naturales y antropogénicos	Alto	Bajo	Alto
Degradación de hábitats críticos marinos	Alto	Bajo	Alto
Malas prácticas pesqueras en sitios de agregación o tránsito de tortugas	Medio	Medio	Alto
Infraestructura permanente en playas de anidación y zonas aledañas	Medio	Medio	Alto
Acumulación de residuos sólidos en hábitats críticos	Medio	Bajo	Medio
Impactos de fenómenos hidrometeorológicos	Medio	Bajo	Medio
Contaminación química que afecta a individuos y calidad del hábitat	Medio	Bajo	Medio
Tendencia de incremento de la temperatura superficial del mar en sitios de alimentación	Medio	Bajo	Medio
Infraestructura en agua que actúa como barreras físicas	Medio	Bajo	Medio
Pérdida de vegetación de duna costera	Bajo	Medio	Medio
Tránsito marítimo de embarcaciones en hábitats críticos o frente a playas de anidación	Bajo	Medio	Medio
Variaciones extremas de temperatura en playas de anidación	Bajo	Bajo	Medio
Uso público intensivo y mal planeado de playas en temporada de anidación	Bajo	Bajo	Medio
Contaminación lumínica en playas de anidación	Bajo	Bajo	Bajo
Degradación de la calidad del hábitat de anidación e incubación por arribo atípico de sargazo	Bajo	Bajo	Bajo

Prospecciones sísmicas en áreas que incluyen o adyacentes a sitios de agregación	Bajo	Bajo	Bajo
Depredación de huevos, crías y/o hembras por fauna feral en playas de anidación	Bajo	Bajo	Bajo
Depredación de crías y huevos por fauna silvestre que se torna nociva	Bajo	Bajo	Bajo
Ecoturismo mal manejado que perturba a individuos de esta especie y sus hábitats	Bajo	Bajo	Bajo
Saqueo de nidadas	Bajo	Bajo	Bajo
Incidencia de enfermedades y parasitismo en individuos de diferentes tallas	Bajo	Bajo	Bajo
Captura dirigida de individuos	Bajo	Bajo	Bajo
Estado de amenaza para objetos de conservación y proyecto	Alto	Medio	Alto

- **CAMBIOS EN LA MORFOLOGÍA DE LA PLAYA DE ANIDACIÓN POR FACTORES NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS**

Estos cambios pueden ser causados por diversos factores como son los procesos erosivos naturales, incremento en la frecuencia e intensidad de los huracanes y tormentas, construcciones sobre la línea de costa, elevación del nivel medio del mar, entre otros, que tienen un alto potencial de causar alteraciones en el comportamiento de anidación de las hembras, en el menor de los casos, y hasta destruir por completo porciones de nidos incubados o una playa histórica de anidaciones (Fish *et al*., 2005; McClenachan *et al.,* 2006).

Esta amenaza impacta de forma directa tanto a la población como a la calidad del hábitat de anidación e incubación que esta especie requiere, alterando las condiciones físicas y biológicas que, tal como se ha documentado, ocurre en gran parte de su intervalo de distribución (Cuevas *et al*., 2010; Kelly *et al.,* 2017; Hernández-Cortés *et al*., 2018; García-Díaz *et al*., 2019).

Entre las variantes del origen de la modificación de perfil, se encuentran acciones de extracción de sedimento arenoso de zonas de acreción como los formados en las bocas de sistemas lagunares costeros, así como en zonas de acumulación asociados a barreras físicas como son escolleras de puertos de abrigo y marinas (Nolasco-Montero y Carranza-Edwards, 1988; Steinitz *et al*., 1998; Peterson y Bishop, 2005). Dicha actividad extractiva trae consigo la disminución, afectación y destrucción de hábitats de anidación para la especie y de los nidos depositados en dichas zonas explotadas.

Otra forma en la que se han documentado cambios en la morfología de playas de anidación de esta especie es por el relleno de playas que se encuentran erosionadas, y a las que frecuentemente se les deposita sedimento de otras localidades que tiene características físicas diferentes a la arena original, por lo que puede afectar el éxito de anidación e incubación de huevos debido a las nuevas condiciones del hábitat de anidación (Steinitz *et al*., 1998; Rumboldt *et al*., 2001; Peterson y Bishop, 2005).

- **Degradación de hábitats críticos marinos**

De manera natural, los individuos dependen de hábitats marinos en buen estado de conservación para satisfacer sus necesidades vitales, extender y complementar su ciclo de vida. En la última década, la degradación de los ecosistemas marinos se ha intensificado y cada vez más ecosistemas y en rasgos geográficos más amplios muestran signos de degradación importantes (Halpern *et al*., 2007, 2008; Maxwell *et al*., 2013).

Esta amenaza consiste en la afectación de las condiciones de integridad ecológica de hábitats marinos críticos para la supervivencia de la Tortuga Carey como son zonas arrecifales, praderas de pastos marinos, manglares y corredores migratorios afectados por contaminación u otro obstáculo (van Tussenbroek *et al*., 2017; Álvarez-Filip *et al*., 2019; Wallace *et al*., 2020).

Cuando los individuos no encuentran su hábitat crítico en las condiciones mínimas de idoneidad, muy probablemente se verán forzados a reubicarse y correr el riesgo de alterar sus ciclos reproductivos exponiéndose a una mayor cantidad de amenazas en este proceso o presentar un desarrollo somático deficiente por falta de energía suficiente, además de exponerse a una mayor cantidad de amenazas en su proceso de reubicación (Bjorndal *et al*., 2017).

- **Malas prácticas pesqueras en sitios de agregación o tránsito de tortugas**

El desarrollo de la actividad pesquera trae consigo un aumento en el número de embarcaciones y en el esfuerzo empleado por esta actividad económica, siendo la principal amenaza en el mar a nivel mundial (Schuyler *et al*., 2016).

Esta amenaza incluye a todas las flotas pesqueras que operan de manera legal e ilegal (sin permiso), en temporadas de veda de sus especies objetivo o con artes de pesca prohibidos por la legislación mexicana. Se ha determinado que la pesca con redes agalleras y palangres, son las que mayor captura incidental de tortugas marinas tienen (PROCER–Ecosur, 2010; Cuevas *et al.,* 2018a). Adicionalmente, por razones de comodidad, seguridad o para disminuir costos directos de operación, los pescadores de flotas artesanales realizan lances cercanos a la costa y frente a playas de anidación por tiempos mucho mayores al de la eficiencia de captura probada para las artes que usan, lo que incrementa el riesgo de que individuos no objetivo como las tortugas marinas, y otras especies, sean capturadas de forma incidental (PROCER–Ecosur, 2010; Cuevas *et al.,* 2018a).

Cuando los esfuerzos de captura pesquera coinciden en espacio y tiempo, con áreas de agregación y desarrollo de individuos juveniles y adultos, y en sus corredores migratorios, se incrementa el riesgo de que éstas queden atrapadas en las redes o enganchadas en los anzuelos, impidiéndoles salir a respirar, y como consecuencia morir ahogadas (Williams *et al*., 1996; Hall *et al*., 2000; Gardner y Nichols, 2001; Lewison *et al*., 2004a y 2004b; WWF, 2006; Cuevas *et al*., 2018a; 2018b; Hart *et al*., 2018).

- **INFRAESTRUCTURA PERMANENTE EN PLAYAS DE ANIDACIÓN Y ZONAS ALEDAÑAS**

El término "infraestructura permanente" se utiliza en este documento para aludir a infraestructura civil y otras construcciones fijas (palapas, bares, puntos de venta) instalados para fines turísticos en la playa, casas habitación y de verano, malecones, andadores costeros, caminos de terracería y carreteras aledañas a playas de anidación, a esto se suma la infraestructura asociada al desarrollo urbano, entre otras. Esta infraestructura trae consigo diversos riesgos para la integridad del hábitat de anidación e incubación de la Tortuga Carey, así como para sus poblaciones.

Uno de los principales factores de impacto contenidos en esta amenaza son los desarrollos turísticos en las playas de anidación que provocan la degradación del hábitat por iluminación artificial, desechos sólidos, disminución del ancho de la playa, obstaculización por infraestructura de servicios turísticos (temporal y permanente), que causan alteraciones al hábitat de anidación y que repercuten también de forma directa e indirecta sobre las hembras anidadoras, nidos y sus crías (Salmon, 2003; Davenport y Davenport, 2006).

El crecimiento de la mancha urbana hacia las playas de anidación trae consigo fuentes de disturbios en el hábitat como lo son el aumento de la luz, el ruido, la contaminación por residuos, el turismo sin manejo y su degradación. La playa, al ir perdiendo las condiciones necesarias para una anidación exitosa, ocasiona que las hembras anidadoras se desplacen a otras playas aledañas (Witherington, 1992; Pellet *et al.,* 2003; de la Esperanza *et al*., 2017).

La construcción y ampliación de carreteras costeras cercanas y paralelas a las playas de anidación, se han convertido en una amenaza para las hembras anidadoras. Un ejemplo claro es el litoral sur del estado de Campeche, en donde la principal vía de comunicación en la península de Yucatán se encuentra en grandes secciones colindando con la duna costera o directamente con la zona intermareal. Muchas veces las hembras en búsqueda del lugar propicio para anidar durante la noche cruzan la carretera, exponiéndose a ser atropelladas por el tránsito vehicular.

Finalmente, la presencia de estructuras fijas de protección de línea de costa y de bienes públicos o privados representan barreras físicas que pueden impedir o alterar el éxito de la anidación de hembras, así como dificultar el ingreso de las crías emergidas al mar (Witherington *et al*., 2011; Cuevas *et al*., 2018b; Canul *et al*., 2019; Hirsch *et al*., 2019). Estas mismas estructuras como los gaviones (protectores de carreteras) propician la llegada de las hembras hasta la carretera al acumular sedimento de arena, el cual actúa como una rampa, y provoca que cuando lleguen al borde caigan a la carretera; la altura de esta misma estructura impide que las tortugas puedan regresar a la playa.

- **Acumulación de residuos sólidos en hábitats críticos**

Los residuos sólidos provenientes de tierra adentro por los cauces de ríos y arroyos, además de los arrojados directamente al mar, son arrastrados por las corrientes costeras dominantes, creando sitios de arribo que puede provocar su acumulación en playas de anidación, lo que representa una amenaza tanto para las hembras anidadoras como para los huevos depositados, los embriones en desarrollo y las crías que emergen y se dirigen al mar (Guzmán *et al*., 2014a; Krause *et al*., 2019).

Esta amenaza tiene impacto acumulado en el hábitat de anidación e incubación y en los individuos de Tortuga Carey. Por una parte, provoca la degradación de la idoneidad del hábitat en playa; y por otra, al ser ingeridos, los residuos sólidos pueden causar contaminación por sus derivados, o la ingestión y acumulación de sus micro plásticos podrían causar la muerte. También, este tipo de basura provoca que individuos se enreden en restos de artes de pesca, que son abandonados o perdidos durante las faenas pesqueras, o en plásticos o llantas que provienen de otras fuentes.

Los residuos sólidos vertidos al mar pueden ser confundidos con alimento, tanto por crías como por organismos juveniles y adultos, de manera que pueden morir asfixiados o por algún problema asociado a la ingesta acumulativa de éstos. En la última década, los impactos sobre la fauna marina por la mala disposición de residuos sólidos, en particular los plásticos, han sido puestos en evidencia y han provocado grandes cambios a nivel mundial. El problema continúa y las evidencias de afectaciones a las tortugas marinas y sus hábitats cada día son más (Plotkin y Amos, 1990; Moore *et al*., 2001; Tomás *et al*., 2002; Wilcox *et al*., 2018; Domènech *et al.,* 2019).

A los pescadores, las largas redes de cerco o de deriva suelen a menudo perdérseles, al realizar maniobras difíciles, o son cortadas como consecuencia del mal tiempo; incluso, desechadas por su mal estado y ser arrojadas al mar, convirtiéndose en “redes fantasmas” y quedar ancladas a los fondos duros y otras estructuras, atrapando organismos, entre ellos las tortugas marinas que al enredarse no pueden salir a respirar y mueren ahogadas (Breen, 1990; Erzini *et al*., 1997; Hall *et al*., 2000).

Por otra parte, existen algunos sitios en los que los basureros clandestinos se encuentran aledaños a las playas de anidación, provocando el mismo impacto que la concentración de basura acarreada por las corrientes que desembocan en la playa. Entre sus efectos se encuentra la obstaculización del paso a las hembras anidadoras, de la emergencia de las crías y su desplazamiento hacia el mar, también funcionan como atrayentes de fauna nociva depredadora de huevos y crías (Gündoğdu *et al*., 2019; Martin *et al*., 2019).

- **Impactos de fenómenos hidrometeorológicos**

Si bien es cierto que las tormentas y huracanes han coexistido por millones de años con las tortugas marinas y que su impacto es amortizado y superado por las poblaciones de estos animales, en la última década la intensidad y frecuencia de los huracanes y tormentas han aumentado (Knutson *et al.,* 1998; Elsner *et al*., 1999; Emanuel, 2005; Balaguru *et al*., 2018; Kossin *et al*., 2020). De igual forma, debido a que la vulnerabilidad y fragilidad de las playas de anidación se ha incrementado por procesos de erosión y su estrechamiento, los huracanes y tormentas representan una seria amenaza para las poblaciones de tortugas marinas, sus playas de anidación y sitios de alimentación.

Las tormentas y huracanes generan una gran pérdida de nidos por la inundación que provoca el aumento del nivel del mar, lo que ocasiona la muerte de los embriones (Ross, 2005; Guzmán y Velasco-Orozco, 2008; DuBois *et al*., 2020). También pueden provocar acarreos de volúmenes importantes de sedimentos que son depositados sobre los nidos, provocando que las crías no alcancen la superficie por el incremento de la distancia desde el fondo hasta la superficie del nido.

En el ambiente marino, estos fenómenos naturales pueden llegar a degradar o destruir grandes porciones de hábitats de alimentación de las tortugas marinas; ya que, al reducir la cantidad o calidad del alimento, se ve afectado el desarrollo de organismos juveniles, incluso el potencial reproductivo de los adultos. Para el ambiente marino, las marejadas de fondo son especialmente dañinas cuando arrastran y acumulan arena entre las oquedades y cuevas en sitios que sirven de resguardo a las tortugas, haciéndolas más vulnerables a sus depredadores naturales.

- **Contaminación química que afecta a individuos y calidad del hábitat**

La contaminación química de los mares, con diferentes sustancias tóxicas como son los hidrocarburos y pesticidas, puede ocasionar tumores, dificultades en la reproducción, retrasos en la maduración sexual, depresión del sistema inmunológico, alteraciones en la estructura de la piel, infecciones oculares, estrés oxidativo, entre otros, pudiendo causar la muerte del organismo (Coston-Clements y Hoos, 1983; Caurant *et al*., 1999; Sakai *et al*., 2000; Cuevas *et al*., 2003; Camacho, 2003).

En México, se han realizado evaluaciones del contenido de algunos contaminantes en sangre y huevos de esta especie. Los estudios se han desarrollado mayormente en el litoral del Atlántico (Tremblay *et al*., 2017; Muñoz y Vermeiren, 2018; Rivas-Hernández *et al*., 2018; Salvarani *et al*., 2019), destacándose la necesidad de redoblar esfuerzos para conocer esta condición de impacto a la salud de las tortugas por contaminantes químicos en el litoral del Pacífico.

Ya se ha documentado que el Golfo de México representa un sitio de alto riesgo por la ocurrencia de derrames y de alta vulnerabilidad para las poblaciones de diversa fauna marina, incluidas entre ellas la Tortuga Carey. Con el derrame ocurrido desde la plataforma Deepwater Horizon, en 2010, se marcó un parteaguas en el estudio de impactos por derrames, prevención y planificación (Wallace *et al*., 2017). En ambos litorales mexicanos se cuenta con planes de atención a tortugas marinas ante contingencias por derrame de hidrocarburos, y con la participación de actores involucrados en la conservación de tortugas marinas en el desarrollo de las estrategias del Plan Nacional de Contingencia para Derrames de Hidrocarburos y Sustancias Nocivas Potencialmente Peligrosas en las Zonas Marinas Mexicanas, se avanzó en la preparación de protocolos específicos para atender emergencias de este tipo orientadas a tortugas marinas y sus hábitats críticos.

- **Tendencia de incremento en la temperatura superficial del mar en sitios de alimentación**

A nivel mundial, se reconoce que uno de los efectos del cambio climático es la tendencia al incremento de la temperatura de los océanos (Defforge y Merlis, 2017; Chen *et al*., 2020). Esta condición es de particular interés en la recuperación de las tortugas marinas por las consecuencias sobre sus hábitats de alimentación y fenología que impactan directamente en el éxito reproductivo de sus poblaciones (del Monte et al., 2012; Schwoerer, 2013; Okuyama et al., 2020).

Dado que la tendencia de incremento en la temperatura superficial del mar ocurre en grandes regiones oceánicas, los hábitats de alimentación y agregación de esta especie ectotérmica no están exentos de perturbaciones, por lo que es de relevancia evaluar continuamente potenciales alteraciones en los ciclos reproductivos y la fenología de las poblaciones de esta especie en México.

- **Infraestructura en agua que actúa como barreras físicas**

El uso de barreras físicas para protección de línea de costa y en ocasiones para la restauración de playas también es utilizada en zonas marinas aledañas a playas de anidación. Infraestructuras como muelles, marinas, palafitos, geotubos debajo del agua, tetrápodos y otras formas de arrecifes artificiales son utilizadas para disminuir la energía de las olas (por ejemplo, Reef Ball) mediante la modificación del régimen de oleaje en el área.

Estas barreras representan un obstáculo difícil de salvar para las hembras que llegan a anidar a la playa, así como para las crías que emergen de ella, que en mareas bajas pueden quedar atrapadas y morir golpeadas entre las mismas o por la exposición directa al sol durante el día (Peterson y Bishop, 2005); además de provocar cambios en los patrones temporales y espaciales de la actividad de anidación de esta especie (Cuevas *et al*., 2018b).

En diversas zonas del país estas infraestructuras son utilizadas con mayor frecuencia, por lo que se requiere realizar estudios robustos que permitan evaluar la forma en la que afectan a hembras anidantes y crías, y la magnitud en la que ocurre. Con esta información se podrá trabajar en la especificación de criterios de construcción e instalación que armonice la conservación y recuperación de la Tortuga Carey en relación con el desarrollo asociado a esta infraestructura.

- **PÉRDIDA DE VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA**

La vegetación de la duna costera desempeña un papel preponderante en la regulación de la temperatura de la arena de las playas de anidación, por lo que al ser removida por cualquier medio (incendio, tala ilegal, fitopatógenos, desmonte para desarrollo urbano), las condiciones climáticas de las playas como hábitat de incubación se ven alteradas. Debido a que las tortugas marinas presentan diferenciación sexual por temperatura (DST), las modificaciones en la cobertura y estructura vegetal en las playas de anidación repercute de manera importante sobre el régimen de temperatura en la playa, causando efectos en la proporción de sexos de las crías (Kamel y Mrosovsky, 2006) y causando mortalidad cuando alcanzan temperaturas letales y subletales.

