



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

**Análisis de las Soluciones Costeras Basadas
en la Naturaleza (SbN) en el contexto del
riesgo climático en la Riviera Maya, Caribe
mexicano.**

Informe de servicio social

Que para obtener el título de:

BIÓLOGA

Presenta:

Daniela Becerra Rodríguez

Director de Informe de Servicio Social:

Dr. Norberto Alonso Colín García

ENES Mérida



MÉXICO, CDMX.

ENERO, 2024.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Análisis de las Soluciones Costeras Basadas en la Naturaleza (SbN) en el contexto riesgo climático en la Riviera Maya, Caribe mexicano.

Daniela Becerra Rodríguez




Análisis de las Soluciones Costeras Basadas en la Naturaleza (SbN) en el contexto riesgo climático en la Riviera Maya, Caribe mexicano.

Daniela Becerra Rodríguez



DEDICATORIA

*Para los que estuvieron conmigo desde el día uno, y para los que ya no están
No sería lo que soy sin ustedes FBT, FBR, CACU
y a las dos mitades de un todo A&J
GRACIAS.*

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'IHR' with a large loop on the 'I' and a long horizontal stroke extending from the 'R'.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente a la Fes Zaragoza y a la carrera de Biología, por haberme formado como profesional y todos los conocimientos y experiencias brindados.

Agradezco a la ENES Mérida y en específico al Dr. Norberto A. Colín García por su guía constante y apoyo para la elaboración de este trabajo, aprecio profundamente su paciencia y compromiso en cada paso del proceso.

Este trabajo se realizó gracias al compromiso de Grupo Iberostar para transformar uno de los sectores más productivos e importantes para la sociedad, el Turismo. A través de la iniciativa basada en la ciencia, el movimiento Wave of Change que, con sus buenas prácticas, busca transformar este sector a un Turismo Responsable. Es por eso que brindo mi más sincero agradecimiento por marcar la diferencia en mi educación, por su generosidad al compartir sus conocimientos y por brindarme las herramientas necesarias para concluir con éxito este informe.

A todo el equipo de Wave of Change por su profesionalismo y amabilidad, pero en especial deseo expresar mi más profunda gratitud a PhD. Camilo Cortés-Useche. Dicen que un profesor de calidad inspira confianza, estimula la imaginación y, sobre todo, fomenta el amor por aprender y alcanzar metas, y precisamente eso fue Camilo para mí, debo agradecerle por dedicar tiempo valioso no solo a mi formación, sino también por superar esos límites y e ir más allá brindándome tanto consejos, como palabras de aliento. A través de su ejemplo, he aprendido la importancia del esfuerzo, la dedicación y la persistencia en la búsqueda del conocimiento y de aquello que realmente me llena de satisfacción. Sin su guía este trabajo no habría sido posible.

Quiero hacer énfasis y extender un cordial y cariñoso agradecimiento a dos de los profesores que marcaron la pauta durante mi carrera, a la Dra. Ana María Soriano Martínez (UNAM, Fes Zaragoza) y al M. en C. Eliseo Cantellano de Rosas (UNAM, Fes Zaragoza) por su excelente liderazgo y sus oportunos comentarios en este proyecto. A la Mtra. Maricela Arteaga Mejía (UNAM, Fes Zaragoza) y al Dr. Faustino López Barrera (UNAM, Fes Zaragoza) que, con sus extensos conocimientos y liderazgo, aportaron excelentes correcciones y recomendaciones para que este trabajo no solo fuera bueno, sino excelente, muchas gracias.

No olvidar a las personas que siempre estuvieron presentes durante todo mi proceso de formación, fue grato encontrar en el camino personas que comparten los mismos gustos, el amor por la ciencia, la naturaleza y el conocimiento. Gracias Erick Isaí Juárez Marrón por estar siempre presente, por compartir una de las más grandes aventuras y su amistad inigualable, de igual forma agradezco a Fernando Hazael Palacios Carranza por su acompañamiento continuo en todas las adversidades, el apoyo y su valiosa amistad.

Infinitas gracias a la Naturaleza por sus inigualables ecosistemas y todas las especies de flora y fauna que alberga en ellos, agradezco por el sustento la protección y las increíbles experiencias vividas, con este trabajo afirmé una vez más mi dedicación para cuidar, proteger y seguir esforzándome siempre por un cambio y en mi camino alcanzar la resiliencia.

ÍNDICE

1	RESUMEN	1
2	INTRODUCCIÓN.....	2
3	MARCO TEÓRICO	5
3.1	Contexto actual del cambio climático en el Caribe mexicano	5
3.2	Ecosistemas marinos y costeros de playa Paraíso.....	6
3.2.1	Manglar (MA).....	7
3.2.2	Duna costera (DC)	9
3.2.3	Arrecife de coral (AC)	10
3.3	Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)	11
4	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
5	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	14
6	OBJETIVO GENERAL	14
6.1	Objetivos específicos.....	14
7	MATERIALES Y MÉTODO.....	15
7.1	Área de estudio.....	15
7.2	Restauración y conservación de los ecosistemas marinos y costeros.	17
7.3	Identificación de las SbN para la reducción del riesgo climático	19
7.3.1	Manglar	19
7.3.2	Duna costera.....	21
7.3.3	Arrecife de coral	23
7.4	Descripción del método de evaluación de las SbN	24
7.5	Criterios de autoevaluación.....	26
7.5.1	Desafío social.....	27
7.5.2	Dimensión a escala	28
7.5.3	Ganancia Neta de biodiversidad	29
7.5.4	Viabilidad económica	30
7.5.5	Equilibrio de beneficios	31
7.5.6	Gestión adaptativa.....	32
7.5.7	Integración y sostenibilidad	33
8	RESULTADOS	34
8.1	Variabilidad temporal de los huracanes durante dos décadas de exposición	34
8.2	Identificación de la vulnerabilidad de los ecosistemas marinos y costeros	36

8.2.1	Manglar (MA).....	36
8.2.2	Duna costera (DC)	39
8.2.3	Arrecifes de coral (AC).....	41
8.3	Acciones de restauración y conservación en los ecosistemas marinos y costeros	43
8.4	Evaluación del desempeño de las SbN.....	46
9	DISCUSIÓN.....	48
10	CONCLUSIONES	50
11	REFERENCIAS.....	52
12	ANEXO (1).....	59
12.1	Protocolo de Buenas Prácticas para el manejo del Manglar desde el sector turismo. 59	
12.2	Protocolo de Buenas Prácticas para el manejo de la Duna Costera desde el sector turismo.....	60
12.3	Protocolo de Contingencia. Respuesta oportuna al impacto de tormentas y huracanes a los arrecifes coralinos.	61
12.4	Manual de Protocolos de monitoreo de arrecifes coralinos y monitoreo de técnicas de restauración coralina.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Marco conceptual de las soluciones basadas en ecosistemas marinos y costeros en el contexto de los desafíos sociales.....	4
Figura 2	Marco conceptual que ilustra la conectividad entre los ecosistemas marinos y costeros en el Caribe mexicano.....	7
Figura 3	a) mangle colorado (<i>Rhizophora mangle</i>), b) mangle prieto (<i>Avicennia germinans</i>), c) mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>) c) botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>).....	8
Figura 4	Pasos para la restauración activa de los bosques de manglar	9
Figura 5	Acumulación y retención de arena de las DC	10
Figura 6	Desafíos sociales: mitigación y adaptación al cambio climático, reducción del riesgo de desastres, desarrollo económico y social, salud humana, seguridad alimentaria, seguridad del agua, degradación ambiental y pérdida de biodiversidad	12
Figura 7	Marco conceptual de la metodología usada.....	15
Figura 8	Mapa de ubicación de la zona de estudio proyección cartográfica de la zona de estudio.....	16
Figura 9	a) señalética para ubicar los sitios prioritarios de control y vigilancia del manglar, b) cercas de separación para evitar el ingreso de personal no autorizado, en el área de estudio de Iberostar playa Paraíso	20
Figura 10	a) señalética para ubicar los sitios prioritarios de control y vigilancia de la duna costera, b) preparación de la reforestación, c) zona de trasplante de puntas de <i>Ipomoea pescaprae</i> , en el área de estudio de Iberostar playa Paraíso	21
Figura 11	Pasos para la siembra y monitoreo de la duna costera	22
Figura 12	Estructuras de vivero de coral, a) plataforma, b) domo, c) árbol, d) araña, para estabilizar fragmentos de oportunidad y especies en peligro de extinción.	23
Figura 13	Pasos para la restauración activa de los arrecifes de coral	24
Figura 14	Sistema de Semáforo para la autoevaluación de las SbN.....	26
Figura 15	Línea del tiempo de los huracanes que impactaron las costas de Quintana Roo en los últimos 20 años.....	35

Figura 16	Especies de manglar registradas en la zona de estudio, a) mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> , b) mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> , c) mangle botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>).....	37
Figura 17	Cambio de cobertura de manglar en la zona de estudio (ha), a) distribución de los manglares 1970, b) distribución de los manglares 2023.....	38
Figura 18	Distribución de las plantas de duna costera y cobertura (ha), en el año 2023.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Definición de los conceptos de conservación y restauración	17
Tabla 2	Criterios del Estándar Global de la UICN para SbN.	25
Tabla 3	Especies de plantas de duna costera registradas en la zona de estudio.....	39
Tabla 4	Especies de corales escleractíneos presentes en el área de estudio de playa Paraíso	41
Tabla 5	Acciones de restauración y conservación en los ecosistemas de manglar (MA), duna costera (DC) y arrecife de coral (AC).....	44
Tabla 6.	Evaluación del desempeño de las SbN	46

1 RESUMEN

En este informe se analizaron las acciones de restauración y conservación de manglares, dunas costeras y arrecifes de coral realizados dentro del movimiento Wave of Change en el complejo de 5 hoteles Iberostar playa Paraíso, municipio de Solidaridad en el estado de Quintana Roo. Estas acciones se realizaron bajo el enfoque de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) con el propósito de fundamentar la aplicación de turismo sostenible, teniendo en cuenta el contexto del cambio climático.

Se evaluaron los eventos climáticos extremos que afectaron las costas del Caribe Mexicano en el periodo 2000-2020, entre los principales hallazgos se destaca un aumento en la frecuencia e intensidad de estos eventos climatológicos, como el huracán Wilma (2005) con la mayor intensidad registrada para las costas mexicanas, así como Dean (2007) y Lorenzo (2019) que alcanzaron la categoría V en la escala de Saffir-Simpson. Los ecosistemas marinos y costeros del área de estudio han sido vulnerables no solo al cambio climático, sino también al cambio de uso de suelo, para el año de 1970 se tenía una cobertura de manglar de aproximadamente 54 ha, sin embargo, el crecimiento exponencial de las actividades turísticas, redujeron la cobertura de manglar significativamente, para el año 2023 se registró que sólo quedaban alrededor de 8 ha, lo que se traduce en una pérdida de cobertura de hasta un 99%.

El análisis de la implementación de las SbN para la reducción del riesgo costero, implementó acciones de conservación para el ecosistema de manglar de la mediante mecanismos de control, vigilancia, mantenimiento y limpieza de sitios prioritarios para promover la germinación y crecimiento de semillas, propágulos y juveniles. Los eventos climatológicos que abatieron con más fuerza las costas de playa Paraíso fueron el huracán Delta en 2020, revelando que en la zona del hotel “Lindo Maya” donde existe una gran barrera natural de manglares y duna costera resultó menos afectada que la zona del hotel de mayor lujo “Grand Paraíso” que presentó daños en la infraestructura expuesta y que generó pérdidas significativas estimadas en millones de dólares.

En el caso de las dunas costeras destacan las acciones de restauración activa a través de la producción y reforestación de 4000 plantas de duna costera (rastreras, arbustivas y herbáceas). Además, para los arrecifes de coral se pusieron en marcha acciones enfocadas en la restauración funcional, incorporando dos viveros de coral multiespecies en diferentes estructuras, mediante la identificación de especies e individuos mejor adaptados al cambio climático, así como especies en peligro de extinción (*Acropora cervicornis*, *Acropora palmata*, *Madracis decactis*, *Orbicella annularis*, *Orbicella faveolata*). Posteriormente estos fragmentos coralinos fueron trasplantados en el arrecife.

Se realizó una autoevaluación de la implementación de las acciones de restauración y conservación en los ecosistemas costeros con base en el estándar global de la UICN (2020), el cual define ocho criterios. De acuerdo al estándar, el desempeño de las acciones en la autoevaluación resultó para el criterio uno (Desafíos Sociales) y ocho (Integración y Sostenibilidad), con una calificación sólida, para los criterios dos (Dimensión a escala), tres (Ganancia neta de Biodiversidad), cuatro (Viabilidad Económica), seis (Equilibrio de beneficios) y siete (Gestión adaptativa) con una calificación adecuada, por lo cual se sugiere trabajar en los indicadores cuya calificación fue “Adecuada” para mejorar la eficacia de la SbN en el contexto del riesgo climático. De acuerdo con los datos evaluados, se recomienda fortalecer los procesos de gobernanza inclusiva, para poder agregar el criterio 5 a la autoevaluación. Se concluye que, los criterios cuya calificación fue adecuada, requieren aumentar las acciones de restauración y conservación de los ecosistemas marinos y costeros de forma eficaz para que puedan alcanzar una evaluación sólida.



2 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los impactos del cambio climático se han evidenciado cada vez más en todas las zonas costeras del mundo (Cooley et al., 2022, p.410), sumado a la degradación ambiental, está provocando graves pérdidas y desigualdad social (Magnan et al., 2021, p.879). Internacionalmente se reconoce que de no abordar las actividades que causan el calentamiento global, los efectos negativos implicarán significativamente en los entornos urbanos de zonas costeras, incluido el aumento del nivel del mar, cambios en la línea de costa e incremento de los desastres naturales (Anthoff et al., 2010. p.322). Esto conlleva al declive de bienes y servicios por parte de los ecosistemas.

La exposición de las costas a eventos climáticos extremos, la urbanización y la explotación de los recursos, combinada con la falta de regulación, ha desencadenado una pérdida de los ecosistemas marinos y costeros, generando zonas costeras desprotegidas y más vulnerables (WEF, 2020, p.18., Nguyen et al., 2022, p.2). Es importante destacar que los impactos se reflejan no solo en la pérdida de servicios ecosistémicos sino también en daños en la infraestructura costera de las sociedades y sectores productivos como el turismo (Guannel, 2016, p.2).

Estos escenarios apuntan a la necesidad de poner en marcha estrategias alternativas de adaptación costera a largo plazo que vayan más allá de las soluciones de ingeniería tradicionales. Si el objetivo de la gestión costera es reducir el riesgo, entonces se debe considerar una escala mucho más amplia de métodos de reducción de riesgos, más allá de solo considerar escenarios estructurales. En este contexto, el papel de los ecosistemas costeros en la protección costera natural debe evaluarse e implementarse más intensivamente (McIvor et al., 2015, p.2).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha propuesto estrategias sustentables e innovadoras que ayuden a proteger, gestionar y restaurar el medio ambiente, ofreciendo simultáneamente beneficios para la sociedad (UICN, 2021a, p.1). Este enfoque actualmente es conocido como Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) (UNDRR, 2021, p.13), las cuales son definidas por la UICN como “acciones dirigidas a proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible ecosistemas naturales o modificados, que hacen frente a retos de la sociedad de forma efectiva y adaptable, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios de la biodiversidad” (Alcántara et al., 2021, p.15). Las (SbN) como la conservación y restauración de manglares, dunas costeras y arrecifes de coral pueden ayudar a



reducir el riesgo costero, mitigando los impactos de la energía de los fenómenos naturales, reduciendo la erosión e inundaciones (UICN, 2016, p.7). Los manglares y dunas son considerados líneas de defensa en tierra, mientras que los arrecifes de coral han demostrado reducir la energía del oleaje significativamente (97%) (Ferrario et al., 2014, p.2., TNC, 2021, p7).

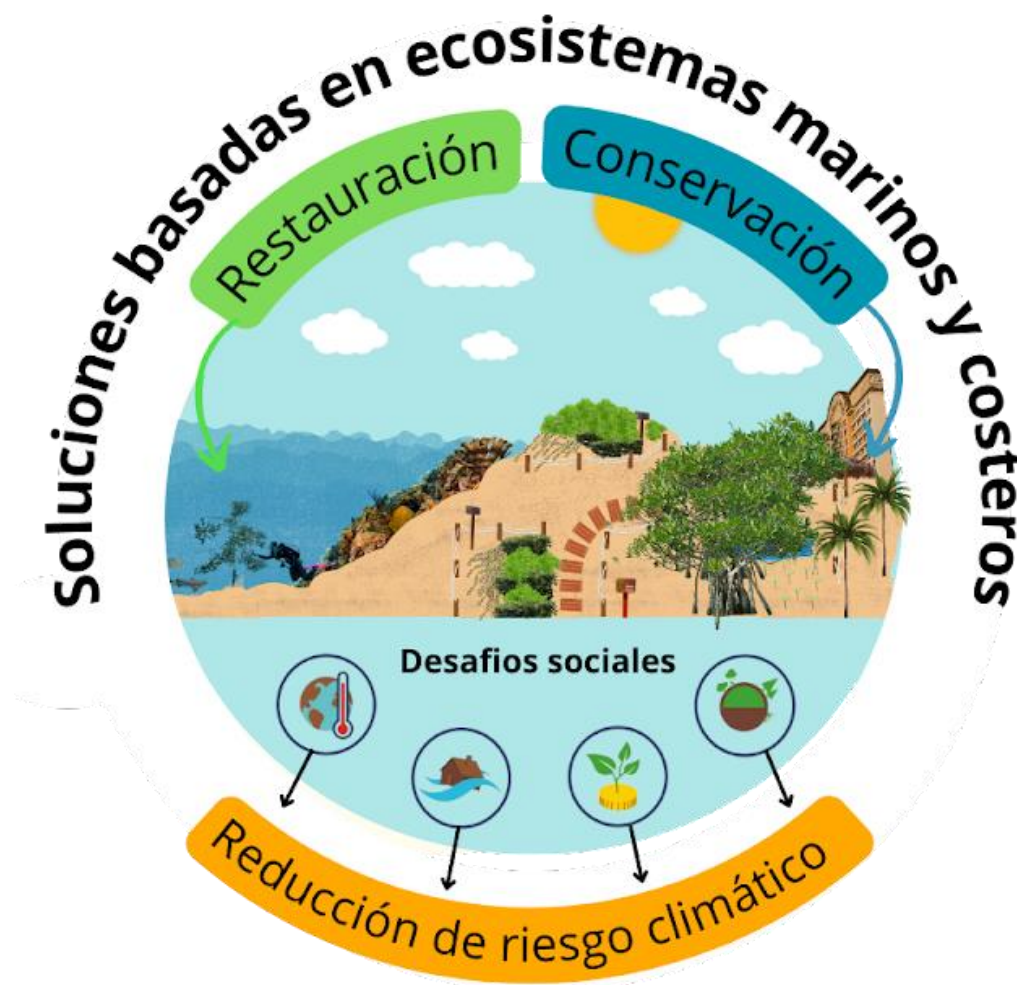
La colaboración multisectorial para la conservación de la naturaleza, entre los actores claves, comunidades locales y los sectores productivos es fundamental para el éxito de las acciones. Tanto gobiernos como sectores productivos reconocen que las SbN son una estrategia adecuada y necesaria para la mitigación de los impactos del clima. (UICN, 2021b, p.3). En la actualidad estas soluciones han sido ampliamente utilizadas como herramientas de acción (UICN, 2020, p.5). Sin embargo, Gann et al., (2019) señalan que muchos proyectos y programas para abordar el riesgo del clima han tenido un rendimiento insuficiente. Uno de los principales desafíos en el éxito de las acciones ha sido medir su alcance, eficacia y asegurar resultados en su aplicación (p. s6).

La UICN creó un Estándar Global para soluciones basadas en la naturaleza, cuyo objetivo es permitir una mayor aceptación, mejorar el diseño, la ejecución y a su vez proporcione pruebas sobre la manera correcta de abordar los cambios ambientales y sociales en el tiempo y contribuir a mejorar el desarrollo de políticas. En este trabajo el enfoque fue analizar las acciones de restauración y conservación de los ecosistemas marinos y costeros por parte del sector turismo, en el contexto del riesgo climático en una región vulnerable a los impactos de las tormentas y huracanes, como la Riviera Maya en el Caribe mexicano (Figura 1).



Figura 1

Marco conceptual de las soluciones basadas en ecosistemas marinos y costeros en el contexto de los desafíos sociales (Elaboración propia).



Nota. En esta figura se contextualizan los desafíos sociales que mejor se adaptan a las SbN en ecosistemas marinos y costas; a) Mitigación y adaptación al cambio climático, b) Reducción del riesgo de desastres, c) Desarrollo económico y social, d) Degradación ambiental y pérdida de biodiversidad.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Contexto actual del cambio climático en el Caribe mexicano

El Caribe mexicano se enfrenta a varios fenómenos naturales de distintos orígenes, ya que se sitúa en una región donde ocurren con frecuencia tormentas y huracanes tropicales. Estos eventos han mostrado un aumento desde la década de 1970, lo que se atribuye al impacto del Cambio Climático Global. Este cambio climático representa una rápida alteración en las condiciones climáticas, la cual se relaciona directa o indirectamente con las actividades humanas desarrolladas en los últimos años (Cooley et al., 2022, p.456). La alteración adicional contribuye a la variabilidad inherente del clima, lo cual resulta en un peligro cada vez mayor para los ecosistemas, su diversidad biológica y las poblaciones que viven y están ligadas a ellos (CONANP-PNUD, 2019, p.32).

En el mar Caribe los huracanes son un factor de riesgo a considerar en función de la temperatura, de modo que un incremento en la temperatura media regional conduciría a un incremento en la temperatura de la superficie del océano (Spencer et al., 2022, p.2). Al calentarse las aguas oceánicas y almacenar ese calor por más tiempo, se espera que los eventos climáticos se activen precipitadamente, y que la temporada de huracanes incremente en tiempo (Sobel et al., 2016, p.2).

El 80% de la población de Quintana Roo se concentra a menos de seis metros sobre el nivel del mar lo que la coloca en una condición vulnerable ante fenómenos climáticos como: erosión de playa, aumento de nivel del mar, vientos intensos, tormentas y huracanes (Silva et al., 2014, p.8), lo que representan una amenaza para la sostenibilidad de las comunidades costeras de la región, aumentando la vulnerabilidad climática lo que da lugar a pérdida de bienes y servicios ecosistémicos, causa problemas socioecológicos, entre los que destacan las pérdidas económicas provenientes de la industria del sector turismo (Nguyen et al., 2022, p.10). La vulnerabilidad climática se refiere a las variaciones del clima en todas las escalas temporales y espaciales más allá de fenómenos meteorológicos determinados (CONANP-PNUD, 2019, p.139). La diversidad en los resultados puede surgir debido a los procesos naturales dentro del sistema climático (llamada diversidad interna) o por los cambios en las fuerzas externas, ya sean naturales o causadas por la actividad humana (diversidad externa) (IPCC, 2013, p.202).



3.2 Ecosistemas marinos y costeros de playa Paraíso

Los ecosistemas marinos y costeros en zonas tropicales están interconectados, van desde los arrecifes de coral, las praderas de pastos marinos, hasta las dunas costeras y los bosques de mangle (Figura 2) (Arias et al., 2016, p.3). Constituyen uno de los paisajes marinos más importantes, abarcando flujos espaciales de energía, diversidad de organismos y generación de servicios ambientales (Loreau et al., 2003, p.674). Los ecosistemas marinos, son considerados claves en la estabilización y protección de las costas, producto de la reducción de la energía del oleaje y el viento, reduciendo los daños ocasionados por fenómenos naturales como las tormentas y huracanes (Gillis, 2014, p.290). La geomorfología de la zona costera y la salud de los ecosistemas, se refleja en la prevención de la erosión costera, mediante la estabilización de sedimentos y amortiguación del paisaje marino (Verón, 2000). Además de la protección que brindan, ofrece ingresos económicos para el 40% de la población mundial que vive y se desarrolla en entornos urbanos costeros (Guannel, 2016, p.2).