Una de las formas en las que se pierde la vegetación es por la extracción de especies arbustivas y arbóreas, de uso maderable (mangle) y no maderable, típicas de vegetación de duna costera. Por ejemplo, en la costa oeste de la península de Yucatán los ejemplares son removidos desde la raíz y transportados a zonas de interés pesquero donde actúan como refugio de diversas especies de interés económico. Esta práctica afecta de manera directa a los nidos y crías al remover vegetación de la duna que representa potencial fuente de sombra para los nidos incubados, haciendo las variaciones de temperaturas más extremas.

Existen estudios en los que se muestra la relevancia de la vegetación de duna costera en la regulación de la temperatura de incubación de las nidadas de Tortuga Carey (Hernández-Cortés *et al*., 2018; Frías-López *et al*., 2019), por lo que es prioritario implementar las acciones de protección de la vegetación de duna y su restauración en zonas de anidación histórica de Tortuga Carey donde esta haya sido removida.

- **TRÁNSITO MARÍTIMO DE EMBARCACIONES EN HÁBITATS CRÍTICOS O FRENTE A PLAYAS DE ANIDACIÓN**

El uso irresponsable de lanchas rápidas y otros vehículos motorizados en zonas de agregación de Tortuga Carey, frente a sus playas de anidación o en sitios de alimentación, es un problema que provoca numerosas muertes de individuos por golpes de la embarcación al caparazón o por cortes infligidos con las propelas de los motores (Work *et al*., 2010; Denkinger *et al*., 2013; Shimada *et al*., 2017).

De igual forma, en zonas más profundas lejanas a la línea de costa, donde también se encuentran individuos de Tortuga Carey, se han documentado algunos impactos por embarcaciones mayores que son de carga o que están asociadas con actividades

extractivas de la industria petrolera. Cerca de la costa, embarcaciones rápidas de transporte de personal para trabajos costa afuera, transporte turístico, y deslizadores, alcanzan velocidades considerables de muchos nudos que hacen imposible la evasión de las tortugas al momento de salir a respirar, causándoles heridas o la muerte.

En México, no existen estudios formales y sistemáticos disponibles en los que se haya documentado este tipo de impactos; sin embargo, reportes de varamientos pueden constatar el daño sobre las poblaciones de la especie. Por lo anterior, la regulación del tránsito de estas embarcaciones en zonas de agregación es crítico para minimizar el impacto directo sobre individuos juveniles y sexualmente maduros que tienen un gran valor reproductivo y demográfico para la recuperación de la especie.

- **VARIACIONES EXTREMAS DE TEMPERATURA EN PLAYAS DE ANIDACIÓN**

Una de las condiciones críticas para un hábitat de anidación e incubación idóneo es una temperatura óptima del sedimento en la playa. Como se ha documentado en diferentes estudios en el litoral del Atlántico, la temperatura de la arena influye de forma relevante en el éxito de anidación e incubación de las nidadas (Hernández-Cortés *et al*., 2018; Frías-López *et al*., 2019; Flores-Aguirre *et al*., 2020).

Se ha contribuido con información sobre los umbrales de temperatura de incubación letales y subletales de nidadas de Tortuga Carey (Hernández-Cortés *et al*., 2018), y a partir de la temperatura pivotal se ha aportado evidencia que sugiere un efecto secundario por incremento en la temperatura de incubación con tendencia a la feminización de las cohortes de crías emergidas, al menos en playas del oeste de la península de Yucatán (Flores-Aguirre et al., 2020). Aunado a esto, el aumento de las temperaturas en sitios de anidación es un riesgo, ya que en otras especies el aumento de temperatura llega a ser mortal para los embriones (Valverde et al., 2010). Esta información es de gran relevancia porque aporta elementos de criterio para, en su caso, implementar medidas adaptativas para el manejo y conservación de las nidadas.

- **USO PÚBLICO INTENSIVO, INCOMPATIBLE Y MAL PLANEADO DE PLAYAS EN TEMPORADA DE ANIDACIÓN**

El uso recreativo de las playas de manera irresponsable por parte de los turistas o gente de la comunidad representa problemas cuando se realizan actividades incompatibles con la conservación de las tortugas marinas. Entre las principales actividades reconocidas se encuentran las fogatas y el uso de vehículos motorizados sobre las playas de anidación.

Estas actividades tienen el potencial de destruir numerosos nidos, compactar la arena sobre nidos incubados con consecuencias que pueden llegar a ser mortales, alterando el comportamiento de anidación de las hembras e incrementando la mortalidad de las crías emergidas (Tourism Development Authority, 1998).

Esta condición acumulada de impactos se ve acentuada con la apertura de caminos, veredas, brechas, entre otros, que facilitan la entrada a la playa de anidación de saqueadores, turistas, predadores, y otras perturbaciones.

- **Contaminación lumínica en playas de anidación**

En playas de anidación, uno de los mayores impactos por la presencia humana es la contaminación lumínica. Este factor provoca alteraciones en el comportamiento de la anidación de hembras y la dispersión y muerte frecuente de crías que quedan atrapadas entre la vegetación, extraviadas bajo los faroles o atropelladas en las calles al ser atraídas por fuentes de iluminación artificial (Harewood y Horrocks, 2008; Kamrowski *et al*., 2012).

Existen estudios regionales del impacto de esta amenaza sobre las poblaciones de tortugas marinas (Brei et al., 2016; Windle et al., 2018; Vandersteen *et* al., 2020), y para el litoral mexicano en el Atlántico existen algunos esfuerzos de medición del impacto sobre el éxito reproductivo de hembras de Tortuga Carey (Guzmán-Hernández *et al*., 2014a). Esta amenaza requiere aún ser evaluada de forma sistemática para identificar oportunidades de restauración de playas de anidación de tortugas marinas, con base en las condiciones detectadas de contaminación lumínica.

- **Degradación de la calidad del hábitat de anidación e incubación por arribo atípico de sargazo**

Desde 2013, en el Atlántico, se comenzó a detectar crecimientos anómalos de sargazo pelágico que provocaron arribazones extraordinarios de la macroalga en playas de anidación de tortugas marinas (Wang *et al*., 2019), particularmente en el Gran Caribe donde se encuentran algunas de las más importantes playas de anidación de Tortuga Carey. Esta amenaza ocurre principalmente en el Caribe mexicano, sin embargo, también existe evidencia de importantes acumulaciones de sargazo en el litoral del Golfo de México oeste, específicamente en Tamaulipas.

Existen reportes en el Gran Caribe sobre impactos del sargazo en playa a hembras anidantes y crías de tortugas marinas (Ricardo *et al*., 2016; Gavio *et al*., 2018). Sin embargo, aún persiste la discusión sobre el efecto específico que la acumulación de sargazo provoca sobre el hábitat de anidación y los individuos de las tortugas marinas.

Un hecho que ha sido de mayor preocupación que el impacto del sargazo mismo, es el manejo de recolecta en playa y en agua que se están implementando por los tres órdenes de gobierno y por particulares. Si bien el Gobierno Federal ha construido de forma intersectorial un conjunto de normas para la adecuada recolecta de sargazo en playa y promover el respeto del hábitat de anidación de las tortugas marinas y sus individuos, se requiere de un marco normativo más robusto y coercitivo, complementado por un trabajo conjunto con las instituciones y organizaciones a cargo del monitoreo de tortugas marinas en playa para implementar adaptaciones al manejo de nidadas y crías en los sitios de mayor acumulación de sargazo.

- **Prospecciones sísmicas en áreas que incluyen o son adyacentes a sitios de agregación**

Se ha sugerido que las exploraciones sísmicas realizadas principalmente por la industria petrolera en la región del Golfo de México, PEMEX, tienen un impacto sobre las tortugas marinas, aunque este no ha sido plenamente estudiado ni documentado. Los estudios disponibles han demostrado que las prospecciones provocan una respuesta de alarma general en las tortugas sometidas a este impacto y una subsiguiente evasión del área impactada por los potentes disparos de aire, reportándose en algunos casos la pérdida del sentido del oído de forma temporal e incluso permanente (Moein *et al*., 1995; McCauley *et al*., 2000; U. S. Minerals Management Service, 2004; Moreira de Gurjao *et al*., 2005; Nelms *et al*., 2016; Elliot *et al*., 2019). Basándose en estos estudios, se evidencia que el uso de pistones neumáticos en los estudios sismológicos o la nueva tecnología 3D representa una fuente de impacto potencial sobre la supervivencia de las poblaciones de tortugas marinas en la región. Los impactos sobre los individuos de Tortuga Carey, aunque ya se tiene evidencia de un caso concreto en un juvenil, están aún por comprobarse de forma definitiva.

- **Depredación de huevos, crías y/o hembras por fauna feral en playas de anidación / Depredación de crías y huevos por fauna silvestre que se torna nociva**

La depredación de nidos y crías por especies silvestres como mapaches, cangrejos, hormigas, aves, así como especies introducidas como perros ferales y puercos alzados (asilvestrados) en zonas poco habitadas, se ha vuelto un gran problema debido al descontrol y aumento desmedido de sus poblaciones en los últimos años. El impacto directo es por depredación de los huevos y crías de las poblaciones de tortuga durante la temporada reproductiva, afectando un gran número de ellos cada noche (Engeman *et al*., 2002; 2005; 2006; Barton, 2003; Irwin *et al*., 2004; Marchand y Litvaitis, 2004). En años recientes, los ataques y muertes se han visto ocasionados por jaurías de ferales sobre las hembras reproductoras en zonas de playas de anidación contiguas a poblados.

- **Ecoturismo mal manejado que perturba a individuos de esta especie y sus hábitats**

En la última década, el aprovechamiento no extractivo de tortugas marinas en sus hábitats de anidación y de agregación en agua ha sido utilizado por particulares y comunidades locales a lo largo del litoral mexicano. Si bien la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, establece algunas especificaciones para la observación de hembras anidantes y de crías recién emergidas, aún quedan grandes vacíos para la correcta implementación de estas actividades en su calidad de observación de naturaleza o ecoturismo de bajo impacto, que se agudizan para los casos en los que el aprovechamiento se realiza en hábitats marinos.

Las necesidades económicas de lugareños y del turismo convencional se han expandido de tal forma en el uso de especies carismáticas como atractivo visual, que esta amenaza tiende a incrementarse; por lo que es estratégico atender los vacíos de información técnica científica necesaria para fijar los límites pertinentes de capacidad de carga en sitios que aseguren el bienestar y viabilidad de las poblaciones de tortugas marinas y sus hábitats.

En distintas partes del mundo se han documentado impactos negativos por actividades de aprovechamiento no extractivo mal planeadas, en los que no se respeta la normatividad local y se aprovechan vacíos legales para incrementar el nivel de presión sobre los individuos de tortugas marinas y sus hábitats con tal de incrementar las ganancias económicas (Tisdell y Wilson, 2005; Katselidis *et al*., 2013; Hayes *et al*., 2017), lo cual debe evitarse a toda costa en el territorio mexicano.

- **SAQUEO DE NIDADAS**

El saqueo de los nidos de tortugas marinas es un problema común en muchas playas en México, pues la falsa creencia de que estos tienen propiedades afrodisíacas y el uso costumbrista hace que exista cierta demanda en la sociedad. Por ello, la gente de las comunidades suele extraer los huevos de los nidos para su consumo y venta ilegal, lo cual disminuye el potencial reclutamiento de crías en el mar (Labarthe y Cuevas, 2005; Cuevas, 2006; Guzmán-Hernández y García-Alvarado, 2006; Guzmán *et al*., 2008).

A pesar de que en el marco normativo mexicano, específicamente en el artículo 420 del Código Penal Federal, se encuentra tipificado como delito la posesión de tortugas marinas, o de productos y subproductos, siguen existiendo vacíos en la ley y en la actuación correcta por parte de las procuradurías ambientales. Principalmente, la falta de personal para la inspección y vigilancia, así como de coordinación entre las instituciones responsables, han provocado impunidad en los "hueveros", lo que hace casi imposible erradicar esta ilegalidad.

- **OCURRENCIA DE ENFERMEDADES Y PARASITISMO EN INDIVIDUOS DE DIFERENTES TALLAS**

La existencia de determinadas enfermedades, como la fibropapilomatosis o parasitosis afectan el estado de salud de las tortugas marinas, llegando incluso a provocar su muerte (Chacón, 2004). Si bien es escasa la información existente sobre la condición natural y problemas de salud de la especie causadas por parásitos o cualquier otro agente específico; esta amenaza fue considerada debido a la incidencia de fibropapilomatosis (FP) que se registra en especies cercanas como la Tortuga Blanca (*Chelonia mydas*) con la que comparte frecuentemente hábitats críticos, y también a que ya existe un registro formal de Tortuga Carey con FP para el Caribe mexicano (Comité Estatal de Tortugas Marinas de Quintana Roo, 2020 *com. pers.).*

Otro tipo de afectaciones registradas es la neurointoxicación por saxitoxinas de dinoflagelados mediada por consumo de salpas, en Tortuga Carey y otras especies, documentada en las costas del estado de Oaxaca (Herrera-Galindo *et al*., 2015).

- **Captura dirigida a individuos**

Hoy en día existen personas que capturan intencionalmente a las tortugas marinas para su consumo y comercio, a pesar de saber que estas actividades son ilegales. Estas prácticas se siguen realizando porque la carne de tortuga tiene un precio alto en el mercado, mientras que los caparazones, en especial de la Tortuga Carey, son utilizados para la elaboración de artesanías y joyería. El marco de inmunidad que gozan los infractores "hueveros" y pescadores ilegales debido a los procesos perniciosos en la aplicación de la ley, que impiden integrar correctamente las carpetas de investigación, hacen nulos los actos de autoridad necesarios, por lo que la impunidad es el principal acicate para la incidencia de estos delitos.

Durante ciertas temporadas, como la Semana Santa, como parte de sus usos y costumbres se realiza la captura de ejemplares de tortuga de manera dirigida para el consumo de carne "no roja" en ciertas comunidades de la península yucateca como Isla Arena y Celestún (Labarthe y Cuevas, 2005; Cuevas, 2006; Guzmán-Hernández y García-Alvarado, 2006; Márquez y Guzmán, 2008; Cuevas et al., 2018a).

e) Grado de vulnerabilidad

Uno de los factores determinantes para la recuperación de una especie es su grado de vulnerabilidad, el cual está asociado a aspectos de sensibilidad, resiliencia y resistencia de las poblaciones o colonias. En estos términos, la historia de vida y características biológicas propias de la especie son los factores que determinan su vulnerabilidad, entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Maduración sexual tardía en adultos: puede tardar 18 o más años (Boulon, 1983, 1994; Diez y van Dam, 2002).
- Longevidad: es una especie que puede vivir más de 70 años, por lo que la recuperación de sus poblaciones requiere esfuerzos de largo plazo junto con un monitoreo sistemático de las distintas etapas de su ciclo de vida. Una ventaja de esta característica es que se han documentado hembras reproductoras activas hasta por periodos de 14 a 25 años (Chaloupka y Musick, 1997; Parrish y Goodman, 2006; Limpus, 1992; Carr *et al*., 1978; Fitzsimmons *et al.,* 1995, Bell y Pike, 2012; Guzmán, no publicado; López-Castro, no publicado), por lo que el monitoreo de solo una generación de las poblaciones típicas del Caribe sugiere monitoreos ininterrumpidos mayores a 20 años (Piacenza *et al*., 2019) e incluso de 35 años aproximadamente (Bjorndal, 1999; Sims *et al*., 2008).
- Utilización de hábitats críticos múltiples: el desarrollo de la especie se lleva a cabo en diferentes tipos de hábitats, dependiendo de la etapa de vida en que se encuentre el individuo. Las crías ocupan zonas pelágicas; juveniles, subadultos y adultos habitan zonas bentónicas para alimentación, y las hembras utilizan playas para anidar (Meylan, 1984; Pritchard y Mortimer, 1999; Houghton *et al*., 2001; 2003; Cuevas, 2017).

- Comportamiento migratorio: debido a la utilización de hábitats críticos múltiples, la Tortuga Carey requiere realizar interconexiones durante sus travesías cuando cambian de hábitat, pudiendo recorrer hasta miles de kilómetros durante estos viajes, exponiéndose a diferentes amenazas. (Plotkin, 2003; Meylan *et al*., 2011; Putman, 2018).
- Sexo dependiente de la temperatura y temperaturas letales: la proporción hembra-macho de las poblaciones de tortugas dependen de las condiciones climáticas estables o variables en las playas de incubación de nidos (Merchant, 1999), por lo que las variaciones extremas pueden influir en las desproporciones de sexos y en la mortalidad de crías (Flores-Aguirre *et al*., 2020).
- En términos de áreas, en donde la Tortuga Carey tiene una exposición relativa más alta a huracanes en las playas de anidación, se ha identificado como más vulnerable la región del Caribe mexicano (Dewald y Pike, 2014). Mientras que, en términos de hábitats marinos críticos, las zonas más vulnerables detectadas para esta especie se localizan en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, los alrededores de la península de Atasta y el litoral sur del estado de Campeche, la región de Petenes, Celestún al noroeste de la península de Yucatán, los Bajos de Sisal y frente al Santuario de Tortugas Marinas Playa de Ría Lagartos en Yucatán (Cuevas *et al*., 2019).

De acuerdo con la evaluación hecha a las poblaciones de Tortuga Carey y sus hábitats críticos asociados en el litoral mexicano, referidos a la exposición a amenazas, el estado de amenaza general resultó en una escala de nivel *Alto*, lo que implica que la especie tiene dos o más amenazas con este mismo nivel, con base en la severidad, alcance y lo irreversible de los impactos que causan a las poblaciones y a sus hábitats. Por tanto, es deseable se dirijan esfuerzos significativos de atención prioritaria a tales amenazas para disminuir sus impactos, y en consecuencia el valor jerárquico global de amenaza de la especie disminuya.

III. METAS GENERALES

1. Desarrollar estrategias regionales para el Pacífico, Golfo y Caribe mexicanos, que establezcan líneas de acción prioritarias con base en las acciones determinadas en el PACE.
2. Mantener una estrategia de difusión general que informe sobre el estado o condición de la especie en México, logre proteger al mayor número posible de hembras anidadoras y sus nidos, asegure el reclutamiento de sus crías al mar y la protección de sus hábitats terrestres y marinos.
3. Consolidar un foro de intercambio de información técnica y científica que albergue documentos publicados y literatura gris a disposición de los actores involucrados en la conservación de la especie.

IV. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

Este documento se basa en los cinco ejes sustantivos que plantea la Estrategia 2040 de la CONANP para la conservación de especies en riesgo (PROCER) y considera los criterios definidos en el método de evaluación del riesgo de extinción de especies silvestres en México. Cabe mencionar que en las actividades plasmadas el símbolo rombo (◆) denota un indicador que hace referencia al Método de Evaluación de Riesgo (MER).

1. MANEJO INTEGRADO DEL PAISAJE

Objetivo. Establecer estrategias de manejo de los hábitats de la Tortuga Carey bajo un enfoque de ecología del paisaje, considerando aspectos de conectividad local y a escala regional.

1.1. COMPONENTE PROTECCIÓN DEL HÁBITAT

Objetivo. Promover y fortalecer procesos de protección del hábitat de la Tortuga Carey mediante diferentes esquemas y/o modalidades de conservación con la participación de las comunidades locales y propietarios de la tierra.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
1.1.1	Incluir a todos los hábitats críticos marinos y costeros de la Tortuga Carey bajo algún esquema de conservación como Área Natural Protegida, Sitios Ramsar, obtención de concesiones o destino de zona federal, refugios pesqueros, entre otros	Mediano	Porcentaje de sitios con hábitats críticos reconocidos en el PACE con esquemas de protección que ya cuentan con uno	Nombramientos para hábitats críticos de Tortuga Carey emitidos por la autoridad competente
1.1.2	Incluir dentro de las poligonales o áreas de influencia de las ANP los hábitats marinos de Tortuga Carey	Mediano	Porcentaje de hábitats marinos incluidos dentro de las poligonales o áreas de influencia de ANP	Programas de Manejo de las ANP Decretos
1.1.3	Establecer refugios pesqueros en hábitats críticos marinos de la Tortuga Carey	Largo	Número de refugios pesqueros asociados a hábitats críticos de Tortuga Carey	Acuerdos Convenios Decretos

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
1.1.4	Implementar la exclusión de pesca temporal en hábitats críticos marinos de la Tortuga Carey durante la temporada reproductiva y de anidación	Mediano	Número de acuerdos de veda temporal Número de dictámenes positivos de Acuerdo de veda temporal	Acuerdos Decretos de exclusión avalado por la autoridad competente Minutas Dictamen
1.1.5	Impulsar el monitoreo dirigido a Tortuga Carey en zonas de anidación	Permanente	Número de playas de anidación con protocolo de monitoreo dirigido a la Tortuga Carey	Reportes Informes Bitácoras Base de datos Publicaciones Evidencia fotográfica
1.1.6	Implementar actividades de prospección en playas con alguna evidencia de anidación de Tortuga Carey, pero que no son monitoreadas de forma sistemática, con particular énfasis el litoral del Pacífico mexicano	Permanente	Número de nuevas zonas de anidación de Tortuga Carey documentadas Porcentaje de aumento en la distribución de la especie en el territorio nacional	Reportes Informes Listado de playas de anidación actualizado y disponible
1.1.7	Promover la inclusión de áreas que minimicen el impacto por infraestructura en las playas de anidación de Tortuga Carey, desde la MIA y concesiones de Zona Federal	Corto	Número de MIA Y concesiones que incluyen áreas que minimicen el impacto por infraestructura en playas de anidación Porcentaje de reducción de impacto por infraestructura Porcentaje de inclusión de áreas verdes o de amortiguamiento	Resolutivos de proyectos MIA

1.2. Componente Restauración del Hábitat

Objetivo. Fomentar y fortalecer acciones y procesos de recuperación del hábitat de la Tortuga Carey (suelo, agua y cobertura vegetal) con un enfoque de ecología del paisaje y participación social.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
1.2.1	Caracterizar y evaluar el estado de salud de los hábitats críticos de la Tortuga Carey	Permanente	Número de hábitats evaluados Número de estudios realizados Proporción de hábitats en buen estado de salud	Reportes Informes Publicaciones Foros especializados Tesis
1.2.2	Implementar y dar seguimiento a programas de restauración de hábitats críticos con énfasis en la duna costera, manglares y zonas marinas de fondos duros, pastos marinos, con especies nativas del hábitat por atender	Permanente	Número de programas de restauración ejecutados Área de hábitat atendida Área de hábitat restaurada	Reportes Informes Publicaciones Foros
1.2.3	Implementar Programas de Manejo de residuos en hábitats críticos	Permanente	Programas de Manejo de residuos implementados en hábitats críticos Número de proyectos en ejecución Número de hábitats críticos atendidos	Reportes Informes Evidencia fotográfica
1.2.4	Promover la disminución del uso de agroquímicos en el manejo integral de cuencas	Mediano	Número de Programas de Manejo integral de cuencas que influyan en la disminución del uso de agroquímicos Número de estudios de los valores de referencia en tortugas marinas Número de evaluaciones para determinar concentración de agroquímicos en las cuencas	Programa de Manejo Reporte Minutas Acuerdos Publicaciones Tesis

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
1.2.5	Promover la sustitución de barreras físicas en playas de anidación y zona marina adyacente por infraestructura verde que minimice el impacto sobre el paisaje	Largo	Número de proyectos en ejecución Número de barreras físicas modificadas o sustituidas Superficie de playa atendida	Reportes Informes Notas de periódicos Evidencia fotográfica
1.2.6	Descontinuar el uso de barreras físicas (infraestructura gris) en playas de anidación y zonas adyacentes	Permanente	Número de proyectos implementando estrategias ambientalmente amigables	Reportes Informes Evidencia fotográfica
1.2.7	Controlar la fauna feral y silvestre que se torna nociva en hábitats críticos terrestres	Permanente	Número de hábitats críticos con Programas de Manejo de fauna feral y silvestre que se torna nociva en ejecución Porcentaje de eventos de nidos y hembras perturbados	Informes Reportes Publicaciones Notas de periódicos
1.2.8	Diseñar un protocolo de evaluación del impacto sobre hembras y crías de visitas guiadas	Permanente	Protocolo autorizado en ejecución Número de playas con autorizaciones de aprovechamiento no extractivo, y para actividades de visitación utilizando el protocolo	Permisos emitidos Protocolo de evaluación
1.2.9	Promover programas de monitoreo y manejo de calidad del agua que se vierte en hábitats críticos (agua y playa)	Permanente	Número de programas de manejo y control de aguas residuales	Informes Reportes Convenios Contratos

1.3. Componente Conectividad

Objetivo. Implementar Acciones que fortalezcan la conservación de corredores biológicos, redes de ANP y manejo de paisajes en mosaico como estrategia para conservar los hábitats críticos y poblaciones de la Tortuga Carey.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
1.3.1	Integrar un atlas que incorpore el inventario nacional de hábitats críticos con indicadores de integridad ecológica de las poblaciones de la especie y sus hábitats	Permanente	Atlas nacional disponible en línea Número de consultas de la herramienta publicada Número de hábitats críticos nuevos incluidos	Reportes de consulta Publicación anidada en línea Atlas nacional
1.3.2	Impulsar proyectos para determinar el uso de hábitats críticos ya sea a través de programas de marca-recaptura a saturación y/o rastreo satelital, entre otros	Permanente	Número de individuos marcados y recapturados en zonas de anidación y alimentación Mapas de hábitats críticos	Reportes técnicos Informes técnicos Publicaciones

2. Conservación y Manejo de Poblaciones

Objetivo. Fortalecer acciones de conservación y manejo de poblaciones de la Tortuga Carey con la participación de dueños de la tierra, comunidades, sociedad civil organizada, academia y sector gubernamental.

2.1. Componente Protección y Vigilancia

Objetivo. Impulsar la participación comunitaria y de dueños de la tierra en las actividades de protección y vigilancia de las poblaciones de Tortuga Carey y sus hábitats críticos.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
2.1.1	Promover y fortalecer grupos locales para realizar actividades de protección, vigilancia y monitoreo, a través de la capacitación	Permanente	Número de habitantes locales y propietarios de tierras involucrados en actividades de vigilancia y monitoreo Número de talleres de capacitación impartidos Número de acciones de vigilancia realizadas de manera conjunta	Actas de integración de comités de vigilancia participativa Listas de asistencia Actas constitutivas del comité Evidencia fotográfica Informes
2.1.2	Realizar operativos de inspección y vigilancia institucionales en los hábitats críticos, para asegurar el cumplimiento de la normatividad	Permanente	Número de operativos realizados por instancias gubernamentales competentes Número de sitios inspeccionados	Acta de inspección Reporte Denuncias procedentes de los operativos Resolutivos de denuncias Notas de periódicos Evidencia fotográfica
2.1.3	Con base en la NOM-162-Semarnat-2012, elaborar un plan modelo para el uso público de playas de anidación en temporada de reproducción	Mediano	Planes de desarrollo que integran el plan modelo Número de playas de anidación y con el plan operando	Reportes Plan modelo de uso público elaborado Minutas Acuerdos Convenios

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
2.1.4	Integrar en la normatividad existente (municipal, estatal o federal, planes de desarrollo), un plan modelo para el manejo del hábitat en playas de uso público en temporadas de anidación	Mediano	Planes de desarrollo que integran el plan modelo Número de playas de anidación y con el plan operando	Reportes Plan modelo de uso público elaborado Minutas Acuerdos Convenios
2.1.5	Acordar con la autoridad competente, los mecanismos para asegurar su participación y competencia legal en la conservación en materia de actividad pesquera de las poblaciones de la especie en México	Corto	Número de acuerdos activos Números de acciones realizadas de manera coordinada	Minutas Acuerdos Informes Bitácoras Evidencia fotográfica
2.1.6	Asegurar el cumplimiento estricto y expedito de las condicionantes previstas en los resolutivos dispuestos por la autoridad competente de la SEMARNAT sobre actividades que se desarrollen en áreas de anidación o alimentación de las poblaciones de Tortuga Carey	Permanente	Porcentaje de MIA con condicionantes cumplidas Porcentajes de MIA con Visto Bueno de autoridades competentes Número de inspecciones realizadas en áreas de anidación y alimentación	Actas de inspección, con verificación de condicionantes cumplidas Evidencia fotográfica

2.2. Componente Prevención de Impactos

Objetivo. Promover y coordinar acciones intersectoriales tendientes a prevenir impactos negativos derivados de actividades antropogénicas sobre los hábitats de la Tortuga Carey.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
2.2.1	Considerar la participación de especialistas careyeros en la revisión y opiniones técnicas de las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) y otros instrumentos de gestión, sobre el uso de los hábitats críticos de la especie	Permanente	Porcentaje de MIA revisadas por el Grupo de Especialistas	Resolutivos de MIA Opiniones técnicas
2.2.2	Promover la pesca sustentable en hábitats críticos, mediante la capacitación y sensibilización del sector pesquero	Permanente	Número de agrupaciones locales y pescadores independientes que implementan al menos una práctica dirigida a la disminución de captura incidental de Tortuga Carey Número de talleres de capacitación y sensibilización impartidos	Minutas Acuerdos Listas de asistencia Evidencia fotográfica
2.2.3	Asegurar el cumplimiento de la normatividad sobre pesca sustentable en hábitats críticos	Permanente	Número de operativos de inspección y vigilancia implementados por la autoridad competente en hábitats críticos	Denuncias Actas de inspección Reportes de sentencias a delitos ambientales

2.3. Componente Manejo de Poblaciones

Objetivo. Coordinar y fortalecer acciones de manejo intersectoriales y multidisciplinarias dirigidas a la recuperación y conservación de las poblaciones de Tortuga Carey.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
2.3.1	Adoptar e implementar las estrategias contenidas en este PACE como guía de trabajo consuetudinario por los grupos locales, para la recuperación de la especie, y la conservación de sus hábitats	Permanente	Número de proyectos documentados que adoptaron las estrategias del PACE	Informes Reportes Minutas Convenios Acuerdos Evidencia fotográfica Publicaciones
2.3.2	Impulsar el establecimiento de al menos un Centro de Atención Veterinaria (CAV) en cada Ugc	Permanente	Número de Cav especializados por Ugc Porcentaje de individuos que tuvieron atención veterinaria especializada dentro de su Ugc	Reporte de atención Reporte del Cav Evidencia fotográfica Acuerdos
2.3.3	Implementar una red de Sitios de Respuesta ante contingencias de origen natural y antrópico para la atención de individuos	Largo	Una red en cada cuenca del litoral mexicano	Reportes de centros integrados a la red Directorio de centros de atención especializada Reportes de contingencias atendidas Evidencia fotográfica
2.3.4	Fortalecer a los grupos de trabajo en técnicas de atención y manejo de ejemplares varados y a la deriva para su registro	Mediano	Número de varamientos atendidos bajo protocolos estándares Número de grupos capacitados para la atención y manejo de ejemplares varados	Informes Reportes de varamientos Lista de asistencia Denuncias Protocolo de atención

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
2.3.5	Fortalecer a los grupos de trabajo de playas de anidación en técnicas de manejo de nidadas, en concordancia con las condiciones locales y en cumplimiento con la normatividad vigente	Permanente	Porcentaje de las playas de anidación que cuentan con personal calificado y actualizado en técnicas de manejo y conservación de tortugas marinas y sus hábitats Número de grupos de trabajo capacitados o fortalecidos	Lista de asistencia Informes Certificaciones de manejadores Evidencia fotográfica
2.3.6	Fomentar y verificar la inclusión de criterios para la aplicación de herramientas auxiliares a las técnicas de incubación en el Plan de Manejo en la sección de Atención a Contingencias (sombreado, cajas unicel, riego).	Permanente	Porcentaje de campamentos tortugueros que incluyen en su Plan de Manejo los criterios para uso de herramientas auxiliares Número de Planes de manejo con criterios para el uso de herramientas auxiliares	Informe Acta de inspección de la PROFEPA
2.3.7	Fortalecer y contribuir al Acervo Nacional de Marcaje e Identificación individual de tortugas marinas	Permanente	Número de proyectos en operación Porcentaje de proyectos que implementan técnicas de identificación y marcaje de tortugas que contribuyen al Acervo Nacional Número de organismos identificados Número de solicitudes de series para marcas metálicas	Reporte anual de actividades Reporte de consultas de base de datos Registros en el acervo Solicitudes de series para marcas metálicas

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
2.3.8	Fomentar la participación interinstitucional y multidisciplinaria para implementar actividades de monitoreo, protección y vigilancia en playas de anidación	Permanente	Porcentaje de proyectos de monitoreo y conservación en el que participa más de un sector Número de acciones realizadas de manera coordinada entre instituciones	Minutas Acuerdos Actas de integración de comités Convenios Informes
2.3.9	Realizar evaluaciones de riesgo, factibilidad y capacidad de carga de actividades turísticas que se desarrollan con la especie o en hábitats críticos	Permanente	Porcentaje de proyectos de actividad turística relacionados con la especie o sus hábitats que han sido evaluados	Minutas Acuerdos Actas de integración de comités Convenios Informes de proyectos
2.3.10	Fomentar que el protocolo de *Lineamientos técnicos y de gestión para la atención de la contingencia ocasionada por sargazo en el caribe mexicano y el Golfo de México*, incluya los resultados de la evaluación del impacto del manejo de sargazo en la Tortuga Carey y sus hábitats	Mediano	Protocolo en operación Porcentaje de proyectos de recolecta de limpieza registrados ante Semarnat y secretarías estatales que implementan el protocolo	Reportes de incidencias Informes de atención y seguimiento Minuta Acuerdos Protocolo
2.3.11	Definir el impacto que tiene el manejo de sargazo en la Tortuga Carey y sus hábitats	Mediano	Número de estudios que definan el impacto del manejo de sargazo	Informe Estudios Publicaciones Proyectos
2.3.12	Incluir el registro de parámetros de recuperación, resiliencia y adaptación de las poblaciones, en al menos una playa índice y un hábitat crítico de cada Ugc en los protocolos de monitoreo	Mediano	Número de proyectos de conservación y recuperación que registran parámetros de recuperación, resiliencia y adaptación	Reporte Bases de datos Publicaciones

2.4. Componente Coordinación de Actores

Objetivo. Formalizar y fortalecer acciones que promueven la coordinación efectiva entre las instancias de la administración pública federal, gobiernos estatales y municipales, academia, organizaciones sociales y comunidades para la conservación de la Tortuga Carey y sus hábitats críticos.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
2.4.1	Impulsar acciones de adaptación y mitigación al cambio climático, dirigido a la conservación y restauración de las poblaciones de Tortuga Carey, basados en la Estrategia Nacional de Cambio Climático	Permanente	Porcentaje de CPCTM registrados que cuentan con estrategias de adaptación y atención a contingencias ambientales en sus Planes de Manejo Número de estudios	Planes de Manejo de CPCTM Reportes Publicaciones
2.4.2	Gestionar ante la DGVS se consideren elementos presentes en herramientas técnicas como las publicadas por la CIT, WWF, entre otros, en los Planes de Manejo de las Autorizaciones de Aprovechamiento No Extractivo para la Atención del Cambio Climático	Corto	Formato con acciones de atención al cambio climático Número de solicitudes que incluyen acciones con base en el formato de atención al cambio climático	Formato oficial Informe Plan de Manejo
2.4.3	Asegurar que cada campamento con autorización de Aprovechamiento no Extractivo tenga un Plan de Respuesta, orientado a atender contingencias ambientales causadas por el cambio climático como inundaciones, tormentas atípicas, erosión de playa de anidación, mareas atípicas, entre otros	Permanente	Número de Planes de Manejo con acciones dirigidas a la atención de impactos por cambio climático Número de inspecciones realizadas por la autoridad competente	Informes Reportes Manual ante contingencia Actas de inspección
2.4.4	Incrementar estudios del impacto del arribo y manejo del sargazo atípico en la temperatura de los micrositios de anidación de la Tortuga	Mediano	Número de playas de anidación con estrategias implementadas Número de estudios	Minutas Acuerdos Informes Publicaciones

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
	Carey, para su inclusión en las estrategias de manejo			Evidencia fotográfica
2.4.5	Capacitar sobre las técnicas de monitoreo de indicadores del cambio climático que inciden en las poblaciones y sus hábitats críticos	Permanente	Porcentaje de programas de conservación que en su Plan de Manejo incluyen un apartado sobre cambio climático Número de grupos de trabajo capacitados	Planes de Manejo de los CPCTM Listas de asistencia
2.4.6	Evaluar el éxito de las acciones implementadas en el PACE 2020, en el manejo de la especie	Mediano	Porcentaje de éxito de incubación Porcentaje de perturbación (erosión / inundación) Porcentaje de degradación de nidadas Porcentaje de reclutamiento (juveniles) Número de estrategias y protocolos diseñados e implementados	Reportes Publicaciones Protocolos Informe Tesis Acuerdos Minutas
2.4.7	Fortalecer las condiciones de las comunidades costeras para incrementar su resiliencia en un esquema que adopte a la Tortuga Carey y sus hábitats como especie bandera para un desarrollo amigable y respetuoso con las tortugas marinas	Largo	Número de proyectos de monitoreo comunitarios operando Número de proyectos sustentables alternativos operando	Minutas Acuerdo Informes de talleres de participación social Lista de asistencia Actas de integración de comités Reportes Informes