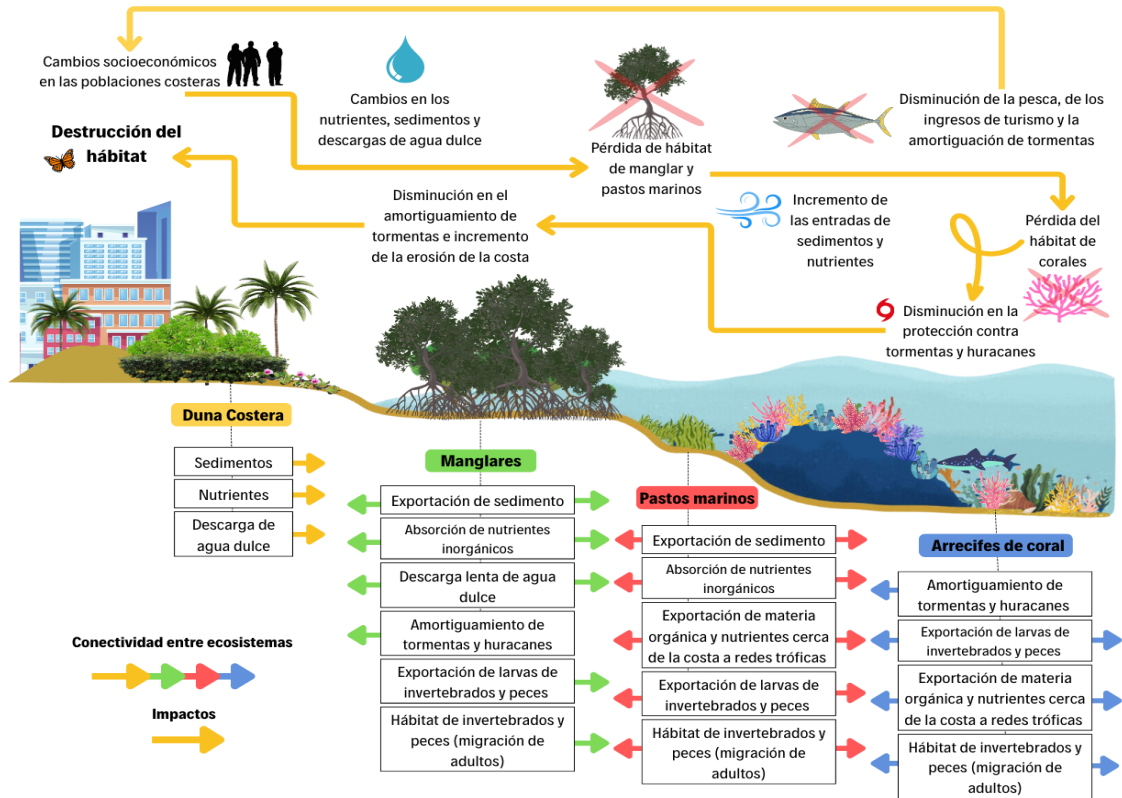
En las últimas dos décadas (2000-2020) playa Paraíso ha estado bajo un rápido desarrollo costero, con un incremento de las actividades turísticas, de infraestructura energética y vial, así como un crecimiento exponencial de la población (Rioja y Álvarez, 2018, p.2). En este sentido, la incorporación de SbN que utilizan a los ecosistemas marinos y costeros han demostrado reducir los daños causados por las inundaciones y la energía del oleaje (Beck et al., 2018, p.2., Menéndez et al., 2020, p.4), así como los niveles de riesgo y vulnerabilidad (Román et al., 2022, p.2).

En este trabajo se utilizaron los ecosistemas marinos y costeros de playa Paraíso en el Caribe mexicano con presencia de diferentes hábitats, así como ecosistemas marinos y costeros claves para la implementación y evaluación de las SbN en el contexto de la reducción de riesgo y el rol del sector turismo como actor clave.



Figura 2

Marco conceptual que ilustra la conectividad entre los ecosistemas marinos y costeros en el Caribe mexicano. Elaboración propia con datos tomados de Arias et al., (2016, p.8).



3.2.1 Manglar (MA)

En México, se encuentran extensiones de manglares que abarcan 775,555 hectáreas, representando el 5.1% del área total de manglares pastos en el mundo. Estos bosques comprenden alrededor de 52 especies de árboles de mangle que pertenecen a 28 géneros y 20 familias diferentes. Las especies más prevalentes en México incluyen el mangle colorado (*Rhizophora mangle*), mangle prieto (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*) (Rodríguez et al., 2013, p.12). Sin embargo, en el área de estudio solamente se han identificado tres especies: mangle rojo, blanco y botoncillo (Figura 3).

Al Caribe mexicano le pertenece el 55% (423,751 ha) de la extensión de manglares en México, todas estas especies se encuentran protegidas por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y están catalogadas como amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esto indica que estas especies corren el riesgo de extinguirse a corto o mediano plazo si persisten los factores desfavorables que afectan su hábitat y que

provocan alteraciones y daños en su entorno, así como una disminución directa en la cantidad de individuos dentro de sus poblaciones (Rodríguez et al., 2013, p.13). También, a lo largo de las áreas costeras, es posible distinguir tres categorías principales de sistemas de manglares: los de cuenca baja, los de franja y los de salitral (CONABIO, 2019, p.11).

Los manglares a su vez, también ofrecen otros servicios al actuar como protector de las comunidades costeras durante fenómenos climáticos adversos, como huracanes y ciclones, disminuyendo la severidad de sus impactos. Estas áreas funcionan como zonas de amortiguación al absorber aproximadamente el 70-90% de la fuerza de las olas, según su salud ecológica, ayudando así a las comunidades locales a adaptarse a diversos desafíos vinculados al cambio climático global. La ausencia de vegetación en los manglares aumentaría la gravedad de los daños ocasionados por estos eventos climáticos (Sol et al., 2022, p.2010).

Figura 3

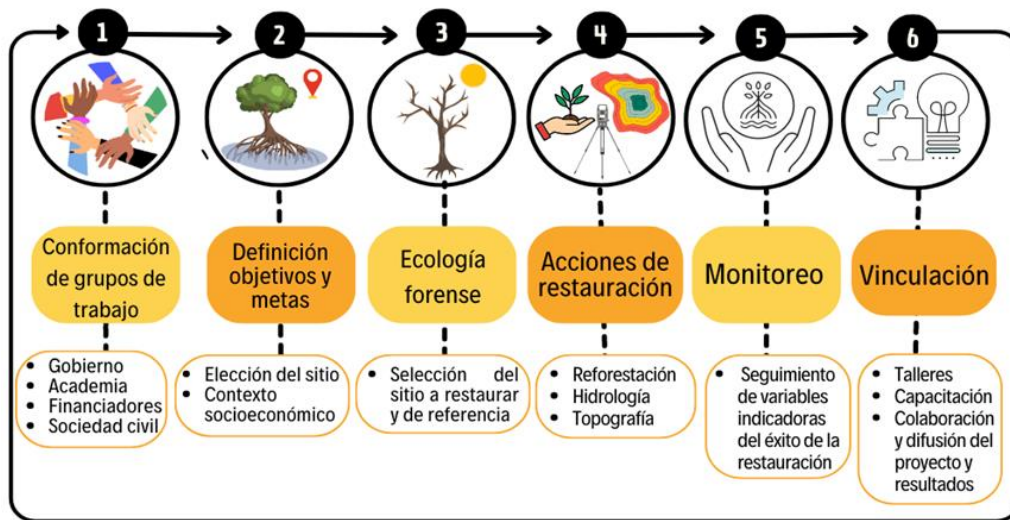
a) mangle colorado (*Rhizophora mangle*), b) mangle prieto (*Avicennia germinans*), c) mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) c) botoncillo (*Conocarpus erectus*) (CONABIO, 2023).



Para la restauración activa de los ecosistemas de manglar en un futuro se recomienda que se puede utilizar los siguientes pasos; 1) conformación de grupos de trabajo donde se incluya personal de gobierno, la academia, financiadores y la sociedad civil, 2) definir los objetivos y metas de la restauración, se hace la elección del sitio y se aclara el contexto socioeconómico, 3) la ecología forense se refiere a medir el estado de condición en el que se encuentre el sitio a restaurar y otro sitio que servirá de referencia, 4) acciones de restauración, se realiza la reforestación de árboles de mangle, se abren canales para que llegue agua a toda la zona y se realiza la topografía del sitio, 5) monitorear la restauración con el seguimiento de variables indicadoras del éxito, 6) vinculación, se convoca a talleres, capacitaciones, colaboración y difusión del proyecto y de sus resultados (Figura 4).

Figura 4

Pasos para la restauración activa de los bosques de manglar (Elaboración propia).



3.2.2 *Duna costera (DC)*

Las dunas costeras actúan como depósitos de sedimentos, ya que reciben, aportan y retienen arena, siendo crucial para la flexibilidad y resistencia del ecosistema en gran medida (SEMARNAT, 2013, p.25). Las DC se forman a partir de la acumulación de arena movida por la fuerza del viento. Sus características, tales como su forma, tamaño y dirección, son únicas en cada área y dependen de factores, como la vegetación, la dimensión y peso de los granos de arena, la intensidad y la dirección de los vientos predominantes (Figura 5) (Mendoza et al., 2022, p.19).

Se calcula que en México hay alrededor de 800,000 hectáreas de dunas costeras, lo que representa aproximadamente el 1% del territorio nacional, distribuidas en aproximadamente el 80% de la extensión del litoral mexicano (Jiménez et al., 2015, p.487) de los cuales casi 205 km lineales se encuentran entre el golfo de México y el Mar Caribe (Torres et al., 2010, p.38).

La vegetación presente en las dunas costeras es conocida como halófito debido a su desarrollo en suelos con altos niveles de sales solubles. Estas plantas se establecen a lo largo de la línea costera y se originan a partir de la acumulación de granos de arena, que provienen de la erosión de arrecifes de coral, así como de conchas de ciertos moluscos (Torres et al., 2010, p.38., Espejes et al., 2017, p.40). En México, esta vegetación se encuentra diferenciada en cinco regiones florísticas: Pacífico Norte, Golfo de California, Pacífico Sur, Golfo de México y Mar Caribe. Los estados que poseen una mayor cantidad de especies de plantas de este tipo de

vegetación son Veracruz, Baja California Sur, Sonora y Quintana Roo (CONABIO, 2023). Al estado de Quintana Roo le pertenece una longitud litoral de dunas costeras de 12, 278 ha. (Mendoza et al. 2022. p. 20)

Los grandes y medianos desarrollos turísticos, así como los hoteles, residencias vacacionales y las rutas de transporte, ocupan ampliamente las dunas costeras en Quintana Roo. Se estima que esta zona costera de México ha perdido una notable cantidad de vegetación en sus dunas costeras, además Quintana Roo se encuentra en una de las áreas más impactadas por tormentas tropicales y huracanes, los cuales pueden alterar el tamaño de las playas, crear bancos de arena y, ocasionalmente, cambiar los accesos entre el mar y los humedales al abrir o cerrar bocas de tormenta. Esta situación hace que la costa del estado sea altamente vulnerable (Mendoza et al. 2022. p. 32).

Figura 5

Acumulación y retención de arena de las DC (Mendoza et al., 2022, p.19).