2.5. Componente Investigación y Monitoreo

Objetivo. Implementar acciones para la generación de conocimiento enfocado en el manejo y recuperación de las poblaciones de Tortuga Carey y sus hábitats críticos, que sustente la toma de decisiones y criterios específicos para la inversión pública y privada para llevar a la especie a un estatus de especie recuperada.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
2.5.1	Promover el monitoreo de la Tortuga Carey y sus hábitats asociados, realizado por grupos comunitarios técnicamente preparados	Permanente	Porcentaje de proyectos de monitoreo biológico en los que participan activamente habitantes de comunidades locales Número de grupos de monitores comunitarios constituidos, capacitados y supervisados	Actas de integración de comités Reportes Informes Evidencia fotográfica
2.5.2	Fomentar la utilización de plataformas de ciencia ciudadana como “Naturalista”, para la recopilación de información de avistamientos	Permanente	Número de avistamientos registrados en las plataformas	Reporte Directorio de participantes Reportes de avistamientos Evidencia fotográfica Plataformas de ciencia ciudadana
2.5.3	Fortalecer las capacidades de atención de tortugas varadas y a la deriva como parte del monitoreo de las poblaciones, con la práctica de necropsias y la toma y análisis de muestras biológicas	Permanente	Porcentaje de programas de conservación con protocolos estándares de atención a varamientos Número de personas capacitadas Número de talleres de capacitación impartidos	Reportes Informes Lista de asistencia Planes de Manejo Autorizaciones de colecta científica Evidencia fotográfica

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
2.5.4	Conformar una red de colaboración para el análisis y diagnóstico de muestras biológicas	Permanente	Número de miembros de la red Número de muestras analizadas	Informe Reporte Tesis Publicaciones Acuerdos Minutas Convenios
2.5.5	Promover e implementar proyectos para la evaluación del estado de salud de las poblaciones y la relación con sus hábitats críticos	Permanente	Porcentaje de sitios índice en los que se implementa el monitoreo del estado de salud de individuos	Planes de Manejo Reportes Informes Publicaciones Autorizaciones de colecta científica
2.5.6	Integrar los protocolos estandarizados para el monitoreo biológico de poblaciones y hábitats en un manual	Mediano	Porcentaje de proyectos de monitoreo que implementan los protocolos nacionales	Reportes Informes Publicaciones Manual
2.5.7	Implementar proyectos regionales dirigidos a la localización de hábitats marinos críticos	Mediano	Número de nuevas áreas de agregación marina identificadas Porcentaje del área total de hábitats marinos críticos caracterizados y mapeados	Informes Reportes Estudios previos justificativos Publicaciones Mapas de ubicación
2.5.8	Fomentar la creación y actualización de una plataforma o sitio web para la socialización de información generada por diversos grupos de trabajo, en proyectos de conservación y restauración de la especie y sus hábitats críticos	Permanente	Porcentaje de programas de conservación e investigación de Tortuga Carey que contribuyen con información en la plataforma Número de notas publicadas Número de consultas realizadas en la plataforma	Reporte de consultas Listado de “socios” Reporte de contenido Métricas de alcance en redes sociales

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
2.5.9	Definir los valores umbrales de temperatura de incubación óptimos y de mortalidad de embriones y crías *in situ* en las UGC pertinentes	Largo	Porcentaje de UGC con valores térmicos óptimos y mortales *in situ* para embriones y crías Número de proyectos que definen valores umbrales de temperatura de incubación Número de playas de anidación evaluadas	Reporte Informe Publicación Tesis Acuerdos Minutas
2.5.10	Actualizar las capacidades técnicas y de nuevas herramientas tecnológicas para la conservación y restauración de la especie y sus hábitats críticos	Permanente	Porcentaje de programas de conservación y monitoreo que implementan nuevas técnicas y herramientas Número de capacitaciones	Lista de asistencia Minutas Evidencia fotográfica Reportes Informes Publicaciones Tesis
2.5.11	Reforzar los objetivos de investigación y requisitos técnicos para implementar programas de marcaje	Permanente	Número de proyectos con objetivos robustos de marcaje	Minutas Acuerdos Informes Reportes Publicaciones Tesis
2.5.12	Gestionar ante la autoridad competente una estrategia nacional de marcaje para la emisión de permisos	Corto	Número de autorizaciones de marcaje	Acuerdo de la estrategia Minutas Autorizaciones

3. Participación Social y Cultura para la Conservación

Objetivo. Reconocer, valorar y fomentar la participación corresponsable de la sociedad en la conservación de la Tortuga Carey y sus hábitats, en la generación de conocimiento, difusión de la importancia del valor cultural y ecológico, así como del desarrollo sostenible de las comunidades locales.

3.1. Componente Cultura para la Conservación

Objetivo. Promover y fortalecer acciones de educación, comunicación y difusión dirigidas a la sociedad en general sobre la importancia de la recuperación y conservación de la Tortuga Carey.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
3.1.1	Implementar un programa de educación ambiental formal e informal dirigido a la ciudadanía para sensibilizar sobre la importancia de la especie	Largo	Número de programas de educación implementados Número de localidades con interacción de hábitats críticos en las que hay programas operando Número de currículos diseñadas para cada nivel de educación básica Número de eventos de educación ambiental Número de sectores abordados	Lista de asistencia Evidencia fotográfica Reportes de programas Currículos educativos Programa de educación ambiental
3.1.2	Fomentar el uso de técnicas de pesca sustentable y buenas prácticas pesqueras para incrementar la resiliencia de las comunidades costeras	Permanente	Porcentaje de comunidades costeras que implementan acciones de pesca responsable Porcentaje de reducción de la captura incidental Número de grupos pesqueros que implementan al menos una acción para disminuir la pesca incidental Número de capacitaciones	Tasa anual de captura de individuos de Tortuga Carey Informe de actividades Lista de asistencia Evidencia fotográfica Informe de arribo

3.1.3	Implementar campañas de capacitación para comunidades locales sobre programas de conservación y monitoreo (técnico, legal, administrativo)	Permanente	Número de playas en las que se involucre monitores y/o vigilantes comunitarios Número de personas capacitadas Número de capacitaciones	Lista de asistencia Evidencia fotográfica Reporte Informe Actas de integración
3.1.4	Implementar campañas locales para sensibilizar y motivar a la sociedad civil sobre la denuncia ciudadana de ilícitos cometidos	Permanente	Porcentaje de programas de sensibilización comunitaria en localidades aledañas a hábitats críticos Porcentaje de incremento en el número de denuncias ciudadanas Número de escuelas y comunidades locales en las que se implementan acciones de sensibilización por al menos un año	Evidencia fotográfica Reportes de denuncias Informes de actividades Listas de asistencia
3.1.5	Fortalecer y vincular las redes de educadores ambientales en temas relacionados con la Tortuga Carey en México	Mediano	Porcentaje de programas de conservación y monitoreo de tortugas marinas que participan en redes de educación	Minutas Acuerdos Convenios Programas de capacitación Directorio de educadores ambientales participando

3.2. Componente Participación Social y Capacitación

Objetivo. Fortalecer los procesos de participación social para la conservación de la Tortuga Carey y sus hábitats, con énfasis en el intercambio de saberes.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
3.2.1	Promover la capacitación de actores locales para el manejo y solución de fuentes de presión emergentes	Permanente	Porcentaje de programas de conservación y monitoreo que contemplan planes de contingencia en su Plan de Manejo Número de personas capacitadas por grupo de trabajo Número de cursos impartidos Número de individuos rescatados por contingencias	Reportes anuales Listados de asistencia Evidencias fotográficas Relatoría de contenido de los cursos impartidos
3.2.2	Promover la capacitación de los actores que realizan la conservación, protección y vigilancia para la búsqueda de fondos	Permanente	Porcentaje de proyectos que implementan al menos un curso de capacitación y actualización Porcentaje de propuestas sometidas por proyecto	Listados de asistencia Evidencias fotográficas Relatoría de contenido de los cursos impartidos Propuestas sometidas
3.2.3	Impulsar un programa de intercambio de experiencias entre grupos de trabajo	Mediano	Número de pescadores activos y grupos que se suman a acciones de monitoreo y conservación de tortugas marinas a partir de los intercambios de experiencias Número de reuniones para intercambio de experiencias Número de ejemplares reportados por pescadores	Registros de ejemplares Bitácora Minutas Listas de asistencia Acuerdos Evidencia fotográfica

4. Economía de la Conservación

Objetivo. Contribuir al desarrollo económico de las comunidades locales y dueños de la tierra bajo un enfoque de sostenibilidad, que apoye los esfuerzos de conservación de la Tortuga Carey y sus hábitats.

4.1. Componente Alternativas Económicas

Objetivo. Implementar acciones que contribuyen al fortalecimiento y consolidación de actividades productivas que promueven la conservación de la Tortuga Carey.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
4.1.1	Fortalecer la resiliencia de comunidades costeras aledañas a hábitats críticos a través de la diversificación de apoyos y capacitación para actividades económicas alternativas sustentables	Largo	Monto de Inversión ejercido en las comunidades costeras para diversificación de actividades económicas sustentables Número de personas realizando actividades económicas alternativas sustentables Número de fuentes de ingreso económico alterno	Informes Acuerdos Convenios Bitácora Relatoría de contenido de los cursos impartidos
4.1.2	Gestionar ante diversas fuentes de financiamiento privadas o públicas, los recursos que permitan la operación e implementación del PACE	Permanente	Número de fuentes de financiamiento	Informes Convenios

4.2. Componente Aprovechamiento Sustentable

Objetivo. Promover y fortalecer procesos que contribuyan con acciones para el aprovechamiento sustentable de servicios ambientales en hábitats críticos de Tortuga Carey y asociado a sus poblaciones.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
4.2.1	Realizar un diagnóstico de oportunidades y capacidades locales para buscar e implementar actividades productivas sustentables que fortalezcan a las comunidades	Largo	Número de comunidades con planeación estratégica Número de diagnósticos realizados Número de actividades implementadas	Reportes Informes Lista de asistencia a capacitaciones y talleres Evidencia fotográfica
4.2.2	Promover la inclusión de actividades económicas sustentables en la modalidad verde en apoyo a la conservación de la especie y sus hábitats críticos	Largo	Número de comunidades con planificación estratégica Número de actividades verdes implementadas Número de talleres impartidos	Minutas Convenios Listado de asistencia Reportes Informes
4.2.3	Fortalecer programas de apoyo al sector pesquero con orientación a las pesca sustentable y buenas prácticas pesqueras	Largo	Número de proyecto con los resultados de la implementación de acciones Porcentaje de aumento de las pesquerías sustentables Porcentaje de aumento de buenas prácticas pesqueras	Talleres Convenios Minutas Reportes Informes
4.2.4	Impulsar el desarrollo de actividades productivas no extractivas, apegadas a la legislación vigente responsables, tales como el turismo científico, el nado con tortugas, observación en lancha, liberación de crías, observación de hembras anidantes, ente otros esquemas	Permanente	Número de proyectos sustentables autorizados y en ejecución Número de prestadores de servicios autorizados Número de turistas que realizan actividades ambientalmente amigables Número de comunidades con proyectos operando	Contratos Convenios Minutas Acuerdos Reportes Informes Evidencia fotográfica Lista de asistencia a capacitaciones y talleres

4.3. Componente Instrumentos Económicos para la Conservación

Objetivo. Fomentar la coordinación intersectorial y multidisciplinaria para crear e implementar instrumentos de carácter económico que incentiven la conservación de la Tortuga Carey y sus hábitats críticos.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
4.3.1	Gestionar la condonación del pago de derechos de concesión de ZOFEMAT, bajo la modalidad de conservación, para campamentos con autorización de aprovechamiento no extractivo	Largo	Número de proyectos con autorización de aprovechamiento no extractivo con acuerdos de exención de pago	Reportes Informes Minutas Acuerdos Convenios
4.3.2	Impulsar la inclusión de programas de becas estudiantiles orientados al apoyo de actividades de conservación	Largo	Número de estudiantes beneficiados Número de proyectos de conservación con estudiantes becados	Reporte Informes Censo Convenios Minutas Acuerdos
4.3.3	Gestionar ante la Shcp la liberación rápida de fondos recaudados por cobro de derechos en las Anp, y el pago de multas por daños ecológicos para actividades de monitoreo y vigilancia de playas y zonas de agregación de tortugas marinas	Permanente	Número de proyectos beneficiados con fondos de recaudación fiscal	Minuta Acuerdos Convenios Miscelánea fiscal Reportes financieros Informes de proyecto

4.3.4	Gestionar que las certificaciones ambientales de "Empresa Socialmente Responsable" destinen y apliquen recursos en los programas de conservación de la especie	Largo	Número de empresas que contribuyen a proyectos de conservación y protección Número de empresas certificadas Número de empresas que contribuyen a proyectos de conservación y protección Número de proyectos ejecutados bajo este esquema de financiamiento) Porcentaje de los CPCTM registrados que reciben apoyo externo de empresas ambientalmente responsables	Minuta de acuerdos Convenios Contratos Miscelánea fiscal Reportes financieros Informes de proyecto
4.3.5	Promover el uso y entrega de certificados ambientales o con valor fiscal a empresas, personas o asociaciones civiles cuando realicen actividades que beneficien a las tortugas	Largo	Número de empresas que contribuyen en proyectos de conservación y protección Número de empresas certificadas	Minuta Acuerdos Convenios Miscelánea fiscal Reportes financieros Informes de proyecto

5. Cambio Climático

Objetivo. Fortalecer procesos intersectoriales y multidisciplinarios para incrementar la resiliencia de las poblaciones de Tortuga Carey y sus hábitats.

5.1. Componente Monitoreo enfocado al Cambio Climático

Objetivo. Implementar el manejo adaptativo en las acciones de conservación, derivado del conocimiento acerca del impacto del cambio climático sobre la Tortuga Carey y sus hábitats críticos.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
5.1.1	Medir y evaluar indicadores del impacto de cambio climático en las poblaciones y hábitats de la especie críticos	Permanente	Número de indicadores evaluados para monitoreo de impacto por cambio climático	Reporte anual Informes de proyecto Publicaciones
5.1.2	Realizar estudios de enfermedades emergentes asociadas al cambio climático	Largo	Tasa de incidencia y prevalencia de enfermedades en hábitats críticos Número de estudios realizados	Reporte Tesis Informes Publicaciones
5.1.3	Realizar el monitoreo de los parámetros ambientales que son indicadores de la condición de los hábitats marinos críticos	Largo	Condición climática de hábitats críticos marinos Número de parámetros medidos Porcentaje de sitios con parámetros saludables	Reporte Tesis Publicaciones

5.2. Componente Adaptación al Cambio Climático

Objetivo. Acciones que contribuyen a la adaptación de las poblaciones de Tortuga Carey ante el aumento e intensificación de las amenazas por el cambio climático.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
5.2.1	Elaborar y actualizar un programa de adaptación y mitigación al cambio climático con enfoque en la especie	Permanente	CPCTM con protocolo integrado de adaptación al cambio climático	Reportes Informe Programa
5.2.2	Evaluar el intervalo térmico anual de las playas de anidación y los umbrales de letalidad y subletalidad para nidadas *in situ*	Mediano	Número de días de la temporada de anidación con umbrales letales y subletales	Reporte Informe Tesis Publicaciones
5.2.3	Capacitar al personal de los CPCTM sobre las técnicas de monitoreo de indicadores de impactos por cambio climático en las poblaciones y hábitats de la especie	Permanente	Número de eventos de capacitación Número de actualizaciones realizadas por CPCTM anualmente Número de personas capacitadas	Listas de asistencia Minutas Evidencia fotográfica Contenido de los cursos
5.2.4	Evaluar el éxito de las acciones de adaptación implementadas en términos reproductivos y estado de salud de las poblaciones	Mediano	Número de nidos/huevos/crías rescatadas de condiciones adversas por impactos del cambio climático Proporción de individuos con condición media del estado de salud en los distintos hábitats críticos marinos	Reportes Informe Tesis Publicaciones

V. Ejes de Coordinación y de Soporte

El PACE es considerado la estrategia de operación del PROCER, cuya misión es la recuperación de las especies prioritarias para la conservación. Este documento necesariamente requiere una evaluación y seguimiento permanente y eficaz que permita dirigir y reorientar de la mejor manera las actividades especificadas en el mismo. Esta evaluación se espera promueva el cumplimiento de sus objetivos y metas para la contribución a la conservación de las especies y sus hábitats.

A. Evaluación y Operación del Programa

Objetivo. Evaluar las acciones técnicas y de monitoreo bajo un esquema de manejo adaptativo, los avances del presente PACE, así como promover la generación de mecanismos financieros que aseguren el seguimiento y cumplimiento de las actividades planteadas.

A.1. Componente Evaluación y Operación del Programa

Objetivo. Establecer los mecanismos, plazos y gestiones para la evaluación del PACE, así como para la planeación anual del mismo.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
A.1.1	Evaluar periódicamente el nivel de amenaza a las poblaciones de la especie y sus hábitats críticos.	Corto	Tendencias actualizadas. Avance en cumplimiento de metas.	Bitácoras Informes Reportes Tesis Publicaciones
A.1.2	Evaluar la eficiencia de la aplicación de las técnicas de manejo propuestas en los manuales, planes, protocolos y programas de conservación.	Permanente	Número de foros realizados por región Tendencias actualizadas. Número de técnicos evaluados Talleres de evaluación	Bitácoras Informes Resultados de evaluación Lista de asistencia
A.1.3	Evaluar los avances de las actividades del PACE	Mediano	Número de talleres de evaluación regional Número de talleres de evaluación nacional Evaluación metodológica en cumplimiento de metas. Número de especialistas participantes	Acuerdos Convenios Minuta de reunión Lista de Participantes Evidencia fotográfica

A.2. Componente Financiamiento

Objetivo. Coordinar acciones intersectoriales y multidisciplinarias para garantizar la existencia y disponibilidad de recursos financieros para el cumplimiento de las acciones establecidas en el PACE.

No.	Acción	Plazo de ejecución (Permanente, largo, mediano y corto plazos)	Indicador anual	Medios de verificación
A.2.1	Promover la inclusión en presupuestos de orden federal, estatal y municipal, para la atención de actividades de protección y conservación de la Tortuga Carey	Mediano	Reuniones de concertación	Minutas Acuerdos
A.2.2	Diagnóstico de evaluación financiera de grupos que atiendes hábitats críticos	Mediano	Número de grupos de trabajo evaluados Número de grupos de trabajo financiados Número de UGC con un diagnóstico financiero	Reportes financieros Acuerdos Convenios
A.2.3	Promover desde el Programa Nacional de Tortugas Marinas, la solvencia presupuestaria para la atención de actividades del PACE Tortuga Carey	Permanente	Número de grupos de trabajo financiados Monto de apoyo	Dictámenes Acuerdos Convenios
A.2.4	Impulsar acuerdos de cooperación con agencias internacionales para la recuperación de la Tortuga Carey	Permanente	Número de acuerdos o tratados firmados	Acuerdos Convenios

VI. Glosario

Alcance de la presión. Es la escala geográfica del impacto que puede esperarse razonablemente dentro de 10 años bajo las circunstancias actuales (es decir, si la situación actual continúa) al objeto de conservación. Para las amenazas relacionadas con el cambio climático global se consideró un período de 30 años.

Amenaza. Representa la causa aproximada de la presión (por ejemplo, canalización de un río, cosecha o captura excesiva, supresión de incendios). Las causas subyacentes de muchas fuentes de presión son sociales, económicas o políticas que a menudo son el enfoque de nuestras estrategias de conservación. Las fuentes de presión se califican por su Contribución e Irreversibilidad.

Atributo ecológico. Es un componente crítico de la historia de vida, los procesos físicos, interacciones comunitarias, hábitat o interacción con otras especies de un objeto de conservación.

Contribución de la amenaza. Es el grado de aporte de la fuente, actuando sola, a la manifestación total de una presión (según se determinó en la evaluación de presiones) bajo las circunstancias actuales (es decir, asumiendo que la actual situación de manejo o conservación continuara).

Fuente de presión. Ver *Amenaza*.

Hábitat crítico. Áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos y físicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial. Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, caza, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración. En ellas se desarrollen procesos biológicos esenciales para especies sensibles a riesgos específicos, como cierto tipo de contaminación, ya sea física, química o acústica, o riesgo de colisiones con vehículos terrestres o acuáticos, que puedan llevar a afectar las poblaciones (Artículo 63. Ley General de Vida Silvestre (http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_190118.pdf).

Irreversibilidad de la amenaza. Está relacionada con la reversibilidad de la presión causada por la fuente de presión.

Objeto de conservación. Para el caso específico del análisis PCA para una especie, entenderemos objeto de conservación como un segmento de la población o estadio de la especie, o hábitat específico ocupado en alguna etapa de su vida, y que es de interés estratégico conservar.

PCA (Planeación para la Conservación de Áreas). Es una metodología creada y desarrollada por The Nature Conservancy, y sus socios, para identificar prioridades de conservación en áreas de importancia para la biodiversidad.

Playa de anidación esporádica. Porciones de playa donde por lo menos se ha registrado una anidación o varias, muy espaciadas en el tiempo. No hay continuidad en las anidaciones por lo que las pocas registradas son ocasionales o raras.

Playa índice. Como todas las playas de anidación de la especie, es clave para mantener su viabilidad poblacional, pero los esfuerzos de monitoreo que se realizan tienen condiciones particulares: se sigue un protocolo de monitoreo estandarizado y sistemático el cual ha sido implementado de forma constante en el mismo espacio de playa y durante los mismos periodos del año por al menos 10 años, generan reportes estándar anualmente, poseen un soporte técnico ampliamente reconocido y cuentan con expectativas reales de dar continuidad a este trabajo sin interrupción (adaptado de Ceriani *et al*., 2013 y CIT, 2013). Estas playas pueden o no ser playas prioritarias para la implementación de distintas acciones para la recuperación y conservación de la especie.

Playa marginal o de amortiguamiento. Son las playas que se encuentran en los límites de distribución de la especie, o que conforman sitios de anidación aisladas, que mantienen cierta continuidad en el número de anidaciones, pero en bajas densidades.

Playa prioritaria. Es un segmento del litoral mexicano en el cual se registra un número de nidos de la especie sobresaliente (como podría ser un nivel por encima de la media regional), característica que la hace especialmente importante para su protección y conservación. Estas playas pueden o no ser Playa Índice.

Playa secundaria. Aquella que ha perdido uno o más de los atributos que condicionan el nivel superior de una playa índice; o que, por su naturaleza, la densidad o número de anidaciones registradas, no alcanza el estatus de una playa índice.

Presión. Son actividades o procesos que como resultado impactan de forma negativa las características o atributos ecológicos clave, y que reducen la viabilidad de los objetos (poblaciones, comunidades, hábitats, ecosistemas) que impactan. Las presiones se califican por su severidad, alcance e irreversibilidad.

Severidad de la presión. Es el nivel de deterioro del objeto de conservación que puede esperarse razonablemente dentro de 10 años bajo las circunstancias actuales (es decir, si la situación actual continúa). En el caso de amenazas relacionadas con el cambio climático global el período de tiempo considerado fue de 30 años, debido a la escala en la que actúa ese impacto.

Viabilidad. En términos de la metodología PCA (ver definición de *PCA*), la viabilidad es la habilidad de una especie o un hábitat crítico de persistir por varias generaciones, a través de largos períodos. Se usa el término viabilidad al referirse a poblaciones de especies, mientras que se recurre al término integridad ecológica para referirse a ecosistemas.

Vulnerabilidad. Exposición a las contingencias y las presiones, y la dificultad de hacer frente a éstas. La vulnerabilidad contempla tres principales dimensiones:

1. La exposición a las presiones, perturbaciones e imprevistos.
2. La sensibilidad de los individuos, los sitios, los ecosistemas y la especie a las presiones o perturbaciones, así como su capacidad de anticipar y hacer frente a éstas.
3. La capacidad de resistencia de los individuos, los sitios, los ecosistemas y las especies para hacer frente a los imprevistos y las perturbaciones sin dejar de cumplir con su función.

Acrónimos

ADNm. Ácido Desoxirribonucleico Mitocondrial.

ANP. Área Natural Protegida.

APFFIGC. Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California.

APFFSALT. Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan.

APFFIGC. Área de Protección de Flora y Fauna Isla del Golfo de California.

APFFLT. Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos.

CAV. Centro de Atención Veterinaria.

CIIDIR. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional.

CIT. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.

CMT. Centro Mexicano de la Tortuga.

CODISE. Comunicación, Diseño y Editorial.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONACYT. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

CPCTM. Centro de Protección y Conservación de Tortugas Marinas.

DDE. Dicloro difenil dicloro etileno.

DDT. Dicloro difenil tricloro etano.

DET's. Dispositivos Excluidores de Tortugas.

DGOR. Dirección General de Operación Regional.

DGVS. Dirección General de Vida Silvestre.

DOF. Diario Oficial de la Federación.

DRPBCPC. Dirección Regional Península de Baja California y Pacífico Norte.

DST. Diferenciación sexual por temperatura.

ECOSUR. Colegio de la Frontera Sur.

ENOS. El Niño Oscilación del Sur.

FAO. Food and Agriculture Organization.

HCH. Hexa cloro ciclohexano.

ICAPO. Iniciativa Carey del Pacífico Oriental.

LGEEPA. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

MER. Método de Evaluación de Riesgo.

MIA. Manifestación de Impacto ambiental.

MTSG. Marine Turtle Specialist Group (Grupo de Especialistas de Tortugas Marinas).

NOM. Norma Oficial Mexicana.

OSC. Organizaciones de la Sociedad Civil.

P. En Peligro de Extinción.

PA. Parámetros Abióticos.

PACE. Programa de Acción para la Conservación de la Especie.

PCA. Análisis de componentes principales.

PCA. Pentaclorofenol.

PCB. Bifenilos policlorados.

PEMEX. Petróleos Mexicanos.

PET. Programa de Empleo Temporal.

PNAC. Parque Nacional Arrecifes de Cozumel.

PNCP. Parque Nacional Cabo Pulmo.

PNL. Parque Nacional Loreto.

PNSAV. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

PNTM. Programa Nacional de Tortugas Marinas.

PNZMAES. Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo.

PO. Pacífico Oriental.

POCs. Plaguicidas organoclorados.

PPY. Pronatura Península de Yucatán, A.C.

PROCER. Programa de Conservación de Especies en Riesgo.

PROCODES. Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible.

PROFEPA. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

PROMOBI. Programa de Monitoreo Biológico.

PROREST. Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies Prioritarias.

PROVICOM. Programa de Vigilancia Comunitaria.

RBIM.	Reserva de la Biosfera Islas Marías.
RBLT.	Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas.
SEMARNAT.	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
SGM.	Sur del Golfo de México.
SHCP.	Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
TSM.	Temperatura de la Superficie del Mar.
UGC.	Unidad Geográfica para la Conservación.
UICN.	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
UMR.	Unidades de Manejo Regionales.
UNACAR.	Universidad Autónoma del Carmen.
UNCLOS.	United Nations Convention on the Law of the Sea (Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar).
WWF.	World Wildlife Fund (Fondo Mundial para la Naturaleza).
ZOFEMAT.	Zona Federal Marítimo Terrestre.

VII. Literatura Citada

Abreu-Grobois, F. A., R. Briseño-Dueñas, D. Koletzki, M. Garduño, V. Guzmán y M. A. Herrera. 2003. *Filogeografía de las colonias anidadoras de tortuga Carey, Eretmochelys imbricata, en la península de Yucatán, México*. Proyecto UNAM-CONACYT 28087N. 70 pp.

Abreu-Grobois, F. A., V. Guzmán, E. Cuevas, M. Alba Gamio (Comp.). 2005. *Memorias del Taller Rumbo a la COP 3: Diagnóstico del estado de la tortuga Carey (Eretmochelys imbricata) en la Península de Yucatán y determinación de acciones estratégicas*. SEMARNAT, CONANP, IFAW, PRONATURA-Península de Yucatán, WWF, Defenders of Wildlife. XIV, 75 pp.

Abreu-Grobois A. y V. Guzmán Hernández. 2009. En: Sarti, L., A. Barragán y C. Aguilar (Comp.). *Memorias de la Reunión Nacional sobre Conservación de Tortugas Marinas*. Veracruz, Ver. 25–28 de noviembre de 2007. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT, México. 91-94 pp.

Akcakaya, H. R., Bennett, E. L., Brooks, T. M., Grace, M. K., Heath, A. M. Hedges, S., Hilton-Taylor, C., Hoffmann, M., Keith, D. A., Long, B., Mallon, D. P., Meijaard, E., Milner-Gulland, E. J., Rodrigues, A. S. L., Rodriguez, J. P., Stephenson, P. J., Stuart, S. N. y R. P. Young. 2018. *Quantifying species recovery and conservation success to develop an IUCN Green List of Species*. Conservation Biology, 32(5): 1128-1138. http://dx.doi.org/10.1111/cobi.13112

Álvarez-Acosta, A. *Influencia de la temperatura superficial del mar sobre la fenología reproductiva de la tortuga carey (Eretmochelys imbricata) en playas índice de la península de Yucatán, México*. Tesis Maestría en Ciencias. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. Departamento de Recursos del Mar. 94 pp.

Alvarez-Filip, L., Estrada-Saldívar, N., Pérez-Cervantes, E., Molina-Hernández, A., y González-Barrios, F. J. 2019. *A rapid spread of the stony coral tissue loss disease outbreak in the Mexican Caribbean*. PeerJ, 7, e8069.

Anderes B. L. y I. Uchida. 1994. "Study of hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) stomach contents in Cuban waters". In: *Study of the hawksbill turtle in Cuba (I)*. Ministry of Fishing Industry, La Habana, Cuba, 27–40.

Apolinar-Castillo, M. D. 2018. Monitoreo de juveniles de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus 1776) en la zona de agregación de Punta Xen, Champotón, Campeche, México. Tesis licenciatura, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche. 54 pp.

Baillie, J. y B. Groombridge. 1996. *IUCN Red List of Threatened Animals*. Gland, Switzerland: IUCN. 368 pp.

Balaguru, K., Foltz, G. R., & Leung, L. R. 2018. *Increasing magnitude of hurricane rapid intensification in the central and eastern tropical Atlantic*. Geophysical Research Letters, 45(9): 4238-4247.

Bárcenas-Ibarra, A., de la Cueva, H., Rojas-Lleonart, I., Abreu-Grobois, F. A., Lozano-Guzmán, R. I., Cuevas, E., y García-Gasca, A. 2015. *First approximation to congenital malformation rates in embryos and hatchlings of sea turtles. Birth Defects Research Part A: Clinical and Molecular Teratology*. 103(3): 203-224.

Barton, B. 2003. *Cascading effects of predator removal on the ecology of sea turtle nesting beaches*. Tesis de Maestría en Ciencias en la Universidad Central de Florida, Estados Unidos. 48 pp.

Bjorndal, K. A., M. Chaloupka, V. S. Saba, C. E. Diez, R. P. van Dam, B. H. Krueger, J. A. Horrocks, A. J. B.Santos, C. Bellini, M. A. G. Marcovaldi, M. Nava, S. Willis, B. J. Godley, S. Gore, L. A. Hawkes, A. McGowan, M. J. Witt,T. B. Stringell, A. Sanghera, P. B. Richardson, A. C. Broderick, Q. Phillips, M. C. Calosso, J. A. B. Claydon, J. Blumenthal,F. Moncada, G. Nodarse, Y. Medina, S. G. Dunbar, L. D. Wood, C. J. Lagueux, C. L. Campbell, A. B. Meylan, P. A. Meylan, V. R. Burns Perez, R. A. Coleman, S. Strindberg, V. Guzmán-H., K. M. Hart, M. S. Cherkiss, Z. Hillis-Starr, I. F. Lundgren, R. H. Boulon Jr., S. Connett, M. E. Outerbridge, and A. B. Bolten. 2016. Somatic growth dynamics of West Atlantic hawksbill sea turtles: a spatio-temporal perspective. Ecosphere 7(5): e01279.10.1002/ecs2.1279.

Bjorndal, K. A., A. B. Bolten, M. Chaloupka, V. S. Saba, C. Bellini, M. A. Marcovaldi, A. J. B Santos, L. F. Wurdig, A. B. Meylan, P. A. Meylan, J. Gray, R. Hardy, B. Brost, M. Bresette, J. C. Gorham, S. Connett, B.V.S. Crouchley, M. Dawson, D. Hayes, C. E. Diez, R. P. van Dam, S. Willis, M. Nava, K. M. Hart, M. S. Cherkiss, A. G. Crowder, C. Pollock, Z. Hillis-Starr, F.A. Muñoz., R. Herrera-Pavon, V. Labrada-Martagon, A. Lorences, A. Negrete-Philippe, M. Lamont, A. M. Foley, R. Bailey, R. Carthy, R. Scarpino, E. McMichae, J. A. Provancha, A. Brooks, A. Jardim, M. López-Mendilaharsu, D. Gonzalez-Paredes, A. Estrades, A. Fallabrino, G. Martınez-Souza, G. M. Velez-Rubio, R. F. Boulon Jr, J. A. Collazo, R. Wershoven, V. Guzman Hernandez, T. V. Stringell, A. Sanghera, P. B. Richardson, A. C. Broderick, Q. Phillips, M.Calosso, J. A. B. Claydon, T. L. Metz, A. L. Gordon, A. M. Landry Jr, D. J. Shaver, J. Blumenthal, L. Collyer, B. J. Godley, A. McGowan, M. J. Witt, C. Campbell, C. J. Lagueux, T. L. Bethel y L. Kenyon. 2017. Ecological regime shift drives declining growth rates of sea turtles throughout the West Atlantic. Global change biology, 23(11): 4556-4568.

Bjorndal, K.A. 1999. "Priorities for research in foraging habitats". *En*: K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Eds.). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4, 1999. 235 pp.

Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Chaloupka, M., Saba, V. S., Bellini, C., Marcovaldi, M. A., y Gray, J. 2017. *Ecological regime shift drives declining growth rates of sea turtles throughout the West Atlantic*. Global change biology, 23(11): 4556-4568.

Boulon, R., Jr. 1983. *Some notes on the population biology of green Chelonia mydas and hawksbill Eretmochelys imbricata turtles in the northern U.S. Virgin Islands; 1981-1983.* Rept. to NMFS, Grant No. NA82-GA-A-00044, 18 pp.

Boulon, R., Jr. 1994. Growth rates of wild juvenile hawksbill turtles, Eretmochelys imbricata, in St. Thomas, U.S. Virgin Islands. Copeia. 1994(3): 811-814.

Breen, P. A. 1990. "A review of ghost fishing by traps and gillnets". En: R. S. Shornura and M. L. Godfrey (Eds.). Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris. Memo. NHFS. NOAA-TM-NMFS-SUFSC-154. 1990.

Brei, M., Pérez-Barahona, A., & Strobl, E. 2016. *Environmental pollution and biodiversity: Light pollution and sea turtles in the Caribbean.* Journal of Environmental Economics and Management, 77, 95-116.

Caballero-Espadas, T. J. 2013. Fluctuaciones térmicas en la playa de anidación de tortugas marinas en las Coloradas, Yucatán. Informe residencia profesional. Tecnológico nacional de México. Instituto Tecnológico de Chetumal. 40 pp.

Cabrera M. 2017. Evaluación de las condiciones de depredación en nidos de tortuga marina en Isla Holbox, Quintana Roo (Tesis de Licenciatura). Instituto Tecnológico de Conkal. 77pp.

Camacho, C. 2003. *Contaminantes orgánicos persistentes en huevo de tortuga Carey Eretmochelys imbricata (Linnaeus, 1766) en playas de la Península de Yucatán.* Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en la especialidad de biología marina. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. 79 pp.

Campbell, C. L. 2014. *Estado de Conservación de la Tortuga Carey en las Regiones del Gran Caribe, Atlántico Occidental y Pacífico Oriental.* Secretaría Pro Tempore CIT, Virginia USA. 76 pp.

Cano, P. F. y H. Rocha, 1986. Estudio de la anidación y otros aspectos biológicos de Eretmochelys imbricata (tortuga carey) y Caretta caretta (tortuga caguama) en la Reserva Ecológica Isla Contoy Q. Roo. Durante la temporada de anidación 1984-1985. Tes Prof, E.N.E.P.- Zaragoza, México, 133 pp.

Canul, R., Mendoza, E., y Silva, R. 2019. Beach erosion diagnosis and green intervention alternatives in Chenkan beach, Campeche, Mexico. Journal of Coastal Research, 92(SI): 75-84.

Carr, A., H. Hirth y L. Ogren. 1966. *The ecology and migrations of sea turtles, 6. The hawksbill turtle in the Caribbean Sea.* American *Museum Novitiates* 2248: 1-29.

Carr, A. F., M. Carr, y A. B. Meylan. 1978. *The ecology and migrations of sea turtles. 7. The West Caribbean green turtle colony.* Bulletin American Museum Natural History. 162(1): 1-46.

Caurant, F., P. Bustamante, M. Bordes, y P. Miramand. 1999. Bioaccumulation of cadmium, and zinc in some tissue of three species of marine turtles stranded along the French Atlantic coast. Marine Pollution Bulletin, 38(12): 1085–1091.

Ceriani, S. A., Casale, P., Brost, M., Leone, E. H., Witherington, B. E. 2019. *Conservation implications of sea turtle nesting trends: elusive recovery of a globally important loggerhead population.* Ecosphere, 10(11): e02936.

Chacón D. 2004. *Tortuga de Carey del Caribe; Biología, Distribución y Estado de Conservación.* ANAI/WIDECAST, Costa Rica.

Chaloupka, M. Y. y J. A. Musick. 1997. "Age, growth and population dynamics". En: P. L. Lutz and J. A. Musick (Eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press; New York. 233-276 pp.

Chen, Z., Kwon, Y. O., Chen, K., Fratantoni, P., Gawarkiewicz, G., & Joyce, T. M. 2020. *Long-Term SST Variability on the Northwest Atlantic Continental Shelf and Slope.* Geophysical Research Letters, 47(1): e2019GL085455.

Cliffton, K., D. Cornejo y R. Felger. 1981. "Sea turtles of the Pacific coast of Mexico". En: Bjorndal, K. (Ed.). *Biology and Conservation of Sea Turtles.* Smithsonian Inst. Press. Washington DC. 199-209.