3.2.3 Arrecife de coral (AC)

Los arrecifes de coral son ecosistemas marinos excepcionalmente diversos en biodiversidad a nivel global (Cortés-Useche et al., 2019, p.1). Estos sistemas proveen servicios esenciales para el bienestar humano, como la protección costera, la creación de hábitats vitales para especies comerciales y la generación de sedimentos. Estos beneficios están asociados con la capacidad de los corales escleractíneos para formar estructuras tridimensionales mediante la acumulación de carbonato de calcio, que pueden ser de tipo coralino, rocoso, mixto o artificial. Además, los arrecifes están estrechamente relacionados con otros ecosistemas, ya que estas grandes estructuras de coral y roca alteran la dirección y velocidad de las corrientes marinas,

lo que contribuye al establecimiento de otros ecosistemas costeros como los manglares y los pastos marinos (Estrada, 2022, p.1).

Los arrecifes del Caribe están gravemente degradados y muestran claros signos de mortalidad y enfermedades, incluida la pérdida de cubierta coralina en más de un 80% desde el año de 1970 (Cortés-Useche et al., 2019, p.1). Este declive se ha producido a un ritmo anual que oscila entre el 1% y el 2%, sin tener en cuenta los efectos adicionales del cambio climático, los cuales se ven agravados por presiones antropogénicas. Es evidente que, a pesar de la extraordinaria diversidad de especies que albergan, los arrecifes de coral están desprotegidos, experimentan una gran degradación y enfrentan diversas amenazas continuas y predecibles (Rinkevich, 2014, p.28).

Los huracanes y tormentas tropicales constituyen las perturbaciones naturales con mayor grado de impacto sobre los arrecifes del área de estudio. Como se describió anteriormente, la magnitud y frecuencia durante las últimas décadas de estos eventos ha dejado graves consecuencias en la composición y funcionamiento de las comunidades coralinas (Álvarez et al., 2009, p.295). Además, de factores de estrés local que resultan en la pérdida masiva de la biodiversidad, disminución en la abundancia de los organismos y cambios en las redes tróficas y estructura de hábitat (Gardner et al., 2003, p.3., Pandolfi et al., 2003, p.2).

Existen especies de gran importancia llamadas constructoras de arrecifes, como *Acropora* y *Orbicella*, que también se han reducido drásticamente, por lo que se encuentran catalogadas por la UICN como especies en peligro crítico (Cortés-Useche et al., 2019, p.1) y en México están protegidas por la LEGEEPA dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que enlista especies de flora y fauna en alguna condición de riesgo (SEMARNAT, 2022).

3.3 Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)

Actualmente la UICN define a las SbN como acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar los ecosistemas naturales y modificados que abordan los desafíos de la sociedad de manera efectiva y adaptativa, beneficiando simultáneamente a las personas y la naturaleza (UICN, 2020, p.1). La considerable importancia de la naturaleza y su capacidad para brindar servicios ecosistémicos que benefician el bienestar humano es ampliamente reconocida a nivel global. Por esta razón, el aprovechamiento de la capacidad de la naturaleza se ha vuelto una ruta crucial para enfrentar los desafíos sociales. Conservar o restaurar la naturaleza de manera integral y sostenible contribuirá a apoyar tanto la biodiversidad como el



bienestar humano, garantizando la continuidad en la provisión de servicios ecosistémicos (Sánchez, 2019, p.98). Como parte de esto, las SbN se han convertido en un marco de sostenibilidad destacando al frente de los diálogos de políticas sobre cómo se usa y cuida el medio ambiente y por qué. Esto refleja una expansión en el enfoque de la conservación de la naturaleza por su bien y el valor para las personas (O'Leary et al., 2023, p.3).

Para que una acción sea reconocida como SbN, debe abordar de manera integral uno o varios problemas sociales. En la actualidad, la UICN señala siete desafíos sociales que abarcan desde la 1) mitigación y adaptación al cambio climático, 2) reducción del riesgo de desastres naturales, 3) desarrollo económico y social, 4) salud humana, 5) seguridad alimentaria, 6) seguridad del agua, 7) degradación ambiental y pérdida de biodiversidad. hasta la promoción de la salud humana y el fomento del desarrollo socioeconómico (Figura 6). Al enfrentar el desafío social asociado con la degradación de los ecosistemas, es esencial considerar al menos otro reto social al idear la solución, para diferenciar la intervención de la SbN de una acción enfocada únicamente en la conservación (UICN, 2020, p.4).

Figura 6

Desafíos sociales: mitigación y adaptación al cambio climático, reducción del riesgo de desastres, desarrollo económico y social, salud humana, seguridad alimentaria, seguridad del agua, degradación ambiental y pérdida de biodiversidad (Elaboración propia).



4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ante la problemática derivada del cambio climático se han establecido diversos programas, políticas y acciones en diferentes niveles y sectores tanto globales como nacionales y locales por gobiernos o sectores de la economía. Destaca el sector del turismo particularmente en zonas de gran valor ecológico como es el Caribe mexicano. En esta zona y particularmente en el municipio de Solidaridad existen diversos problemas derivados del cambio de uso de suelo, la urbanización y la construcción de un polo turístico. Ante los fenómenos extremos derivados del cambio climático se incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas naturales y pone en riesgo a las actividades económicas y a la población misma.

Ante lo anterior, diferentes empresas han establecido acciones diversas para contribuir al mantenimiento de los servicios ecosistémicos con acciones de restauración y conservación. Sin embargo, es necesario realizar una evaluación sistemática basada en principios ecológicos y en estrategias de manejo sustentable. Particularmente las SbN han encontrado apoyo en algunas instituciones internacionales como la UICN para formalizar el establecimiento y evaluación de dichas soluciones ante el cambio climático.

De manera particular el movimiento WoC del Grupo Iberostar en playa Paraíso han desarrollado acciones específicas de conservación de manglar y de restauración de duna costera y arrecifes de coral, sin embargo, es necesario valorar la adecuación de los lineamientos del estándar global de la UICN en la caracterización de dichas acciones.



5 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Las acciones de restauración y conservación en el manglar, dunas costeras y arrecife de coral corresponden a acciones de SbN de acuerdo con el estándar de la UICN?
- ¿Cómo se pueden medir las acciones realizadas en la zona ante eventos climatológicos extremos como tormentas y huracanes?
- ¿Cuál es el rol de los ecosistemas marinos y costeros en la reducción del riesgo climático ante eventos climatológicos extremos como lo son tormentas y huracanes?

6 OBJETIVO GENERAL

- Analizar las SbN con el establecimiento de acciones de restauración y conservación realizadas en playa Paraíso para reducir el riesgo y la vulnerabilidad ante los eventos climatológicos extremos por el cambio climático.

6.1 Objetivos específicos

- Identificar los eventos climáticos extremos en el área de la Riviera Maya, Caribe mexicano, durante las últimas dos décadas de exposición.
- Evaluar el estado de la condición y vulnerabilidad de los ecosistemas marinos y costeros del área de estudio.
- Valorar las SbN implementadas para la reducción del riesgo costero por parte del sector turístico en el complejo de hoteles de Iberostar playa Paraíso.
- Evaluar el desempeño de las acciones de conservación y restauración de los ecosistemas marinos y costeros para la reducción del riesgo climático.



7 MATERIALES Y MÉTODO

En este informe se abordó el marco conceptual para describir los siguientes pasos: 1) selección y descripción de la zona de estudio, 2) definir los conceptos de restauración y conservación de los ecosistemas marinos y costeros, 3) identificar las SbN en los ecosistemas: manglar, duna costera y arrecife de coral, 4) evaluar las SbN en el estándar global de la UICN (Figura 7).

Figura 7

Marco conceptual de la metodología usada (Elaboración propia).



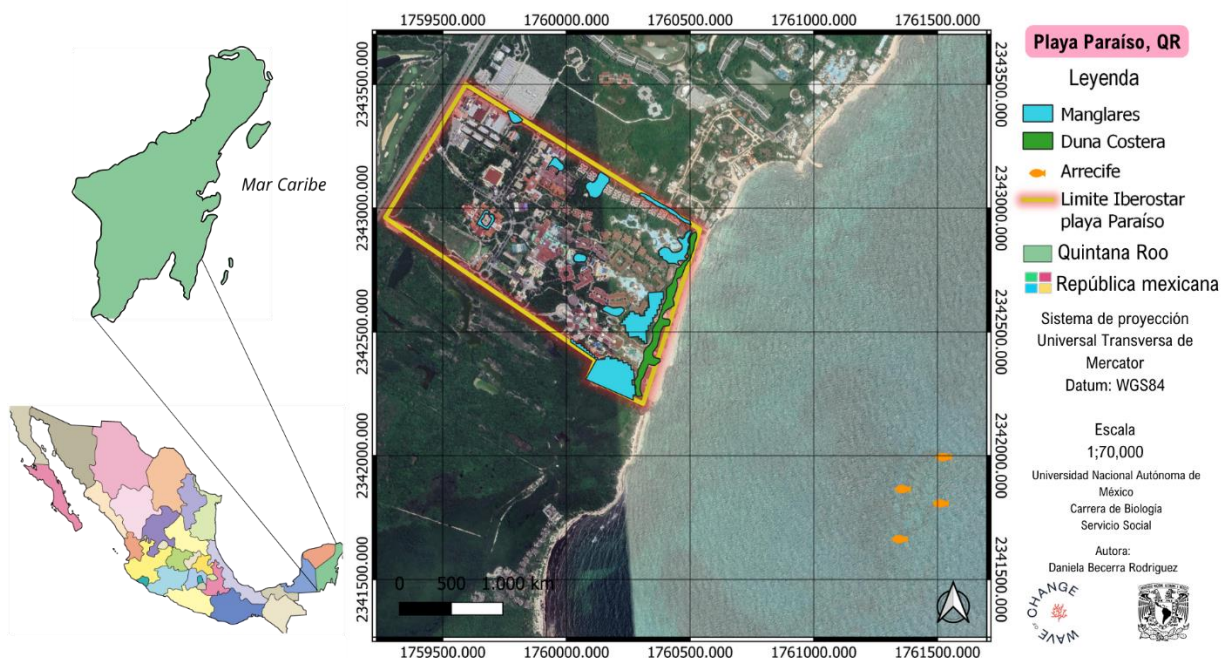
7.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la zona costera del complejo de hoteles de Iberostar playa Paraíso, perteneciente a la zona de la Riviera Maya y al municipio de Solidaridad en el estado de Quintana Roo haciendo parte del Caribe mexicano, sus coordenadas se encuentran en: 17°60'00"N 23°43'00"O, (Figura 8). La región se encuentra en la costa oriental de la Península de Yucatán, lo que la expone a la influencia de corrientes marinas cálidas, principalmente la corriente del golfo de México. Esta situación genera un clima cálido y subhúmedo con una temperatura media anual de 26.3 °C. Las temperaturas máximas alcanzan los 37.4 °C, mientras que las mínimas se registran en enero y febrero, descendiendo a 12.9 °C. En cuanto a la precipitación, esta se concentra en los meses de septiembre y octubre, con un promedio de 180.98 mm (SEMAR, 2023, p.5). El intervalo de los vientos alisios predominantes se extiende

desde febrero hasta julio, seguido por un período de transición entre julio y septiembre, que da paso a la temporada de "nortes", dominante desde octubre hasta enero. Aunque la temporada oficial de huracanes para el Océano Atlántico abarca del 1° de junio al 30 de noviembre, los meses con mayor actividad suelen ser agosto, septiembre y octubre (SEMAR, 2023, p.7)

Figura 8

Mapa de ubicación de la zona de estudio proyección cartográfica de la zona de estudio (Elaboración propia).



Nota. En esta figura se identifican las tres zonas de restauración y conservación, manglar, duna costera y arrecifes de coral, dentro del complejo turístico de Iberostar playa Paraíso en Quintana Roo, México.

La zona costera, se caracteriza por presentar un relieve con pendiente muy suave de roca caliza y por la ausencia de ríos superficiales, debido a sus suelos constituidos principalmente por piedra caliza, la cual origina cenotes y corrientes subterráneas (CONANP, 2016, p.20).

El área está dentro de la zona de influencia de la Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano (RBCM), designada como Área Natural Protegida (ANP) el 7 de diciembre de 2016 en el Diario Oficial de la Federación. Esta reserva abarca una superficie total de protección de 5,754,055.36 hectáreas y está gestionada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales

Protegidas (SEMARNAT, 2019, p.7). El objetivo primordial de esta designación es preservar la diversidad de ecosistemas terrestres y marinos, así como su interconexión. Esto incluye áreas como selvas medianas subperennifolias, petenes, manglares, dunas costeras, playas arenosas, lagunas costeras, pastizales marinos, arrecifes de coral y zonas marinas profundas. Además, los arrecifes de coral forman parte de la barrera del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), una estructura compartida por cuatro países: Belice, Guatemala, Honduras y México, que se extiende a lo largo de 1,000 kilómetros de costa (McField y Kramer, 2007, p.1).

7.2 Restauración y conservación de los ecosistemas marinos y costeros.

En este trabajo se incorporó una revisión de datos primarios para la identificación de las SbN implementadas en el área de estudio. El primer paso fue categorizar entre las acciones de conservación y restauración para abordar la reducción del riesgo climático (Tabla 1).

Tabla 1

Definición de los conceptos de conservación y restauración.

Reducción del riesgo climático		
Categoría	Definición	Contexto
Restauración	Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, así como el hábitat y la biodiversidad que han sido degradados o destruidos en áreas de conservación en sus diferentes modalidades y regiones de influencia. (CONANP-PNUD, 2019, p.138)	Reducir la energía del viento y oleaje a través del incremento de la complejidad estructural del arrecife y de las dunas costeras.



Conservación	<p>La conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales, y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas. (CONANP-PNUD, 2019, p.135)</p>	<p>Mantener e incrementar las acciones de conservación que favorezcan la cobertura del manglar ya existente, para que cumpla su función como barrera natural reduciendo la influencia de los vientos.</p>
--------------	---	---

Posteriormente se identificaron las acciones (pasivas y activas) que se vienen desarrollando para la conservación y restauración de los ecosistemas. La restauración pasiva es el proceso mediante el cual los ecosistemas se recuperan por sí solos cuando no existen tensiones o se eliminan las barreras que impiden su regeneración en un proceso conocido como restauración pasiva o sucesión natural. Por ello, una de las primeras acciones para recuperar un ecosistema es retirar esos factores que le impiden o dificultan su regeneración natural. En el caso de la restauración activa se destaca el proceso que logra rescatar las funciones naturales de los ecosistemas mediante la intervención humana y promover el desarrollo de los procesos de recuperación en aquellas áreas que perdieron sus mecanismos naturales de recuperación cuando estos han sido alterados o destruidos. De esta forma se les permite superar las barreras que impidan su regeneración natural (Atkinson, 2020, p.1033).



7.3 Identificación de las SbN para la reducción del riesgo climático

7.3.1 Manglar

Para el ecosistema de manglar se pusieron en marcha trabajos de conservación o restauración pasiva. Entre las acciones se destaca el control y vigilancia de las zonas, a través de la incorporación de señalética para ubicar los sitios prioritarios en los que se encuentran los manglares dentro de la zona de estudio. Con el objetivo de facilitar los procesos de mantenimiento y cuidado del manglar.

Otras acciones involucran jornadas periódicas de limpieza, con la finalidad de retirar los residuos, basura y objetos que no forman parte del ecosistema, que obstruyen e impiden el crecimiento de nuevos individuos (semillas y propágulos). Además, de favorecer el crecimiento de los manglares juveniles y maduros existentes.

Para evitar el ingreso de personas no autorizadas a los sitios de protección del ecosistema y evitar la extracción y daño físico de flora y fauna del ecosistema, se colocaron cercas de separación (Figura 9). Animales como el coatí o la iguana, forman parte de la fauna nativa que se beneficia de los manglares, ocupando este ecosistema como hogar. Si se extrae o arranca algún elemento propio del mangle, se daña directamente a este ecosistema.

Otras de las acciones de conservación registradas para este ecosistema fue la elaboración de un protocolo de buenas prácticas para el manejo del manglar desde el sector turismo (Anexo 1), el cual explica detalladamente las características generales de los manglares, la problemática a la que se enfrenta la zona de estudio y lo que se debe y no hacer antes y después de un huracán.



Figura 9

a) señalética para ubicar los sitios prioritarios de control y vigilancia del manglar, b) cercas de separación para evitar el ingreso de personal no autorizado, en el área de estudio de Iberostar playa Paraíso (Elaboración propia).



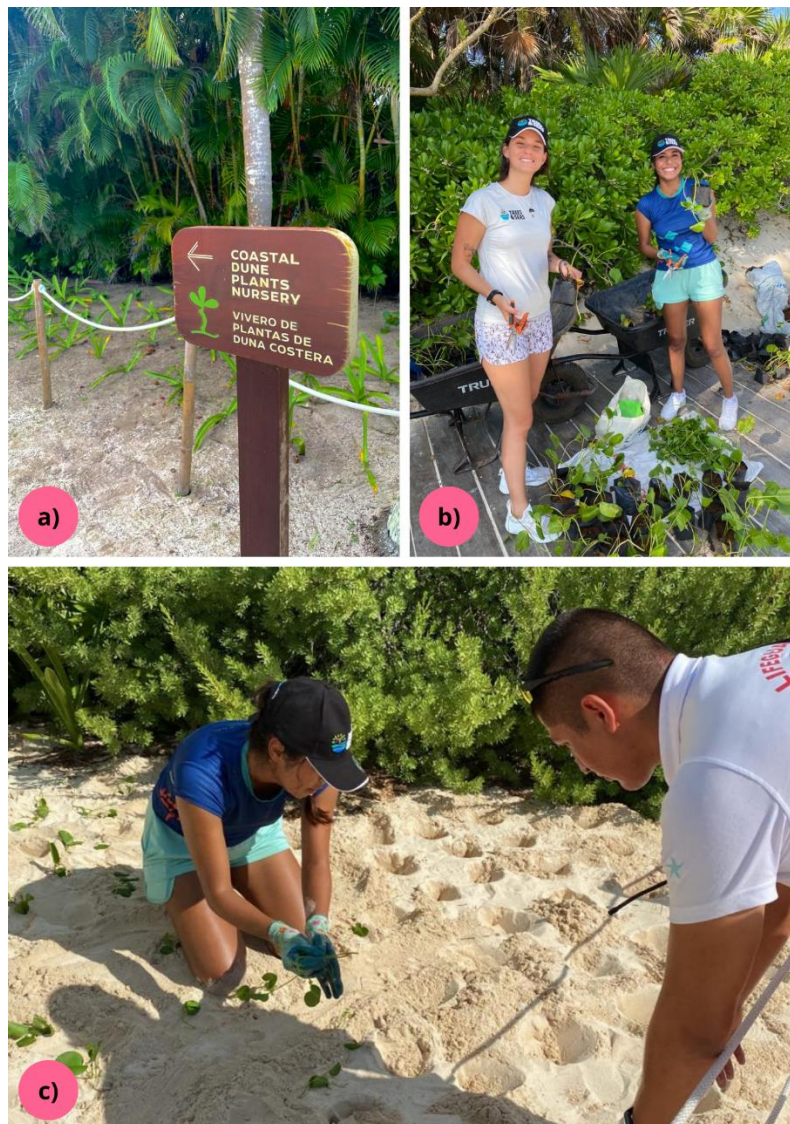
Para las coberturas de manglar se utilizó el sistema de información geográfica QGIS y las capas del manglar entre los años 1970-2023 se tomaron del geoportal de CONABIO (2023) (Figura 17)

7.3.2 Duna costera

Para las dunas costeras al igual que los manglares se identificaron y marcaron zonas de recuperación. En el protocolo de buenas prácticas para el manejo de la duna costera desde el sector turismo, se incluyó la preparación del suelo, así como la producción de plantas en viveros ubicados en el complejo hotelero de Iberostar playa Paraíso, para proceder posteriormente a la reforestación zonificada de 4000 plantas rastreras, arbustivas y herbáceas (Figura 10).

Figura 10

a) señalética para ubicar los sitios prioritarios de control y vigilancia de la duna costera, b) preparación de la reforestación, c) zona de trasplante de puntas de Ipomoea pescaprae, en el área de estudio de Iberostar playa Paraíso.

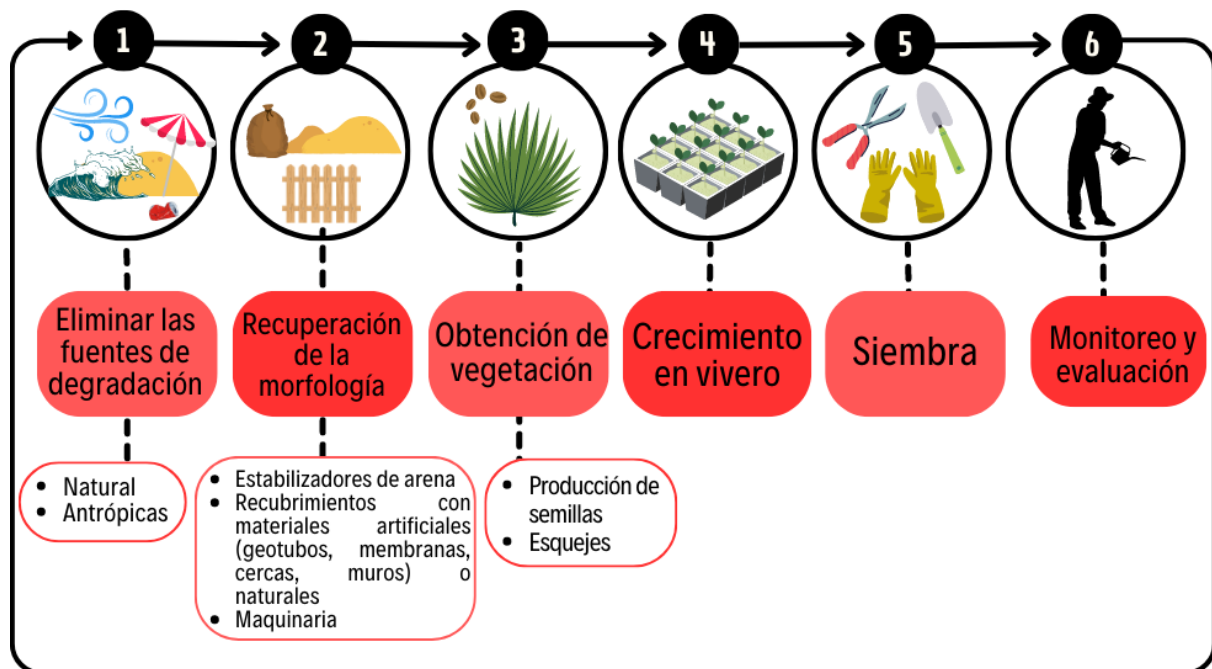


Para la siembra y monitoreo se siguieron los siguientes pasos; 1) se eliminaron las fuentes de degradación naturales y antropogénicas que se encontraron en la zona a restaurar, 2) recuperación de la morfología a través de estabilizadores de arena, recubrimiento con materiales artificiales (geotubos, membranas, cercas o muros), naturales o maquinaria especializada, 3) obtención de la vegetación por medio de semillas o esquejes en los viveros, 4) crecimiento en los viveros, 5) siembra, 6) monitoreo y evaluación (Figura 11).

Se delimitaron y calcularon las áreas de cobertura de duna costera se utilizó el sistema programa de google earth pro (2023) (Figura 18).

Figura 11

Pasos para la siembra y monitoreo de la duna costera (Elaboración propia).

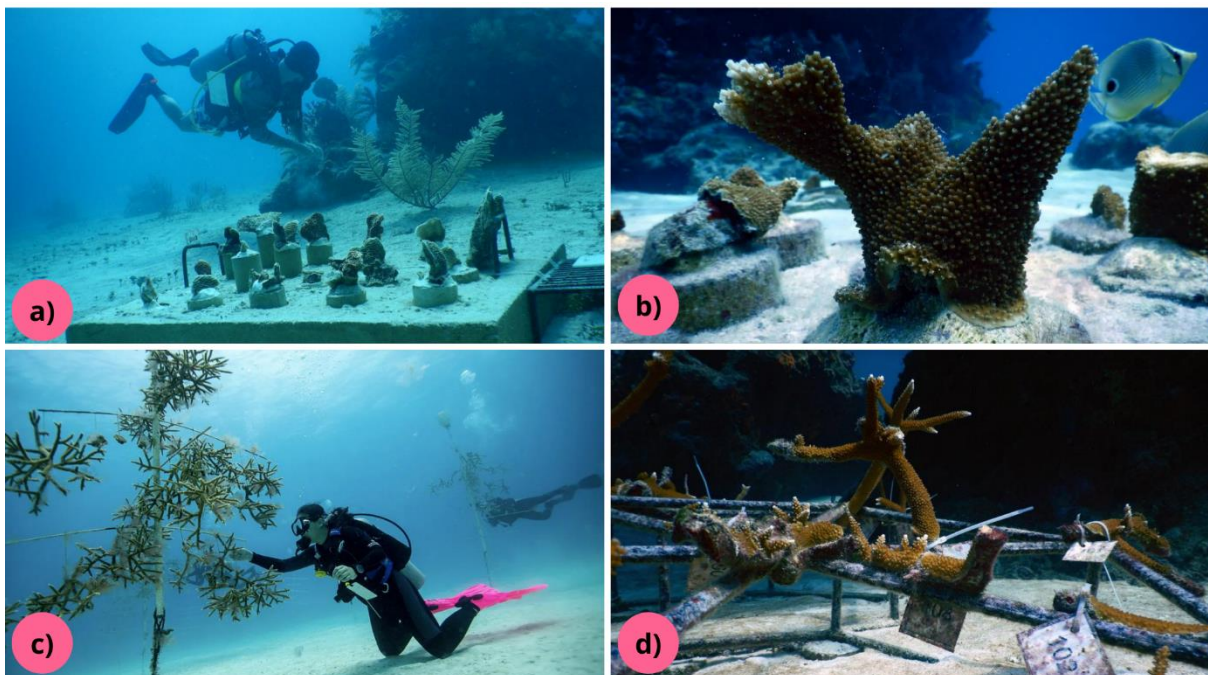


7.3.3 Arrecife de coral

Para los arrecifes de coral se implementaron estrategias de restauración activa (Tabla 3), para ello se configurado dos viveros de coral multiespecies, así como diferentes estructuras (tipo plataforma, domo, árbol, araña,) para la estabilización de fragmentos de oportunidad (post-huracán) y especies en peligro de extinción (Figura 12).

Figura 12

Estructuras de vivero de coral, a) plataforma, b) domo, c) árbol, d) araña, para estabilizar fragmentos de oportunidad y especies en peligro de extinción.

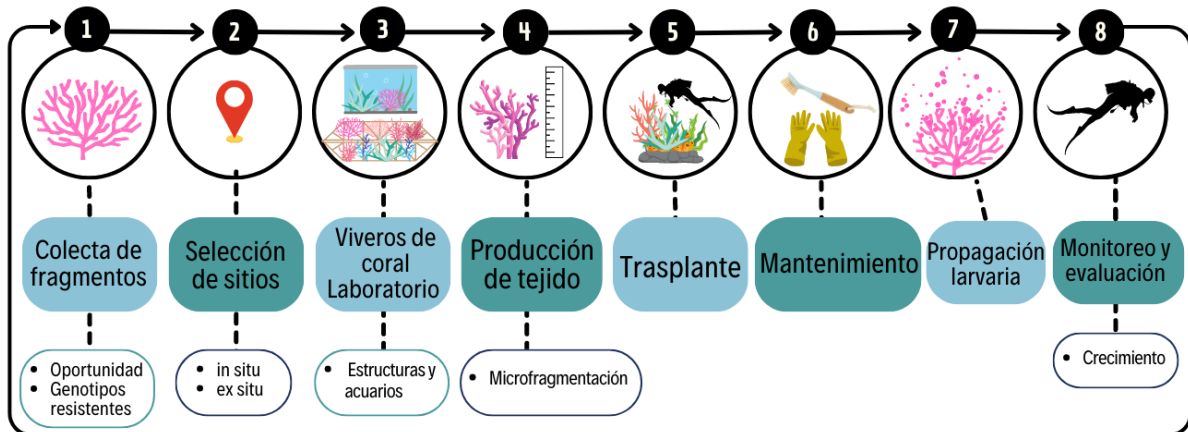


Para la restauración activa del arrecife de coral se siguieron los siguientes pasos; 1) colecta de fragmentos de oportunidad y de genotipos que sean resistentes al cambio climático, 2) selección de sitios in situ y ex situ, 3) armar el vivero de coral con estructuras que se adapten mejor a las condiciones del arrecife (plataformas, domo, árboles, arañas etc.) o laboratorio con acuario, 4) producción de tejido por microfragmentación, 5) trasplante en el arrecife de los fragmentos ya maduros, 6) mantenimiento y limpieza con cepillos (con mucho cuidado retiran de los corales, algas, moluscos o esponjas adheridas que puedan quitarles espacio y no permitan que crezcan), 7) una vez que las colonias alcanzan su madurez reproductiva, se colectan los gametos que dentro contienen los óvulos y espermatozoides, que al romperse se fertilizan formando embriones, una vez maduros esos embriones pasan a su etapa larvaria

y es aquí donde ocurre la propagación, 8) monitoreo y evaluación del crecimiento y el éxito de la restauración (Figura 13).

Figura 13

Pasos para la restauración activa de los arrecifes de coral (Elaboración propia).



7.4 Descripción del método de evaluación de las SbN

Para la evaluación de las SbN se utilizó el Estándar Global de la UICN como una herramienta de autoevaluación, el cual está diseñado para calcular el porcentaje de cumplimiento de ocho criterios (sociales, económicos y ecológicos) (Tabla 2).

Esta herramienta permite introducir para cada indicador, el grado de cumplimiento de la SbN con un sistema de semáforo cuyo rendimiento va de mayor a menor (sólida, adecuado, parcial e insuficiente) (Figura 14). En este estudio se adaptó cada uno de los indicadores al concepto de la restauración y la conservación de los ecosistemas marinos y costeros (manglares, dunas costeras y arrecifes de coral) en el contexto de la reducción del riesgo climático. Cabe destacar que después de identificar las SbN no se consideraron los indicadores del criterio No. 5 (gobernanza inclusiva), ya que actualmente los procesos de gobernanza se están llevando a cabo con todas las partes interesadas en las jurisdicciones de estudio sin que el tiempo de ejecución permita la inclusión de los datos.

Tabla 2

Criterios del Estándar Global de la UICN para SbN. Modificado de UICN (2020, p.14).





1	Desafíos Sociales	Aborda la importancia de identificar claramente el desafío social al que responderá la solución.
2	Diseño a escala	Guía el diseño de SbN a través de escalas sociales y ecológicas (enfoque de paisaje).
3	Ganancia neta de Biodiversidad	Aborda la importancia de asegurar una ganancia neta para la biodiversidad y la integridad del ecosistema.
4	Viabilidad Económica	Aborda la necesidad de garantizar la viabilidad económica mediante la identificación de beneficios y costos, y el análisis de rentabilidad.
5	Gobernanza Inclusiva	Aborda la necesidad de garantizar procesos de gobernanza inclusivos, transparentes y empoderados.
6	Compensaciones de equilibrio	Aborda las necesidades de equilibrar las ventajas y desventajas entre el logro de sus objetivos principales y la provisión continua de múltiples beneficios.
7	Gestión Adaptativa	Promueve un enfoque de gestión adaptable para mejorar la solución a lo largo de su ciclo de vida.
8	Incorporación y sostenibilidad	Promueve la integración dentro de la política nacional, la alineación con los compromisos nacionales y globales, y el intercambio de lecciones para informar sobre otras soluciones.



Finalizada la evaluación se realizaron las correcciones pertinentes para que la intervención sea efectiva y se alinee al Estándar. Cabe mencionar que una intervención que obtenga una calificación de “insuficiente” en cualquier criterio no cumple el Estándar Global de SbN de la UICN (UICN, 2020, p.42).

Figura 14

Sistema de Semáforo para la autoevaluación de las SbN. Modificado de: UICN (2020).

	Clave (%)	Producto
 Sólida	≥ 75	La intervención se adhiere al Estándar Global para SbN de la UICN
 Adecuado	≥ 50 y < 75	
 Parcial	≥ 25 y < 50	
 Insuficiente	< 25	La intervención no se adhiere al Estándar Global para SbN de la UICN

7.5 Criterios de autoevaluación

Criterios e indicadores de autoevaluación de las SbN, definidas por la UICN (2020) adaptadas al riesgo climático, huracanes (h) o tormentas (t) en el contexto de la implementación de acciones de restauración (R) y conservación (C) de los ecosistemas marinos y costeros; manglares (MA), dunas costeras (DC) y arrecifes de coral (AC) presentes en el área de estudio de Iberostar playa Paraíso, Riviera Maya. Dichos criterios e indicadores responden a las acciones que está tomando Grupo Iberostar con su movimiento de wave of change (WoC) para implementar las SbN para el riesgo costero.

7.5.1 Desafío social

- Las SbN responden eficazmente a los desafíos sociales (riesgo climático) (degradación de hábitat).

Indicadores del Estándar UICN	Adaptación de los indicadores del Estándar UICN para el Riesgo Climático	Acciones por parte de Wave of Change
1.1 Se priorizan los retos sociales más urgentes para los titulares de derechos y los beneficiarios.	Se priorizan los 4 desafíos sociales; a) Mitigación y adaptación al cambio climático b) Reducción del riesgo de desastres c) Desarrollo económico y social d) Degradación ambiental y pérdida de biodiversidad, para el sector turismo y los beneficiarios.	El movimiento de WoC prioriza cuatro de los desafíos sociales; a) A través de las acciones de R y C b) Mejorando la calidad de los ecosistemas para la reducción de la energía del viento y el oleaje cuando un desastre natural se presente c) Mejorando la calidad del producto turístico d) A través del mejoramiento de coberturas y con el incremento y protección de la biodiversidad.
1.2 El reto o los retos sociales que se abordan se entienden claramente y se documentan.	Los problemas causados por los efectos del riesgo climático, se han identificado claramente y se documentan.	Los problemas identificados dentro del complejo hotelero de Iberostar fueron atribuidos a un mal plan de construcción, donde no se tomó en cuenta al ecosistema, y se deforestó en lugares específicos.
1.3 Los resultados de bienestar humano derivados de las SbN se identifican, se comparan y se evalúan periódicamente.	Los resultados en la reducción de riesgo climático a través de la R y C de los ecosistemas marinos y costeros (MA, DC y AC) se identifican, monitorean y comparan después de algún evento climático extremo (h o t).	Los resultados de la reducción del riesgo climático a través de los ecosistemas (MA, DC y AC), se identifican y se monitorean después de un desastre natural (t o h) para cuantificar los daños ocasionados y comparar, es decir, dependiendo de la cobertura de estos ecosistemas el equipo de WoC realiza un análisis después de cada impacto en cada uno de sus cinco hoteles en el complejo de Playa Paraíso, comparando las pérdidas en infraestructura demostrando así que las pérdidas económicas son mucho menores cuando existe una barrera natural.

- Autoevaluación del criterio 1.

Insuficiente (1)	Parcial (2)	Adecuado (3)	Sólido (4)
No existen datos.	Se prioriza un desafío social.	Se priorizan dos desafíos sociales.	Se priorizan todos los desafíos sociales.
No existen datos.	Se han identificado los efectos de carácter antropogénicos.	Se han identificado los efectos de carácter antropogénico y del cambio climático.	Se han identificado ambos efectos y además se están documentando.
No existen datos.	Los resultados han sido identificados.	Los resultados se identifican y monitorean, pero no existe una comparación entre una zona restaurada y conservada con una zona que no cuenta con ningún servicio de estos.	Los resultados se identifican y monitorean y se comparan entre las zonas de R y C las zonas que no cuentan con ninguno de estos servicios.



7.5.2 Dimensión a escala

- El diseño de las SbN se adapta a la dimensión.

Indicadores del Estándar UICN	Adaptación de los indicadores del Estándar UICN para el Riesgo Climático	Acciones por parte de Wave of Change
2.1 El diseño de la SbN reconoce y responde a las interacciones entre la economía, la sociedad y los ecosistemas.	El diseño de las SbN aborda y reconoce de manera holística las interacciones de la economía, la sociedad y los ecosistemas en función del riesgo climático.	Las SbN reconocen que los impactos de riesgo climático no solo afectan a los ecosistemas (MA, DC y AC), sino que genera importantes pérdidas en los destinos y las empresas, al tiempo que pone en peligro a los viajeros y las comunidades.
2.2 El diseño de las SbN se integra con otras intervenciones complementarias y busca sinergias entre sectores.	Las SbN integran varios departamentos (mantenimiento, jardinería, animación, etc.) complementando los trabajos de R y C. Además, busca sinergias entre sectores fuera del hotel como; instituciones privadas, de educación y de gobierno.	Las SbN están diseñadas para integrar uno o varios departamentos para complementar los trabajos de R y C en cada uno de los ecosistemas. Además, ha realizado sólidas asociaciones con universidades y centros de investigación (UNAM, CINVESTAV), empresas privadas (Flora y Fauna, GIZ, UE, TACSO) e instituciones de gobierno (SECTUR, ADAPTUR) en beneficio de las SbN.
2.3 El diseño de las SbN incorpora la identificación y gestión de riesgos más allá del área de intervención.	Las SbN incorpora la identificación, el monitoreo y la gestión de los problemas del riesgo costero más allá del área de intervención.	Para los ecosistemas costeros (MA, DC Y AC) se ha destinado una zona “control” que rebasa la frontera de la zona de intervención, donde también se realiza un monitoreo de la cobertura vegetal con la finalidad de ver su comportamiento en su hábitat natural y como actúa en función de la reducción del riesgo climático (pérdida de playa, disminución del viento, etc.). Para los arrecifes de coral, WoC protege la cuenca hidrográfica del arrecife, así como respeta y participa a través de mecanismos como las áreas marinas protegidas (AMPs), áreas terrestres protegidas u otras áreas efectivas de conservación.

- Autoevaluación del criterio 2.

Insuficiente (1)	Parcial (2)	Adecuado (3)	Sólido (4)
No existen datos.	La SbN reconoce solo a los ecosistemas.	Las SbN reconocen dos de las tres interacciones.	La SbN integra economía, sociedad y ecosistemas.
No existen datos.	La SbN integra solo un departamento interno.	La SbN integra varios departamentos internos.	La SbN integra varios departamentos y además tiene sinergias entre sectores.
No existen datos.	La SbN identifica solo los riesgos climáticos más allá del área de intervención.	La SbN identifica y monitorea los problemas más allá del área de intervención.	La SbN además de identificar y monitorear, también gestiona los problemas más allá del área de intervención.



7.5.3 Ganancia Neta de biodiversidad

- Las SbN dan lugar a una ganancia neta en términos de biodiversidad e integridad de los ecosistemas.

Indicadores del Estándar UICN	Adaptación de los indicadores del Estándar UICN para el Riesgo Climático	Acciones por parte de Wave of Change
3.1 Las intervenciones con SbN responden directamente a una evaluación basada en datos del estado actual del ecosistema y de los principales impulsores de su degradación y pérdida	La salud de los ecosistemas (MA, DC Y AC) es evaluada basándose en datos tomados antes y después de los efectos climatológicos extremos (h o t) en función a la pérdida y degradación.	Por medio de estudios de conducción, monitoreo y evaluaciones de los ecosistemas (MA, DC Y AC) antes y después de un evento climatológico extremo, se evalúa la salud utilizando indicadores ecológicos de estructura y función (Anexo 1). Trabajando estrechamente con el equipo de expertos científicos, acuerdos con Universidades y Centros de Investigación (CINVESTAV, UNAM)
3.2 Se identifican resultados claros y cuantificables en términos de conservación de la biodiversidad, se establecen niveles de referencia para ellos y se evalúan periódicamente	Los resultados de la R y C de los ecosistemas son claros y cuantificables, se establecen niveles de referencia para ello y se evalúan antes y después de un evento climatológico extremo (h o t).	Los resultados de la R y C de los ecosistemas (MA, DC Y AC) se colocan en bases de datos (Índices de Riesgo, Mitigación y Salud) los cuales son monitoreados antes y después de un evento climático (h o t) con datos cualitativos y cuantitativos.
3.3 El monitoreo incluye evaluaciones periódicas de las consecuencias adversas no deseadas sobre la naturaleza que surgen de la SbN.	El monitoreo de los ecosistemas (MA, DC Y AC) se hace periódicamente, incluyendo consecuencias adversas al riesgo climático.	Mediante la evaluación y el seguimiento de los índices de salud costera se reconocen impactos del clima y antropogénicos.
3.4 Se identifican oportunidades para mejorar la integridad y la conectividad de los ecosistemas, y se integran en la estrategia de SbN.	Se identifican oportunidades para mejorar la integridad y la conectividad entre ecosistemas marinos y costeros a consecuencia del riesgo costero y se integran en la estrategia de SbN.	WoC trabaja en nuevas estrategias de R y C que conecten a los ecosistemas (MA, DC y AC) de manera que sean más resistentes a los impactos climáticos.

- Autoevaluación del criterio 3.

Insuficiente (1)	Parcial (2)	Adecuado (3)	Sólido (4)
No existen datos.	Existen datos generales de la salud de los ecosistemas.	Se monitorea la salud de los ecosistemas periódicamente.	La salud de los ecosistemas se monitorea antes y después de un efecto climático.
No existen datos.	Existen resultados, pero no son cuantificables.	Existen resultados cuantificables periódicamente.	Existen resultados cuantificables antes y después de un evento climático.
No existen datos.	El monitoreo solo incluye consecuencias del riesgo climático.	El monitoreo solo incluye consecuencias de los impactos antropogénicos.	El monitoreo de los ecosistemas se hace periódicamente incluyendo consecuencias adversas al cambio climático y antropogénico.
No existen datos.	Se han identificado acciones para conectar ecosistemas.	Se realizan acciones que suman esfuerzos de conectividad ecosistémica.	Se realizan acciones y miden los efectos de la conectividad ecosistémica.



7.5.4 Viabilidad económica

- Las SbN son económicamente viables.

Indicadores del Estándar UICN	Adaptación de los indicadores del Estándar UICN para el Riesgo Climático	Acciones por parte de Wave of Change
4.1 Se identifican y documentan los beneficios y costos directos e indirectos asociados a las SbN, determinando quién asume los gastos y quién se beneficia de ellas.	Se han identificado y realizado análisis de costo beneficio asociados a la R y C de los ecosistemas.	Por medio de la hoja de ruta del programa de WoC se identifican aspectos económicos de las SbN.
4.2 La elección de SbN se apoya en un estudio de costo-efectividad que incluye los efectos probables de cualquier regulación o de los subsidios pertinentes.	La selección de la SbN se basó en un estudio de viabilidad teniendo en cuenta gastos operativos y apoyos a través de colaboraciones.	Se han realizado o recibido estudios técnicos de viabilidad de las SbN.
4.3 La eficacia del diseño de la SbN se justifica en función de las soluciones alternativas disponibles, teniendo en cuenta cualquier externalidad asociada.	La eficacia del diseño de las SbN se basa en los elementos ecológicos, teniendo en cuenta una visión ecosistémica e incorporando alternativas tecnológicas.	WoC está aplicando SbN en los paisajes marinos costeros de sus destinos no sólo para mitigar el riesgo de desastres, sino también para proteger activamente los ecosistemas existentes, como los manglares y las praderas marinas, y aumentar los servicios de los ecosistemas, como el aumento de la calidad del agua o el secuestro de carbono. Incorporando elementos tecnológicos y científicos.
4.4 El diseño de SbN considera una cartera de opciones de recursos tales como basadas en el mercado, sector público, compromisos voluntarios y acciones para apoyar el cumplimiento de la normativa.	El diseño de las SbN se extiende más allá de la participación interna, incluyendo acuerdos multisectoriales.	WoC considera la Salud de los ecosistemas dentro de una hoja de ruta (2030) a largo plazo que incluye la participación de gobierno, academia y comunidades para alcanzar sus objetivos.

- Autoevaluación del criterio 4.

Insuficiente (1)	Parcial (2)	Adecuado (3)	Sólido (4)
No existen datos.	Se han identificado los beneficios y costos generales de la implementación de las SbN.	Además de identificar se documentan a través de reportes los beneficios y gastos directos.	Además de identificar se documentan a través de reportes los beneficios y gastos directos e indirectos.
No existen datos.	Se tienen estudios internos sobre el costo-beneficio de la SbN de forma general.	Se tienen estudios internos y externos de la viabilidad de la implementación de las SbN.	Se han calculado además de los costos y beneficios. efectos y riesgos económicos en la implantación de SbN.
No existen datos.	El diseño de las SbN se implementa a nivel propiedad.	El diseño de las SbN incluye soluciones alternativas que van más allá de los límites de las propiedades.	El diseño de las SbN además de expandirse sobre el espacio se basa en soluciones tecnológicas y de ingeniería.
No existen datos.	Las SbN consideran la participación de actores internos (operación del hotel).	Las SbN consideran la participación de otros actores claves para fortalecer la implementación a través de recursos materiales.	Las SbN consideran recursos económicos externos para alcanzar los objetivos.



7.5.5 Equilibrio de beneficios

- Las SbN ofrecen un equilibrio equitativo entre el logro de sus objetivos principales y la provisión constante de múltiples beneficios.

Indicadores del Estándar UICN	Adaptación de los indicadores del Estándar UICN para el Riesgo Climático	Acciones por parte de Wave of Change
6.1 Se reconocen explícitamente los costos y beneficios potenciales de las compensaciones asociadas a la intervención de SbN, y se utiliza esta información para adoptar salvaguardias y cualquier otra medida correctiva que resulte adecuada.	Los costos y beneficios que se tiene las SbN se utilizan para considerar las salvaguardias, así como adoptar medidas correctivas durante el proceso.	Desde grupo Iberostar a través de su movimiento de WoC se han consideran objetivos a largo plazo, así como presupuestos para cada, así como objetivos para asegurar su estructura y funcionan (DC Y AC) de las SbN.
6.2 Se reconocen y respetan los derechos, el uso y el acceso a la tierra y los recursos de las diferentes partes interesadas directos, junto con sus respectivas responsabilidades.	Se reconocen y respetan los derechos, el uso de los ecosistemas y sus servicios, asegurando una sostenibilidad.	WoC reconoce y respeta el uso de los ecosistemas a través de las acciones de R y C, a través de su hoja de ruta al largo plazo.
6.3 Las salvaguardias establecidas se revisan periódicamente para garantizar que se respetan los límites mutuamente acordados de las compensaciones y que dichos límites no desestabilizan las SbN en su totalidad	Se consideran las salvaguardias para garantizar que se respeten los límites acordados no desestabilicen la R y C, y estas se evalúan periódicamente.	WoC han considerado salvaguardias para cumplir los límites establecidos, por ejemplo, en el caso de las DC y AC la producción de plantas y tejido vivo de coral que asegure cumplir las metas, así como en el caso de los manglares extender las zonas de control y vigilancia para que puedan expandirse plantas juveniles de MA.

- Autoevaluación del criterio 6.

Insuficiente (1)	Parcial (2)	Adecuado (3)	Sólido (4)
No existen datos.	La SbN reconoce los costos, pero no tiene claro los beneficios.	La SbN reconoce los costos y beneficios de la R y C.	La SbN reconoce los costos y beneficios de la R y C en todos los ecosistemas y adopta esta información para mejorar.
No existen datos.	Los recursos utilizados se reconocen, pero no se respetan ni se obtienen de manera sostenible.	Los recursos utilizados se reconocen y se respetan, pero no se obtienen de manera sostenible en su totalidad.	Los recursos utilizados se reconocen, respetan, y se obtienen de manera sostenible.
No existen datos.	Se realizan salvaguardias, pero no existe una evaluación periódica.	Se consideran salvaguardias de forma general y se evalúan periódicamente.	Existen salvaguardias para todos los ecosistemas y se toman datos periódicamente para asegurar el éxito de la SbN.



7.5.6 Gestión adaptativa

- Las SbN se gestionan de forma adaptativa, con base en datos.

Indicadores del Estándar UICN	Adaptación de los indicadores del Estándar UICN para el Riesgo Climático	Acciones por parte de Wave of Change
7.1 La estrategia de SbN se establece y utiliza como base para la vigilancia continua y la evaluación periódica de la intervención.	Con base en las estrategias de R y C establecidas para las SbN, existe una vigilancia continuamente y una evaluación periódica.	Para los AC, el equipo de WoC vigila y evalúa los viveros de coral cada semana, y para los ecosistemas de MA y DC se realiza una vigilancia y evaluación parcial.
7.2 Se elabora un plan de vigilancia continua y evaluación, y se aplica a lo largo de todo el ciclo de vida de la intervención.	Se elaboró un plan de contingencia pre- huracanes para cada ecosistema, con la finalidad de preparar y prevenir pérdidas mayores.	Se elaboraron un manual de contingencia para cada ecosistema (MA, DC Y AC), para mitigar el riesgo de desastres (Anexo 1).
7.3 Se aplica un marco de aprendizaje iterativo que posibilita la gestión adaptativa a lo largo de todo el ciclo de vida de la intervención.	Se elabora un informe post-huracán, con la descripción detallada de los daños causados en cada ecosistema con la finalidad de mejorar y adaptar nuevas estrategias de prevención para antes y después del evento climático.	El equipo de WoC realiza un monitoreo post-huracán para evaluar los daños causados a los viveros de coral y los daños causados a la DC.

- Autoevaluación del criterio 7.

Insuficiente (1)	Parcial (2)	Adecuado (3)	Sólido (4)
No existen datos.	Existe una vigilancia y evaluación trimestral.	Existe una vigilancia y evaluación mensual.	Existe una vigilancia semanal.
No existen datos.	Existen planes de contingencia para un ecosistema.	Existen planes de contingencia para dos ecosistemas.	Existen planes de contingencia para todos los ecosistemas.
No existen datos.	Se hace un informe post-huracán de un ecosistema.	Se hace un informe post-huracán de dos ecosistemas.	Se hace un informe post-huracán de todos los ecosistemas.



7.5.7 Integración y sostenibilidad

- Las SbN son sostenibles y se integran en un contexto jurisdiccional adecuado.

Indicadores del Estándar UICN	Adaptación de los indicadores del Estándar UICN para el Riesgo Climático	Acciones por parte de Wave of Change
8.1 El diseño, la aplicación y las lecciones extraídas de las SbN se comparten para impulsar un cambio transformador.	El diseño, la aplicación y las lecciones aprendidas de las SbN, se documentan y se comparten entre destinos para impulsar un cambio positivo.	WoC a través de sus protocolos de contingencia y adaptación basada en ecosistemas se ha identificado el diseño, la implementación, así como las recomendaciones para compartir con otros actores claves.
8.2 Las SbN aportan información a los marcos normativos y reglamentarios facilitadores y ayudan a perfeccionarlos con el fin de respaldar su adopción y generalización.	El diseño de la SbN incluye una serie de procesos que garanticen que la R y C de los ecosistemas queden protegidos, Además estos procesos facilitan su adopción dentro de las operaciones del hotel.	WoC a través de sus protocolos y sensibilización dentro de las operaciones ha logrado que las acciones de R y C sean adoptadas dentro de la operación.
8.3 Cuando resulte pertinente, las SbN contribuyen a los objetivos nacionales y mundiales en las esferas del bienestar humano, el cambio climático, la biodiversidad y los derechos humanos, incluida la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.	Las SbN contribuye con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), así como bienestar de trabajadores, clientes, y además se contempla a las comunidades locales.	WoC a través de su hoja de ruta contempla los ODS e incluye la participación y el beneficio de trabajadores y huéspedes.

- Autoevaluación del criterio 8.

Insuficiente (1)	Parcial (2)	Adecuado (3)	Sólido (4)
No existen datos.	La SbN y sus lecciones se documentan por escrito, en foros, reuniones a nivel regional.	La SbN y sus lecciones se documentan por escrito, en foros, reuniones a nivel regional.	La SbN y sus lecciones se documentan por escrito, en foros, reuniones a nivel internacional.
No existen datos.	El diseño de la SbN incluye procesos que garanticen la R y C de los ecosistemas.	El diseño de la SbN incluye procesos que garanticen y protejan la R y C de los ecosistemas.	El diseño de la SbN incluye procesos que garanticen y protejan la R y C de los ecosistemas y además se incluyen en la operación.
No existen datos.	Se contemplan los ODS y el bienestar de los trabajadores.	Se contemplan los ODS y el bienestar de trabajadores y clientes.	Se contemplan los ODS, así como el bienestar de los trabajadores, clientes y comunidades locales.



8 RESULTADOS

8.1 Variabilidad temporal de los huracanes durante dos décadas de exposición

El aumento de la frecuencia de eventos climáticos ha sido notorio durante las últimas décadas. La temporada de huracanes que afectó las costas de la Riviera Maya entre el 2000 y el 2004 trajo consigo un total de cinco eventos de los cuales el de mayor intensidad se registró en 2001 al Sur de Chetumal, QR., el huracán "Iris" alcanzó la que sería su mayor intensidad con vientos máximos sostenidos de 235 km/h, rachas de 270 km/h y presión mínima de 954 hPa, alcanzando la categoría IV en escala Saffir-Simpson (CONAGUA, 2001, p.1., SEMARNAT, 2023)

En el año 2005 "Wilma" se generó en el centro del Mar Caribe, y se convirtió en el duodécimo huracán de la temporada. El 19 de octubre, el centro del huracán "Wilma" se encontraba a 595 km al Este-Sureste de Punta Allen, QR., con una rápida intensificación en la fuerza de vientos máximos sostenidos de 280 km/h, rachas de 345 km/h y presión mínima de 884 hPa, alcanzando la categoría V, catalogado como huracán extremadamente peligroso (SEMARNAT, 2023) esta intensificación ha sido la más rápida de un huracán en el Atlántico, superando a Gilbert de septiembre de 1988; "Wilma" pasó de tormenta tropical con vientos de 110 km/h a huracán con vientos máximos sostenidos de 280 km/h en tan sólo 24 horas (CONAGUA, 2005, p.2., SEMARNAT, 2023).

En el año 2006 no se registraron huracanes en la zona, sin embargo, más tarde en 2007 nuevamente el Caribe se vio sacudido por "Dean" que alcanzó la máxima intensidad con categoría V. Sus vientos máximos sostenidos alcanzaron los 260 km/h con rachas de 315 km/h. El centro del huracán se localizó a 175 km al Este-Sureste de Puerto Bravo, QR., (Navarro et al., 2016, p.58., CONAGUA, 2006, p.4). En 2008 y 2009 los huracanes que se registraron fueron categoría III, dejando un total de nueve huracanes del 2005 al 2009. (SEMARNAT, 2023)

A 15 km al Sur-Suroeste de Puerto Bravo, QR., "Karl" tocó tierra en 2010, fue un huracán categoría III cuya trayectoria se inició en el Noroeste del Mar Caribe con rumbo predominante hacia el Oeste, por lo que impactó en territorio de México en dos ocasiones, primero en la parte Sur de QR., y después de cruzar la Península de Yucatán y el Sur del golfo de México, tocó tierra por segunda ocasión, esta vez en la costa Sur de Veracruz. "Karl" alcanzó vientos máximos sostenidos de 120 km/h y rachas de 150 km/h, a 200 km al Noroeste



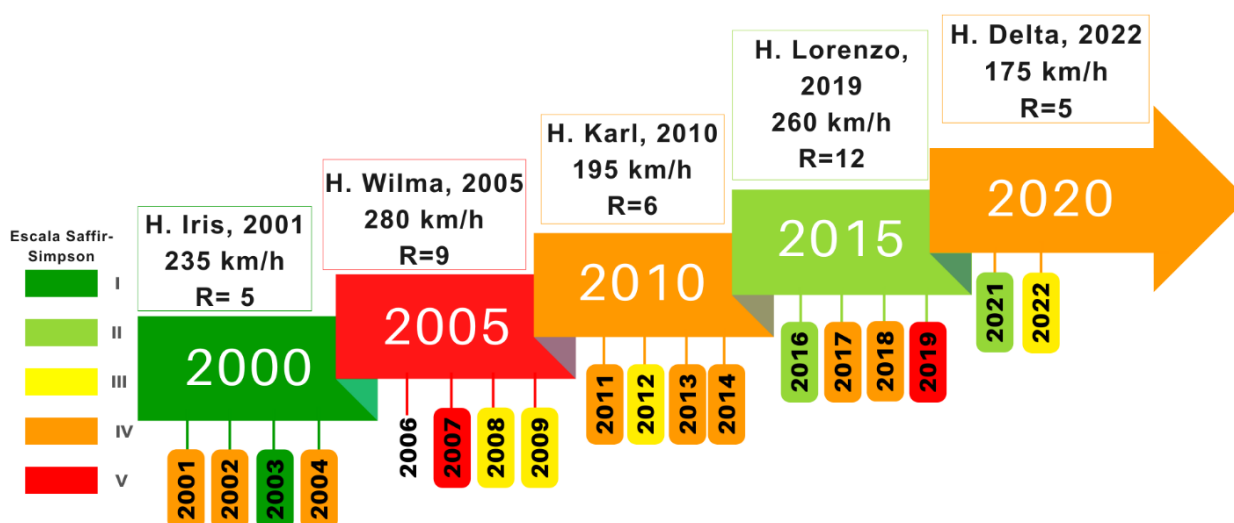
de Ciudad del Carmen, siguió moviéndose al Oeste hasta volver a tocar tierra en Veracruz. (CONAGUA 2010, p.1., SEMARNAT, 2023).

Entre los años 2011-2015 los eventos climáticos se caracterizaron por ser huracanes con intensidades menores (< 150 km/h). En 2019, el huracán "Lorenzo" impactó las costas de Quintana Roo, México, con vientos máximos sostenidos de 260 km/h y ráfagas de hasta 295 km/h, alcanzando la clasificación de categoría V el 29 de septiembre. (CONAGUA, 2019, p.2., SEMARNAT, 2023).

Durante los últimos tres años, cinco huracanes han impactado las costas de Quintana Roo, siendo el huracán Delta el más potente al alcanzar una categoría IV, con vientos máximos sostenidos de hasta 230 km/h (CONAGUA, 2020., SEMARNAT, 2023). A medida que avanzaba, ocasionó daños en la infraestructura, incluyendo inundaciones, vehículos afectados, caída de palmeras, árboles y postes, así como daños en vallas publicitarias y anuncios. Además, alrededor de 1,900 turistas fueron evacuados (Desastres, 2023), dentro del hotel Iberostar se registraron pérdidas calculadas en millones de dólares en la zona del hotel Grand Paraíso, Paraíso Mar y Paraíso Beach, se inundaron las habitaciones que se encontraban frente a la playa y se perdió todo el inmobiliario. No se registraron pérdidas humanas (Figura 15).

Figura 15

Línea del tiempo de los huracanes que impactaron las costas de Quintana Roo en los últimos 20 años. Elaboración propia con datos de SEMARNAT (2022).



Nota. En esta figura se clasifica por colores según la escala de Saffir-Simpson donde el color verde fuerte indica categoría uno (I), verde claro categoría dos (II), amarillo categoría tres (III), naranja categoría cuatro (IV), rojo categoría cinco (V), donde R= registro de huracanes por cada lustro.

8.2 Identificación de la vulnerabilidad de los ecosistemas marinos y costeros

8.2.1 *Manglar (MA)*