Cortés-Briseño, J. V. 2015. *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.* Tesis licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. 88 pp.

Coston-Clements, L. y D. E. Hoss. 1983. *Synopsis data on the impact of habitat alteration on the Sea Turtles around the Southeastern United States.* NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-177. 57 pp.

Cuevas, E., A. Maldonado y V. Cobos. 2003. *Determinación de DDT y DDE en huevos de tortuga blanca (Chelonia mydas) y tortuga carey (Eretmochelys imbricata), en la costa de Yucatán, México.* Oceánides, 18(2): 87-92.

Cuevas, E. 2006. *Characterization of sea turtle consume and incidental catches in Yucatán, Mexico.* Reporte Técnico Final. IFAW/PPY 2006. 27 pp.

Cuevas, E., Liceaga-Correa, M. A. y M. Garduño-Andrade. 2007a. *Spatial characterization of a foraging area for immature hawksbill turtles (Eretmochelys imbricata) in Yucatan, Mexico.* Amphibia-Reptilia, 28: 337-346.

Cuevas, E., V. Guzmán-Hernández, B. González-Garza, P. A. García-Alvarado, R. González-Díaz Mirón, A. Arenas-Martínez, E. Torres-Burgos, S. Manzanilla-Castro y F. A. Abreu-Grobois. (Eds.). 2007b. *Reunión preliminar para la diagnosis de la tortuga Carey en el Golfo de México y Mar Caribe.* Pronatura Península de Yucatán-USFWS. 32 pp.

Cuevas, E. 2017. “Dimensiones espacial y temporal de los procesos de selección de hábitats críticos por las tortugas marinas”. En: *Revista de biología marina y oceanografía*, 52(2): 187-199.

Cuevas, E., Abreu-Grobois, F. A., Guzmán-Hernández, V., Liceaga-Correa, M. A. y R. P. van Dam. 2008. *Post-nesting migratory movements of hawksbill turtles Eretmochelys imbricata in waters adjacent to the Yucatan Peninsula, México*. Endangered Species Research, 10: 123-133. http://dx.doi.org/10.3354/esr00128

Cuevas, E., de los Ángeles Liceaga-Correa, M., & Mariño-Tapia, I. 2010. *Influence of beach slope and width on hawksbill (Eretmochelys imbricata) and green turtle (Chelonia mydas) nesting activity in El Cuyo, Yucatán, Mexico*. Chelonian Conservation and Biology, 9(2): 262-267.

Cuevas-Flores E. A. 2016. “Tortuga Carey”. Capítulo 3. En: *Las tortugas marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación*. O. Gaona-Pineda & A. R Barragán Rocha (Coordinadoras), 59-80 pp. Soluciones Ambientales Itzeni A.C./Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP. Núm. PROCER/CCER/DGOR/08/2016. Primera Edición 2016.

Cuevas, E., Guzmán-Hernández, V., Lira, D., Frías-López, M., Huerta-Rodríguez, P., Garrido-Chávez, D., y López-Castro, M. 2018. “Influence of hard and soft structures for beach recovery and stabilization on sea turtle nesting habitats in the Yucatan peninsula, Mexico”. En: J. A. Daniels (Ed.) *Advances in Environmental Research*. Volume 62: 41-82. NOVA Publishers.

Cuevas, E., Guzmán-Hernández, V., Uribe-Martínez, A., Raymundo-Sánchez, A., & Herrera-Pavón, 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.

Cuevas, E., Liceaga-Correa, M. A. y A. Uribe-Martínez. 2019. *Ecological vulnerability of two sea turtle species in the Gulf of Mexico: an integrated spatial approach*. Endangered Species Research, 40: 337-356.

Davenport, J., y Davenport, J. L. 2006. *The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: a review*. Estuarine, coastal and shelf science, 67(1-2): 280-292.

De la Esperanza, A. O., Martínez, A. A., Tuz, M. T., & Pérez-Collazos, E. 2017. *Are anthropogenic factors affecting nesting habitat of sea turtles? The case of Kanzul beach, Riviera Maya-Tulum (Mexico).* Journal of coastal conservation, 21(1): 85-93.

Defforge, C. L., & Merlis, T. M. 2017. *Observed warming trend in sea surface temperature at tropical cyclone genesis*. Geophysical Research Letters, 44(2): 1034-1040.

Del Monte-Luna, P., Guzmán-Hernández, V., Cuevas, E., Arreguín-Sánchez, F. y D. Lluch-Belda. 2011. *Effect of North Atlantic climate variability on hawksbill turtles in the Southern Gulf of Mexico*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 412: 103-109.

Denkinger, J., Parra, M., Muñoz, J. P., Carrasco, C., Murillo, J. C., Espinosa, E., ... & Koch, V. 2013. *¿Are boat strikes a threat to sea turtles in the Galapagos Marine Reserve?* Ocean & coastal management, 80: 29-35.

Dewald, J. R., & Pike, D. A. 2014. *Geographical variation in hurricane impacts among sea turtle populations*. Journal of Biogeography, 41(2): 307-316.

Diez, C. E. y R. P. van Dam. 1997. "Growth rates of hawksbill turtles on feeding grounds at Mona and Monito Islands, Puerto Rico". En: van Dam, R. P. 1997. *Ecology of Hawksbill Turtles on Feeding Grounds at Mona and Monito Islands, Puerto Rico*. Ph.D. thesis, University of Amsterdam. pp. 97-109.

Diez, C. E. y R. P. van Dam. 2002. *Habitat effect on hawksbill turtle growth rates on feeding grounds at Mona and Monito Islands, Puerto Rico*. Marine Ecology Progress Series; 234: 301-309.

DOF 01/02/2013. NOM-162-SEMARNAT-2012. Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012: Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

DOF 03/07/2000. Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_190118.pdf.

DOF 05/03/2014. ACUERDO por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Diario Oficial de la Federación.

DOF 13/08/2018. 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.

Domènech, F., Aznar, F. J., Raga, J. A., & Tomás, J. 2019. "Two decades of monitoring in marine debris ingestion in loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, from the western Mediterranean". Environmental Pollution, 244: 367-378. DuBois, M. J., Putman, N. F., & Piacenza, S. E. 2020. *Hurricane frequency and intensity may decrease dispersal of Kemp's ridley sea turtle hatchlings in the Gulf of Mexico*. Frontiers in Marine Science, 7: 301.

Elliott, B. W., Read, A. J., Godley, B. J., Nelms, S. E., & Nowacek, D. P. 2019. *Critical information gaps remain in understanding impacts of industrial seismic surveys on marine vertebrates*. Endangered Species Research, 39: 247-254.

Elsner, J. B., A. B. Kara y M. A. Owens. 1999. Fluctuations in North Atlantic hurricane frequency. American Meteorological Society, 12: 427–437.

Emanuel, K. 2005. *Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years*. Nature, 436(4): 686–688.

Engeman, R. M., R. E. Martin, H. T. Smith, J. Woolard, C. K. Crady, S. A. Shwiff, B. Constantine, M. Stahl y J. Griner. 2005. *Dramatic reduction in predation on marine turtle nests through improved predator monitoring and management*. Oryx, 39(3): 318–326.

Engeman, R. M., S. A. Shwiff, B. Constantine, M. Stahl, y H. T. Smith. 2002. *An economic analysis of predator removal approaches for protecting marine turtle nests at Hobe Sound National Wildlife Refuge*. Ecological Economics, 42: 469–478.

Engeman, R. M., R. E. Martin, H. T. Smith, J. Woolard, C. K. Crady, B. Constantine, M. Stahl y N. P. Groninger. 2006. *Impact on predation of sea turtle nests when predator control was removed midway through the nesting season*. Wildlife Research, 33: 187–192.

Erzini, K., C. C. Monteiro, J. Ribeiro, M. N. Santos, M. Gaspar, P. Monteiro y T. C. Borges. 1997. *An experimental study of gillnet and trammel net ´ghost fishing´ off the Algarve (southern Portugal).* Marine Ecology Progress Series, 158: 257–265.

Fernández-Bringas, L. 2013. *Estudio para conocer mediante la colocación de termómetros el efecto de la temperatura en nidos de tortuga marina incubados en playas de anidación del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos*. Informe Final. CONANP /DR07/04/RPC03/PROCODES/1892/13. 72 pp.

Fish, M. R., I. M. Côté, J. A. Gill, A. P. Jones, F. Renshoff y A. R. Watkinson. 2005. *Predicting the impact of sea level rise on Caribbean Sea Turtle Nesting Habitat*. Conservation Biology 19: 482–491.

Fitzsimmons, N. N., A. D. Tucker y C. J. Limpus. 1995. *Long-term breeding histories of male green turtles and fidelity to a breeding ground.* Marine Turtle Newsletter 68: 2-4.

Flores-Aguirre, C. D., Díaz-Hernández, V., Salgado-Ugarte, I. H., Sosa-Caballero, L. E. y F. R. Méndez de la Cruz. 2020. *Feminization of hawksbill turtles (Eretmochelys imbricata) in the western Yucatán Peninsula, Mexico.* Amphibian & Reptile Conservation, 14(1): 190-202 (e233).

Frías-López, B. M. 2012. *Parámetros reproductivos de la población anidante de tortuga carey (Eretmochelys imbricata) en las Coloradas, Yucatán México (2005-2010).* Tesis licenciatura, Instituto *Politécnico Nacional*, México, D.F. 69 pp.

Frías-López, M. 2015. *A prioritization protocol for marine turtle conservation*. The University of Queensland, Australia. 27 pp.

Frías-López, M., Garrido-Chávez, D., Cuevas, E. 2019. “La temperatura en playas de anidación de tortugas marinas: Lecciones aprendidas y por aprender”. En: Cuevas Flores, E. A., Guzmán Hernández, V., Guerra Santos, J. J., Rivas Hernández, G. A. (Coords.). *El Uso del Conocimiento de las Tortugas Marinas como herramienta para la restauración de sus poblaciones y hábitats asociados México*. Universidad Autónoma del Carmen. Pp. 189-194.

Fuentes, M. M. P. B., Pike, D. A., DiMatteo, A. y B. P. Wallace. 2013. *Resilience of marine turtle regional management units to climate change*. Global Change Biology. http://dx.doi.org/10.1111/gcb.12138

Gaos A., F.A. Abreu-Grobois, J. Alfaro-Shigueto, D. Amorocho, R. Arauz, A. Baquero, R. Briseño, D. Chacón, C. Dueñas, C. Hasbún, M. Liles, G. Mariona, C. Muccio, J. P. Muñoz, W. J. Nichols, M. Peña, J. A. Seminoff, M. Vásquez, J. Urtega, B. Wallace, I. L. Yañez y P. Zárate. 2010. *Signs of hope in the eastern Pacific: International collaboration reveals encouraging status for a severely depleted population of hawksbill turtles Eretmochelys imbricata*. Fauna & Flora International, Oryx, 1-7 pp. doi:10.1017/S0030605310000773.

Gaos, A. R., Lewison, R. R., Wallace, B. P., Yañez, I. L., Liles, M. J., Baquero, A. y J. A. Seminoff. 2012. *Dive behavior of adult hawksbills (Eretmochelys imbricata, Linnaeus 1766) in the eastern Pacific Ocean highlights shallow depth use by the species*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 432-433: 171-178.

Gaos, A., M. J. Liles, V. Gadea, A. Peña de Niz, F. Vallejo, C. Miranda, J. J. Darquea, A. Henriquez, E. Altamirano, A. Rivera, S. Chavarría, D. Melero, J. Urteaga, C. M. Pacheco, D. Chácon, C. LeMarie, J. Alfaro-Shigueto, J. C. Mangel, I. L. Yañez y J. A. Seminoff. 2017. “Living on the Edge: Hawksbill turtle nesting and conservation along the Eastern Pacific Rim”. En: J. Mangel, J. Seminoff, B. Wallace y X. Vélez-Suazo (Eds.) *Sea Turtle Research and Conservation in Latin America*. Lat. Am. J. Aquat. Res., 45(3): 572-584.

García-Besné G. M. 2011. *Bioacumulación y transferencia materna de contaminantes orgánicos persistentes en la tortuga carey (Eretmochelys imbricata) y tortuga blanca (Chelonia mydas) de la costa de Campeche, México*. Tesis de maestría, Instituto de Ecología, A.C (INECOL), Veracruz, México. 120 pp.

García-Díaz, B. E., Márquez-García, A. Z., Márquez-Hernández, A. C. y R. Campos-Verduzco. 2019. “Procesos de erosión-acumulación en Playa Carrizalillo Coyuca de Benítez, Guerrero”. En: Cuevas Flores, E. A., Trembley Hernández, V., Guerra Santos, J. J., Rivas Hernández, G. A. (Coords.) *El Uso del Conocimiento de las Tortugas Marinas como herramienta para la restauración de sus poblaciones y hábitats asociados México*. Universidad Autónoma del Carmen. Pp. 57-64. [https://bit.ly/35XKddp]. Fecha de consulta 18 de junio 2020.

Gardner, S. C. y W. J. Nichols. 2001. *Assessment of sea turtle mortality rates in the Bahia Magdalena region, Baja California Sur, Mexico*. Chelonian Conservation and Biology, 4(1): 197–199.

Garduño-Andrade, M., V. Guzmán, E. Miranda, R. Briseño-Duenas y A. Abreu. 1999. *Increases in hawksbill turtle (Eretmochelys imbricata) nestings in the Yucatán Península, México (1977-1996): data in support of successful conservation*. Chelonian Conservation and Biology 3(2): 286-295.

Garduño-Andrade, M. 2000. *Dinámica poblacional de la tortuga carey (Eretmochelys imbricata) en su área de forraje, Río Lagartos, Yucatán*. Informe Final SNIB-CONABIO Proyecto L269. México, D. F.

González, I. 2003. *Análisis genético poblacional de las tortugas carey (Eretmochelys imbricata) en sitios de alimentación en aguas del Estado de Campeche, México*. Tesis maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Mazatlán, Sinaloa, México. 96 pp.

González-Garza, B., P. García-Alvarado, M. Villalobos-Sosa, E. Cuevas-Flores, G. García Contreras, V. Guzmán-Hernández y P. Huerta-Rodríguez. 2010. *Identificación de zonas críticas de anidación de tortugas marinas en la costa de Campeche, México: Compendio cartográfico*. Pronatura Península de Yucatán, A.C./Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos-CONANP /National Fish and Wildlife Foundation. 47 pp.

González-Garza, B. I., Stow, A., Sánchez-Teyer, L. F. y O. Zapata-Pérez. 2015. *Genetic variation, multiple paternity, and measure of reproductive success in the critically endangered hawksbill turtle (Eretmochelys imbricata)*. Ecology and Evolution, 5(24): 5758-5769. http://dx.doi.org/10.1002/ece3.1844. Fecha de consulta 21 de julio 2020.

Gopar-Canales, K. L., y Miranda-Anaya, M. 2014. *Circadian clock and sun compass orientation in hatchlings of the turtle Eretmochelys imbricata at Sisal, Yucatán, México*. Biological rhythm research. 45(3): 407-414.

Granizo, T., M. E Molina, E. Secaira, B. Herrera, S. Benítez, O. Maldonado, M. Libby, P. Arroyo, S. Ísola y M. Castro. 2006. *Manual de Planificación para la conservación de áreas, PCA*. TNC y USAID. 204 pp.

Groombridge, B., y R. Luxmoore. 1989. *The green turtle and Hawksbill (Reptilia: Cheloniidae): World status, exploitation, and trade*. Lausanne, Switzerland: CITES Secretariat, 601 pp.

Groombridge, B. y M. D. Jenkins. 2002. *La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Groombridge, B. y M. D. Jenkins. 2002. World Atlas of Biodiversity. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley.

Gulko, D. A: y K. L. Eckert. 2004. *Sea Turtles: An Ecological Guide*. Mutual Publishing, Honolulu, Hawaii.

Gündoğdu, S., Yeşilyurt, İ. N., & Erbaş, C. 2019. *Potential interaction between plastic litter and green turtle Chelonia mydas during nesting in an extremely polluted beach*. Marine pollution bulletin, 140: 138-145.

Gunter, G. 1981. *Status of turtles on the Mississippi coast*. Gulf Research Reports 7: 89-92.

Guzmán, V. y P. A. García-Alvarado. 2006. (No publicado). Identificación de focos rojos en el consumo de tortugas marinas en comunidades costeras del estado de Campeche. APFFLT Conanp/Defenders of Wildlife/DECOL. 28 pp.

Guzmán, V., F. E. Cuevas, F. A. Abreu-G., B. González-G, A. P. García y R. P. Huerta (Compiladores). 2008. *Resultados de la reunión del grupo de trabajo de la tortuga de carey en el Atlántico mexicano*. Memorias. CONANP/EPC/APFFLT/PNCTM. ix+244pp.

Guzmán-Hernández, V., A. Abreu G. y D. Owens. (2003). Hawksbill Sea Turtle Foraging Ground Abundance in Campeche, Mexico Project. NFWF Project # (2001-0013-007) & (2002-0084-009). Póster presentado en la II Feria Nacional de la Tortuga Marina, Mazunte, Oax; 17-19 octubre de 2003.

Guzmán-Hernández, V., G. Escanero-Figueroa y R. René Márquez-Millán. 2013. Programa Tortuguero en el Centro Regional de Investigación Pesquera Carmen, retrospectiva, avances y perspectivas. En: Márquez-Millán, R. y M. Garduño-Dionate (Comps.) Tortugas Marinas. Publicación especial 50 aniversario del INP, 1962-2012. 55-68p.

Guzmán, V. y J. J. Velasco Orozco. 2008. "Tormentas tropicales "nortes" y huracanes en la península de Yucatán y su relación con impactos a las poblaciones de tortugas de carey (*Eretmochelys imbricata*)". *En*: Guzmán, V., Cuevas, F. E., F. A. Abreu-G., González-G. B., García, A. P., y Huerta, R. P. (Compiladores). 2008. Resultados de la reunión del grupo de trabajo de la tortuga de carey en el Atlántico mexicano. Memorias. Conanp/EPC/APFFLT/PNCTM. ix+244pp.

Guzmán. V., P. A. García A. y P. Huerta. 2010. Anidaciones de Tortuga Carey (*E. imbricata*) Dentro de una Laguna Costera en el Sureste de México. Jaina/Boletín informativo/Vol. 21 No. 1 año-2010, p 5-11.

Guzmán-Hernández, V., E. Cuevas, P. A. García y T. González-R. 2015. Biological Monitoring of Sea Turtles on Nesting Beaches: Datasets and Basic Evaluations. En: Lara Uc, M., J. Rodríguez y R. Riosmena-R. (Eds.) 2015. *Successful Conservations Strategies for the Sea Turtles: Achievements and Challenges/Nova Science* Pub. N.Y., p. 41-78.

Guzmán, V., Cuevas, E., Benítez, J. A. y P. A. García. 2014. "Impacto ambiental sobre los hábitats críticos y poblaciones de tortuga marina en Campeche, México". *En*: Botello, A. V., J. Rendón von Osten, J. Benítez y G. Gold-Bouchot (Eds.), 2013. *Golfo de México. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*. UAC, UNAM-ICMyL, CINVESTAV-Unidad Mérida. 1210 p.

Guzmán. 2019. “Anidaciones de Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) en la Laguna de Términos, Campeche”. En: Cuevas Flores, E. A., Guzmán Hernández, V., Guerra Santos, J. J., Rivas Hernández, G. A. 2019. *El Uso del Conocimiento de las Tortugas Marinas como herramienta para la restauración de sus poblaciones y hábitats asociados México*. Universidad Autónoma del Carmen. 294 p.

Guzmán, H. V. 2020. Informe Técnico 2019 del programa de Conservación de Tortugas Marinas en Laguna de Términos, Campeche, México. Contiene información de: 1. CPCTM Isla Aguada y 2. Reseña Estatal. APFFLT/RPCyGM/Conanp/Semarnat. vi+68+ii p.

Hall, M. A., Alverson, D. L. & K. I. Metuzals. 2000. *By-Catch: Problems and solutions*. Marine Pollution Bulletin, 41(1-6): 204–219.

Harewood, A., & Horrocks, J. 2008. *Impacts of coastal development on hawksbill hatchling survival and swimming success during the initial offshore migration*. Biological Conservation, 141(2): 394-401.

Hart, K. M. 2016. *Estatus y conservación de las tortugas marinas en las costas de Nayarit y del norte de Jalisco*. Tesis Doctoral. Universidad de Guadalajara. Unidad Universitaria de la Costa. 117 pp.

Hart, K. M., Iverson, A. R., Fujisaki, I., Lamont, M. M., Bucklin, D., & Shaver, D. J. 2018. *Marine threats overlap key foraging habitat for two imperiled sea turtle species in the Gulf of Mexico*. Frontiers in Marine Science, 5: 336.

Hayes, C. T., Baumbach, D. S., Juma, D., & Dunbar, S. G. 2017. *Impacts of recreational diving on hawksbill sea turtle (Eretmochelys imbricata) behaviour in a marine protected area*. Journal of Sustainable Tourism, 25(1): 79-95.

Heithaus M. R. 2013. “Predators, Prey, and the Ecological Roles of Sea Turtles”. In: Wyneken J., Lohman K. J., Musick J. A. (Eds.). *The Biology of Sea Turtles,* Volume III. CRC Press. Florida, USA, p 249–284.

Hernández-Cortés, J. A., Núñez-Lara, E., Cuevas, E., & Guzmán-Hernández, V. 2018. *Natural beach vegetation coverage and type influence the nesting habitat of hawksbill turtles (Eretmochelys imbricata) in Campeche, Mexico*. Chelonian Conservation and Biology, 17(1): 94-103.

Hill, M. 1998. *Spongivory on Caribbean reef. Releases corals from competition with sponges*. Oecología, 117: 143-150.

Hirsch, S. E., Kedzuf, S., & Perrault, J. R. 2019. *Impacts of a geotextile container dune core on marine turtle nesting in Juno Beach, Florida, United States*. Restoration Ecology, 27(2): 431-439.

Houghton J., M. Callow y G. Hays. 2003. *Habitat utilization by juvenile hawksbill turtles (Eretmochelys imbricata, Linnaeus, 1766) around a shallow water coral reef*. Journal of Natural History. 37: 1269–1280.

ICAPO. 2008. *Proceedings from the First Workshop of the Hawksbill Turtle in the Eastern Pacific*. 15–17 de julio de 2008. Los Cóbanos, El Salvador. 27 pp.

Irwin, W. P., Horner, A. J. y K. J. Lohmann. 2004. *Magnetic field distortions by protective cages around sea turtle nests: unintended consequences for orientation and navigation.* Biological Conservation. 117–120.

Kamel, S. J. y N. Mrosovsky. 2006. *Deforestation: Risk of sex ratio distortion in hawksbill sea turtles.* Ecological Applications, 16: 923-931.

Kamrowski, R. L., Limpus, C., Moloney, J., & Hamann, M. 2012. *Coastal light pollution and marine turtles: assessing the magnitude of the problem.* Endangered Species Research, 19(1): 85-98.

Katselidis, K. A., Schofield, G., Stamou, G., Dimopoulos, P. A. N. A. Y. O. T. I. S., & Pantis, J. D. 2013. *Evidence-based management to regulate the impact of tourism at a key marine turtle rookery on Zakynthos Island, Greece.* Oryx, 47(4): 584-594.

Kelly, I., Leon, J. X., Gilby, B. L., Olds, A. D., & Schlacher, T. A. 2017. *Marine turtles are not fussy nesters: a novel test of small-scale nest site selection using structure from motion beach terrain information.* PeerJ, 5: e2770.

Knutson, T. R. Tuleya, R. E. y Y. Kurihara. 1998. *Simulated increase of hurricane intensities in a CO2-Warmed climate.* Science, 279: 1018–1020.

Kossin, J. P., Knapp, K. R., Olander, T. L., & Velden, C. S. 2020. *Global increase in major tropical cyclone exceedance probability over the past four decades.* Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(22): 11975-11980.

Krause, S., Nel, H., Drummond, J. D., Gomez-Velez, J. D., Lynch, I., Sambrook Smith, G., & Kukkola, A. 2019. *River corridors are global hotspots of microplastic pollution, exceeding the amount of plastics found in the world's oceans.* AGUFM, 201: H42D-06.

Labarthe H. V. y E. Cuevas. 2005. *Generalidades acerca del consumo y tráfico de tortugas marinas en la costa oriental del estado de Yucatán.* Pronatura PY/Defenders of Wildlife/Teyelyz. 17 pp+4.

Labastida-Estrada, E. 2018. *Estructura genética y conectividad migratoria de las tortugas carey y verde en la península de Yucatán*. Tesis doctoral, El colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo. 160 pp.

Labastida-Estrada, E., Machkour-M'Rabet, S., Díaz-Jaimes, P., Cedeño-Vázquez, J. R. y Y. Hénaut. 2019. *Genetic structure, origin, and connectivity between nesting and foraging areas of hawksbill turtles of the Yucatan Peninsula: A study for conservation and management.* Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems (2019): 1-12. http://dx.doi.org/10.1002/aqc.2999

Leon, Y. M. & K. A. Bjorndal. 2002. *Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems.* Marine Ecology Progress Series 245: 249–258.

Lewison, L. R., S. A. Freeman y L. B. Crowder. 2004a. *Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longline on loggerhead and leatherback sea turtles*. Ecology Letters, 7: 221–231.

Lewison, L. R., L. B. Crowder, A. J. Read & S. A. Freeman. 2004b. *Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna*. TRENDS in Ecology and Evolution, 19(11): 598–604.

Limpus, C. J. 1992. *The hawksbill turtle, Eretmochelys imbricata, in Queensland: Population structure within a southern Great Barrier Reef feeding ground*. Wildlife Research. 19: 489-506.

Limpus, C. J. 1995. "Global overview of the status of marine turtles: a 1995 viewpoint". In: Bjorndal, K.A. (Ed.). *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Revised Edition. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, pp. 605-609.

Lozano-Robles, M. F. 2017. *Informe técnico de residencia profesional. Priorización de estrategias de conservación ante incrementos de la temperatura en la playa de anidación El Cuyo, Yucatán, México*. Instituto tecnológico de Conkal. 37 pp.

Marchand, M. N. & J. A. Litvaitis. 2004. *Effects of landscape composition, habitat features, and nest distribution on predation rates of simulated turtle nests*. Biological Conservation, 117: 243–251.

Márquez, M. R. y T. H. Fritts. 1987. Prospección aérea para tortugas marinas en la costa mexicana del Golfo de México y Caribe, 1982-1983. Instituto Nacional de la Pesca-Secretaría de Pesca, CRIP Manzanillo -Tulane University, Albuquerque, N. M. 19pp+4.

Márquez, R. 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. Fondo de Cultura Económica, ISBN 968-16-4436-0. 197 pp.

Márquez R. y V. Guzmán. 2008. "Registros de la captura comercial de la tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*) en el Golfo de México y la península de Yucatán entre 1953 y 1989". 25-32 pp. En. Guzmán, V., E. Cuevas, F. A. Abreu-G., B. González-B., P. García, y P. Huerta. (Compiladores). *Resultados de la reunión del grupo de trabajo de la tortuga de carey en el Atlántico mexicano*. Memorias. CONANP/EPC/APFFLT/PNCTM. ix+244pp.

Márquez-Millán R & C Peñaflores. 2016. "El Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas: 50 años de Historia". Capítulo 8. En: *Las tortugas marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación*. O. Gaona-Pineda & A. R. Barragán Rocha (Coordinadoras), 159-188 pp. Soluciones Ambientales Itzeni A.C./Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP. Núm. PROCER/CCER/DGOR/08/2016. Primera Edición 2016.

Martin, J. M., Jambeck, J. R., Ondich, B. L., & Norton, T. M. 2019. *Comparing quantity of marine debris to loggerhead sea turtle (Caretta caretta) nesting and non-nesting emergence activity on Jekyll Island, Georgia, USA*. Marine pollution bulletin, 139: 1-5.

Martínez-Arenas. 2017. *Estructura genética de la tortuga marina carey (Eretmochelys imbricata) en sitios de anidación y alimentación en la costa del Atlántico mexicano*. Tesis de maestría en ciencias. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán, UNAM.

McCauley, R. D., Fewtrell, J., Duncan, A. J., Jenner, C., Jenner, M. N., Penrose, J. D., Prince, R. I. T., Adhitya, A., Murdoch, J. y K. McCabe. 2000. *Marine seismic surveys. A study of environmental implications*. APPEA Journal 2000: 692–708.

McClenachan, L., Jackson, J. B. C. y M. J. H. Newman. 2006. *Conservation implications of historic sea turtle nesting beach loss*. Frontiers in Ecology and Environment, 4(6): 290-296.

Merchant, L. 1999. "Determining Hatchling sex". En: Eckert, K., Bjorndal, K., Abreu-Grobois, M. & Donnelly, M. (Eds.). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. Pp: 130-135. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, No. 4.

Meylan A. 1984. *The feeding ecology of the hawksbill turtle (Eretmochelys imbricata), Spongivory as a feeding niche in the coral reef community*. PhD Dissertation, Univ. of Florida, Gainesville, Fl.

Meylan, A. and M. Donnelly. 1999. *Status justification for listing the hawksbill turtle (Eretmochelys imbricata) as Critically Endangered on the 1996 IUCN Red List of Threatened Animals*. Chelonian Conservation and Biology 3(2): 200-224. Milliken, T. and H.

Meylan, A. B. 1999. *Status of the Hawksbill turtle (Eretmochelys imbricata) in the Caribbean Region*. Chelonian Conservation and Biology, 3(2): 177–184.

Meylan, P. A., Meylan, A. B., & Gray, J. A. 2011. *The ecology and migrations of sea turtles 8. Tests of the developmental habitat hypothesis*. Bulletin of the American Museum of Natural History, 2011(357): 1-70.

Meylan y Donelly, C. H., A. S. Hoey y D. R. Bellwood. 2012. *The role of turtles as coral reef macroherbivores*. PLoS One, 7(6): e39979.

Miller, J. 1997. "Reproduction in Sea Turtles". En: Lutz, P. y J. Musick (Eds.). 52-81 pp. *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press. New York.

Moein, S. E., J. A. Musick, J. A. Keinath, D. E. Barnard, M. L. Lenhardt y R. George. 1995. "Evaluation of seismic sources for repelling sea turtles from hopper dredges". En: Hales LZ (Comp.) *Sea Turtle Research Program: Summary Report*. Technical Report CERC-95. 90–93 pp.

Montero-Flores, D. 2019. *Variación de parámetros reproductivos durante la incubación de nidos de tortuga carey, Eretmochelys imbricata imbricata (Linnaeus 1766) y su relación con parámetros abióticos en isla aguada, Campeche, México. Temporada reproductiva 2017*. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma del Carmen. 74 pp.

Moore, S. L., D. Gregorio, M. Carreon, S. B. Weisberg y M. K. Leecaster. 2001. *Composition and distribution of beach debris in Orange County, California*. Marine Pollution Bulletin, 42(3): 241–245.

Moreira-de-Gurjao, L., J. E. Pereira-de-Freitas y D. Silva-Araújo. 2005. *Observations of marine turtles during seismic surveys off Bahia, Northeastern Brazil*. Marine Turtle Newsletter 108: 8–9.

Mortimer, J. A y M. Donnelly. 2008. "Eretmochelys imbricata". En: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 13 july 2009.

Muñoz, C. C., & Vermeiren, P. 2018. *Profiles of environmental contaminants in hawksbill turtle egg yolks reflect local to distant pollution sources among nesting beaches in the Yucatán Peninsula, Mexico*. Marine environmental research, 135: 43-54.

Nelms, S. E., Piniak, W. E., Weir, C. R., & Godley, B. J. 2016. *Seismic surveys and marine turtles: An underestimated global threat*. Biological conservation, 193: 49-65.

Nichols, W. J. 2003. *Biology and Conservation of Sea Turtles in Baja California, Mexico*. Dissertation, University of Arizona.

Nolasco-Montero, E. y A. Carranza-Edwards. 1988. *Estudio sedimentológico de playas de Yucatán y Quintana Roo, México*. Anuario del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, 15(2): 49–66.

Ogren, L., F. Berry, K. Bjorndal, H. Kumpf, R. Mast, G. Medina, H. Reichart, y R. Witham. 1998. *Proc. of the 2nd Western Atlantic Turtle Symposium*. NOAA Tech. Memo. NMFS/SEFC-226.

Okuyama, J., Ishii, H., Tanizaki, S., Suzuki, T., Abe, O., Nishizawa, H., ... & Kobayashi, M. 2020. *Quarter-Century (1993–2018) Nesting Trends in the Peripheral Populations of Three Sea Turtle Species at Ishigakijima Island, Japan*. Chelonian Conservation and Biology: Celebrating 25 Years as the World's Turtle and Tortoise Journal, 19(1): 101-110.

Oliver, T. H., Heard, M. S., Isaac, N. J. B., Roy, D. B., Procter, D., Eigenbrod, F., Freckleton, R., Hector, A., Orme, C. D. L., Petchey, O. L., Proenca, V., Raffaelli, D., Suttle, K. B., Mace, G. M., Martín-López, B., Woodcock, B. A. y J. M. Bullock. 2015. *Biodiversity and resilience of ecosystem functions*. Trends in Ecology & Evolution, 30(11): 673-684.

Parrish, A. y K. Goodman. 2006. *Tagging and Nesting Research on Hawksbill Turtles (Eretmochelys imbricata) at Jumby Bay, Long Island, Antigua, West Indies*. 2002 Annual Report. Prepared for the Jumby Bay Island Company, Ltd. WIDECAST. 22 p.

Pellet, J., Guisan, A. y N. Perrin. 2003. *A concentric analysis of the impact of urbanization on the threatened European Tree frog in an agricultural landscape*. Conservation Biology, 18: 1599-1606.

Pérez-Bermúdez, E., Ruiz-Urquiola, A., Rebordinos-González, L., Espinosa-López, G., Lee-González, I. y B. I. J. Petric. 2017. *A new approach to mixed stock analysis that informs on the management and conservation of hawksbill in the Wider Caribbean: the case of the legal fishery in Jardines del Rey, Cuba*. International Journal of Marine Science, 7(32): 308-335. http://dx.doi.org/10.5376/ijms.2017.07.0032

Pérez-Castañeda, R., Salum-Fares, A. y O. Defeo. 2007. *Reproductive patterns of hawksbill turtle Eretmochelys imbricata in sandy beaches of the Yucatan Peninsula*. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 87: 815–824.

Peterson, C. H. y M. J. Bishop. 2005. *Assessing the environmental impact of beach nourishment*. BioScience, 55(10): 887–896.

Piacenza, S. E., Richards, P. M. y S. S. Heppell. 2019. *Fathoming sea turtles: monitoring strategy evaluation to improve conservation status assessments*. Ecological Applications, 29(6): e01942.

Plotkin, P. y A. F. Amos. 1990. "Effects of anthropogenic debris on sea turtles in the Northwestern Gulf of Mexico". En: R. S. Shomura y M. L. Godfrey (Editors). *Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris*. U. S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFSC-154.

Plotkin, P. 2003. *Adult migrations and habitat use*. The biology of sea turtles, 2: 225-241.

Pritchard, P. C. H., P. Bacon, F. Berry, A. Carr, J. Fletemeyer, R. Gallagher, S. Hopkins, R. Lankford, R. Márquez, L. Ogren, W. Pringle, H. Reichart y R. Witham. 1983. *Manual of sea turtle research and conservation techniques*. Center of Environmental Education, Washington D. C. 108 pp.

Pritchard P. y J. Mortimer. 1999. "Taxonomy, external morphology, and species identification". En: Eckert, K.; Bjorndal, K.; Abreu-Grobois, M. and Donnelly, M. (Eds.). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. Pp: 21-38. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, No. 4.

Putman, N. 2018. *Marine migrations*. Current Biology, 28(17): R972-R976.

Richardson, J. I., R. Bell, y T. H. Richardson. 1999. *Population ecology and demographic implications drawn from an 11-year study of nesting hawksbill turtles, Eretmochelys imbricata, at Jumby Bay, Long Island, Antigua, West Indies*. Chelonian Conservation and Biology 3 (2): 244-250.

Ross, J. P. 2005. *Hurricane effects on nesting Caretta caretta*. Marine Turtle Newsletter, 108: 13–14.

Rumbold, D. G., Davis, P. W. y C. Perretta. 2001. *Estimating the effect of beach nourishment on Caretta caretta (Loggerhead sea turtle) nesting*. Restoration Ecology, 9(3): 304–310.

Sakai, H., Saeki, K., Ichihashi, H., Kamezaki, N., Tanabe, S. y R. Tatsukawa. 2000. *Growth-related changes in heavy metal accumulation in Green turtle (Chelonia mydas) from Yaeyama Islands, Okinawa, Japan*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 39: 378–385.

Salmon, M. 2003. Artificial night lighting and sea turtles. Biologist, 50: 163–168.

Salvarani, P. I., Morgado, F., Vieira, L. R., & Rendón-von Osten, J. 2019. *Organochlorines Contaminants in Eggs of Hawksbill (Eretmochelys imbricata) and Green Sea Turtles (Chelonia mydas) from Mexico coast*. Archives of environmental contamination and toxicology, 76(3): 425-434.

Schuyler, Q. A., Wilcox, C., Townsend, K. A., Wedemeyer-Strombel, K. R., Balazs, G., van Sebille, E., & Hardesty, B. D. 2016. *Risk analysis reveals global hotspots for marine debris ingestion by sea turtles*. Global Change Biology, 22(2): 567-576.

Schwoerer, M. 2013. *Relating Climate Change to the Nesting Phenology and Nest Environment of Marine Turtles*.

SEMARNAT, 2009. *Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga Carey (Eretmochelys imbricata)*. SEMARNAT/CONANP. México. 85 pp.

Seminoff, J. A., W. J. Nichols, A. Resendiz y L. Brooks. 2003. *Occurrence of hawksbill turtles, Eretmochelys imbricata, near Baja California*. Pacific Sci. 57: 9–16.

Shimada, T., Limpus, C., Jones, R., & Hamann, M. 2017. *Aligning habitat use with management zoning to reduce vessel strike of sea turtles*. Ocean & Coastal Management, 142: 163-172.

Sims, M., Bjorkland, R., Mason, P. y L. B. Crowder. 2008. *Statistical power and sea turtle nesting beach surveys: ¿How long and when?* Biological Conservation, 141: 2921-2931. http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.021

Sisak, M.M., Z. Hillis-Starr, B. Phillips, Jr. R. A. Pemberton y J. W. Crow. 1998. "Use of a miniature data storage tag on a juvenile hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) at Buck Island Reef N. M., U. S. Virgin Islands". En: *Memorias del 18 Simposio Internacional sobre Biología y Conservación de Tortugas Marinas*. U. S. Department of Commerce. NOAA / NMFS Southeast Fisheries Center. Florida, E.E. U. U. 293 pp.

Steinitz, M. J., M. Salmon y J. Wyneken. 1998. *Beach renourishment and loggerhead turtle reproduction: a seven years study at Jupiter Island, Florida*. Journal of Coastal Research, 14: 1000-1013.

Tambutti, Marcia, & Aldama, Alberto, & Sánchez, Oscar, & Medellín, Rodrigo, & Soberón, Jorge. 2001. *La determinación del riesgo de extinción de especies silvestres en México*. Gaceta Ecológica, (61): 11-21.[fecha de Consulta 4 de Septiembre de 2020]. ISSN: 1405-2849. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=539/53906101

Tisdell, C., & Wilson, C. 2005. *Perceived impacts of ecotourism on environmental learning and conservation: turtle watching as a case study.* Environment, Development and Sustainability, 7(3): 291-302.

Tomás, J., R. Guitart, R. Mateo y J. A. Raga. 2002. *Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, Caretta caretta, from the Western Mediterranean.* Marine Pollution Bulletin, 44: 211–216.

Tourism Development Authority. 1998. *Best practices for tourism center development along the red sea coast.* United States Agency for International Development.

Tremblay, N., A. Ortíz-A., M. González-J., J. Rendón-Von Osten. 2016. *Relationship between organochlorine CHLO pesticides and stress indicators on Hawksbill sea turtle (Eretmochelys imbricata) nesting at Punta Xen (Campeche), southern Gulf of Mexico.* Ecotoxicology 26: 173-183 (2017).

Tremblay, N., Arana, A. O., Jáuregui, M. G., & Rendón-von Osten, J. 2017. *Relationship between organochlorine pesticides and stress indicators in hawksbill sea turtle (Eretmochelys imbricata) nesting at Punta Xen (Campeche), Southern Gulf of Mexico.* Ecotoxicology, 26(2): 173-183.

U. S. Minerals Management Service. 2004. *Geological and geophysical exploration for mineral resources on the Gulf of Mexico outer continental shelf. U. S. Department of the Interior, Gulf of Mexico OCS Region.* OCS EIA/EA MMS 2004-054.

UICN. 2008. *Eretmochelys imbricata*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2008: e.T8005A12881238.https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T8005A12881238.en. Consultado el 13 de julio de 2020.

van Dam R. y C. Diez. 1997. *Predation by hawksbill turtles on sponges at Mona Island, Puerto Rico.* Proc 8th Int Coral Reef Symp 2: 1421–1426.

Van Tussenbroek, B. I., Arana, H. A. H., Rodríguez-Martínez, R. E., Espinoza-Ávalos, J., Canizales-Flores, H. M., González-Godoy, C. E., ... & Collado-Vides, L. 2017. *Severe impacts of brown tides caused by Sargassum spp. on near-shore Caribbean seagrass communities*. Marine Pollution Bulletin, 122(1-2): 272-281.

Vandersteen, J., Kark, S., Sorrell, K., & Levin, N. 2020. *Quantifying the Impact of Light Pollution on Sea Turtle Nesting Using Ground-Based Imagery.* Remote Sensing, 12(11): 1785.

Vázquez-Cuevas, M. 2015. *Identificación de rutas migratorias, ámbitos hogareños interanidatorios y de alimentación de tortuga blanca (Chelonia mydas Linnaeus, 1758) y carey (Eretmochelys imbricata Linnaeus, 1766) post-anidantes en el sur del Golfo de México.* Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 80 pp.

Wallace, B. P., DiMatteo, A. D., Hurley, B. J., Finkbeiner, E. M., Bolten, A. B., Chaloupka, M. Y., Hutchinson, B. J., Abreu-Grobois, F. A., Amorocho, D., Bjorndal, K. A., Bourjea, J., Bowen, B. W., Briseño-Dueñas, R., Casale, P., Choudhury, B. C., Costa, A., Dutton,

P. H., Fallabrino, A., Girard, A., Girondot, M., Godfrey, M. H., Hamann, M., López-Mendilaharsu, M., Marcovaldi, M. A., Mortimer, J. A., Musick, J. A., Nel, R., Pilcher, N. J., Seminoff, J. A., Tröeng, S., Witherington, B. y R. B. Mast. 2010. *Regional Management Units for marine turtles: A novel framework for prioritizing conservation and research multiple scales.* PLoS ONE, 5(12): e15465. http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0015465

Wallace, B. P., Brosnan, T., McLamb, D., Rowles, T., Ruder, E., Schroeder, B., y& Wehner, D. 2017. *Effects of the Deepwater Horizon oil spill on protected marine species.* Endangered Species Research, 33: 1-7.

Wallace, B. P., B. A. Stacy, E. Cuevas, C. Holyoake, P. H. Lara, A. C. J. Marcondes, y N. Rutherford. 2020. *Oil spills and sea turtles: documented effects and considerations for response and assessment efforts.* Endangered Species Research, 41: 17-37.

Wang, M., Hu, C., Barnes, B. B., Mitchum, G., Lapointe, B., & Montoya, J. P. 2019. *The great Atlantic Sargassum belt.* Science, 365(6448): 83-87.

Westwood, A., Reuchlin-Hugenholtz, E. y D. M. Keith. 2014. *Re-defining recovery: A generalized framework for assessing species recovery.* Biological Conservation, 172: 155-162. http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2014.02.031

Wilcox, C., Puckridge, M., Schuyler, Q. A., Townsend, K., & Hardesty, B. D. 2018. *A quantitative analysis linking sea turtle mortality and plastic debris ingestion.* Scientific reports, 8(1): 1-11.

Williams, P., Anninos, P. J., Plotkin, P. T. & K. L. Salvini (Compiladores). 1996. *Pelagic longline fishery-sea turtle interactions: Proceedings of an industry, academic and government experts, and stakeholder's workshop held in Silver Spring, Maryland, 24-25 May 1994.* U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-OPR-7: 77 p.

Windle, A. E., Hooley, D. S., & Johnston, D. W. 2018. *Robotic vehicles enable high-resolution light pollution sampling of sea turtle nesting beaches.* Frontiers in Marine Science, 5: 493.

Witherington, B. E. 1992. *Behavioral responses of nesting sea turtles to artificial lighting.* Herpetological, 48(1): 31–39.

Witherington, B., Hirama, S., & Mosier, A. 2011. *Sea turtle responses to barriers on their nesting beach.* Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 401(1-2): 1-6.

Witzell, W. N. 1983. *Synopsis of Biological Data on the Hawksbill Turtle Eretmochelys imbricata.* FAO Fisheries Synopsis No. 137.

Wood, R. 1999. *Reef evolution*. Oxford University Press. Gran Bretaña.

Work, P. A., Sapp, A. L., Scott, D. W., & Dodd, M. G. 2010. *Influence of small vessel operation and propulsion system on loggerhead sea turtle injuries.* Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 393(1-2): 168-175.

WWF. 2006. *Mejores prácticas de pesca en arrecifes coralinos. Guía para la colecta de información que apoye el Manejo de Pesquerías Basado en Ecosistemas*. WWF México/Centroamérica. 81 pp.

Wyneken, J. 2004. *La Anatomía de las Tortugas Marinas*. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, pp. 4-7.

Zúñiga-Marroquín, T., y Espinosa de los Monteros, A. 2017. *Genetic characterization of the Critically Endangered hawksbill turtle (Eretmochelys imbricata) from the Mexican Pacific region*. Latin American journal of aquatic research. 45(3): 555-562.

VIII. Instituciones participantes en la actualización del PACE: Tortuga Carey (*Eretmochelys inbricata*)

Instituciones de Gobierno Federal

- Área de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel, CONANP
- Área de Protección de Flora y Fauna Islas de California (Espíritu Santo), CONANP
- Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, CONANP
- Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan, CONANP
- Campamento Tortuguero Cahuitán, CONANP
- Campamento Tortuguero Chenkan, CONANP
- Campamento Tortuguero Parque Nacional Tulum, CONANP
- Centro Mexicano de la Tortuga, CONANP
- Dirección General Análisis y Prioridades, CONABIO
- Dirección General de Ecología de Benito Juárez, Quintana Roo
- Dirección General de Inspección y Vigilancia de Vida Silvestre, Recursos Marinos y Ecosistemas Costeros, PROFEPA
- Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT
- Dirección Regional Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur, CONANP
- Especies Prioritarias para la Conservación, CONANP
- Parque Arrecife de Puerto Morelos, CONANP
- Parque Marino Nacional Zona Marina Archipiélago de Espíritu Santo, CONANP
- Parque Nacional Bahías de Huatulco, CONANP
- Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, CONANP
- Parque Nacional Isla Contoy, CONANP
- Parque Nacional Lagunas de Chacahua, CONANP
- Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, CONANP
- Región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur, CONANP
- Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, CONANP
- Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, CONANP
- Reserva de la Biosfera Ria Lagartos (Las Coloradas), CONANP
- Santuario Tierra Colorada, CONANP
- Vida Silvestre SEMARNAT, Yucatán

Instituciones de Gobierno Estatal

- Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo
- Secretaría de Desarrollo Sustentable, Gobierno del Estado de Yucatán
- Secretaría de Medio Ambiente Biodiversidad y Cambio Climático, Gobierno del Estado de Campeche

Academia y centros de educación

- Centro de Estudios Tecnológicos del Mar 17, Yucatán
- Grupo Sistemática, Ecología y Manejo de Recursos Acuáticos, Ecosur Chetumal
- IPN-CIIDIR SINALOA
- Laboratorio de Genética, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Mazatlán, UNAM
- Universidad Autónoma de Baja California Sur
- Universidad Autónoma del Carmen
- Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel
- Universidad del Papaloapan

Organizaciones de la Sociedad Civil

- Acuario de Veracruz, A.C.
- Campamento Chacahito/Grupo Tortuguero de la Laguna, Campeche
- Campamento Tortuguero Campamento el Cuyo, Campeche
- Comité de Playas Limpias Huatulco
- Comité Estatal de Tortugas Marinas de Quintana Roo
- Comité Estatal de Yucatán
- Eco Mayto A.C./Campamento Tortuguero Mayto
- Enlaces con tu Entorno A.C.
- Flora, Fauna y Cultura de México, A.C.
- Fundación Palace
- Grupo Gross
- Grupo Tortuguero de las Californias A.C.
- Kanan aak alche S.C.
- Laguna de Términos Delfines A. C.
- Mesa Guerrerense de la Tortuga Marina
- Pronatura Península de Yucatán A. C.
- Red Tortuguera - Grupo Tortuguero de las Californias
- Salvemos la Isla de Ixtapa A.C
- Santuario Playa Teopa/Careyes Foundation
- Terra, Conservación y Manejo S.C.
- Tortugranja, Isla Mujeres, Q.Roo
- Alianza WWF-Fundación TELMEX Telcel.
- Yuuntzil Kaax Naab AC

IX. Marco Legal

Además de las acciones directas de conservación de tortugas marinas, el Gobierno de México ha consolidado desde otra vertiente la recuperación de la Tortuga Carey a través del fortalecimiento del marco jurídico y normativo respecto a las tortugas marinas (Guzmán *et al*., 2008; Márquez-Millán y Peñaflores, 2016), mediante la publicación de diversas leyes, normas y acuerdos. Se presenta una serie de instrumentos que se han publicado y que han servido de marco en la actuación de la protección de la Tortuga Carey.

Documento	Resumen	Año de Publicación
Acuerdo Presidencial	Se fijan las disposiciones reglamentarias a las que se sujetarán la explotación de tortugas en aguas federales	1922
Decreto	Se estableció la veda total para la comercialización de huevos de tortuga marina de todas las especies y se crea el Programa de Protección y Conservación de las principales playas de anidación	1966
Decreto	Veda total para todas las especies, reservándose su uso exclusivamente para las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera	1971
Decreto	Se determinan 16 zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortugas marinas	1986
Decreto	Se establece la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), donde se establecen las bases para los ordenamientos ecológicos y la protección de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y la flora y fauna silvestre	1998
Acuerdo	Se establece veda total y permanente para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California	1990

Documento	Resumen	Año de Publicación
Convenio Internacional	México se adhiere a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)	1991
Acuerdo Presidencial	Se crea la Comisión Intersecretarial para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas integrada por la Secretaría de Marina, la Secretaría de Desarrollo Social y la Secretaría de Pesca, facultada para establecer programas en conjunto con diversas representaciones nacionales, así como con otros países dedicados a la protección de las tortugas marinas	1992
Integración	Comité Nacional para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas con carácter técnico consultivo de concertación y de apoyo en la investigación, protección, conservación y rescate de las tortugas marinas	1993
NOM-002-PESC-1993	Norma Oficial Mexicana NOM-002-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos	1993
Norma Oficial Mexicana	NOM-059-ECOL-1994 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección	1994
Decreto	Se reforma, adiciona y derogan diversas disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	1996
Norma Oficial Mexicana	NOM-EM-001-PESC-1996 para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de Océano Pacífico y Golfo de California	1996
Reglamento de la Ley de Pesca	Establece términos y condiciones para el desarrollo de investigaciones sobre las diversas poblaciones de tortugas marinas	1999

Documento	Resumen	Año de Publicación
Reglamento Interior de la SEMARNAT	Art. 29 de las atribuciones de la Dirección General de Biodiversidad y Vida Silvestre XVI.- Identificar las especies y poblaciones prioritarias de flora y fauna silvestre para su conservación	2000
Ley General de Vida Silvestre	Conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre	2000
Norma Oficial Mexicana NOM-0126-SEMARNAT-2000	En la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional	2001
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001	Establece protección ambiental, de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies en riesgo	2002
Código Penal Federal	Regula los delitos, el artículo 420. Se impondrá pena de uno a nueve años de prisión y por el equivalente de trescientos a tres mil días multa, a quien ilícitamente: Capture, dañe o prive de la vida a algún ejemplar de tortuga o mamífero marino, o recolecte o almacene de cualquier forma sus productos o subproductos	2002
Código Federal de Procedimientos Penales	194 32 Bis. Contra el ambiente en su comisión dolosa delito grave Art. 420, párrafo último. Se aplicará una pena adicional hasta de tres años más de prisión y hasta mil días multa adicionales, cuando las conductas descritas en el presente artículo se realicen en o afecten un Área Natural Protegida, o cuando se realicen con fines comerciales	2002

Documento	Resumen	Año de Publicación
Acuerdo	Acuerdo por el que se determinan como Áreas Naturales Protegidas, con la categoría de Santuario las zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortugas marinas, ubicadas en los estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán, identificadas en el Decreto publicado el 29 de octubre de 1986	2002
Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre	Reglamenta la Ley General de Vida Silvestre	2006
Ley General de Vida Silvestre	Adición del artículo 60 Bis 1. Ningún ejemplar de tortuga marina, cualquiera que sea la especie, podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, ya sea de subsistencia o comercial, incluyendo sus partes y derivados	2006
Norma Oficial Mexicana NOM-061-PESC-2006	Especificaciones técnicas de los DET utilizados por la flota de arrastre camaronera en aguas de jurisdicción federal	2007
Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable	Regula, fomenta y administra el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción	2007
Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006	Establece disposiciones para la pesca de tiburón con la eliminación del uso de redes de deriva, uso de anzuelos circulares y profundidad mínima de operación para mitigar la captura incidental de tortugas marinas y otras especies de organismos	2007
Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable	Tiene por objeto regular, fomentar y administrar el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción	2007

Documento	Resumen	Año de Publicación
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. Actualización de la publicación de 2002	2010
Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012	Establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación	2013
Acuerdo	Que adiciona párrafos a la especificación 6.3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación	2013
Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas	Establece los objetivos y las metas que se pretenden alcanzar en materia de conservación de los ecosistemas en nuestro país mediante la creación y manejo de Áreas Naturales Protegidas y de la consolidación del Sistema Nacional de ANP	2014
Norma Oficial Mexicana NOM-061-SAG-PESC/SEMARNAT-2016	Especificaciones técnicas de los excluidores de tortugas marinas utilizados por la flota de arrastre camaronera en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos	2016
NOM-059-SEMARNAT-2010 (Modificación del Anexo Normativo III)	Actualización del apéndice III de la NOM-059-SEMARNAT-2010. La especie se mantiene en la categoría En Peligro de Extinción (P)	2019

Cooperación Internacional

Como parte de las acciones para la recuperación y conservación de las tortugas marinas, México forma parte de diversos acuerdos internacionales tanto multilaterales como bilaterales. Se pueden citar:

- La Convención sobre el Comercio Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), en donde se enlista a la especie *Eretmochelys imbricata* dentro del Apéndice I
- La Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. (CIT, en inglés IAC)
- La Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT)
- El Comité Trilateral Canadá-México-Estados Unidos para la Conservación y Manejo de la Vida Silvestre y los Ecosistemas, a través de los proyectos impulsados por la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte
- Como parte de la cooperación bilateral se realiza la Reunión Binacional de Autoridades Pesqueras y el Memorando de Entendimiento MEXUS
- El Convenio sobre Diversidad Biológica
- La Convención Ramsar

INSTRUMENTOS INTERNACIONALES	AÑO DE FIRMA O RATIFICACIÓN
Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS), Montego Bay, 1982	1983
Convención Ramsar–Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional	1986
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES	1992
Memorándum de Entendimiento, Programa de Cooperación MexUs-Golfo, MexUs-Pacífico	1992
Convenio sobre Diversidad Biológica	1993
Código de conducta para la Pesca Responsable, FAO	1995
Memorándum de Entendimiento-Comité Trilateral-México-Estados Unidos de América-Canadá para la Conservación y Manejo de la Vida Silvestre y Ecosistemas	1996
Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas	1999

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Av. Ejército Nacional No. 223
Col. Anáhuac I Sección,
Demarcación territorial Miguel Hidalgo
C.P. 11320
CDMX
(55)54497000

www.gob.mx/conanp

Carlos Aguilera/Alianza WWF-Fundación TELMEX Telcel

GOBIERNO DE MÉXICO | MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES | CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS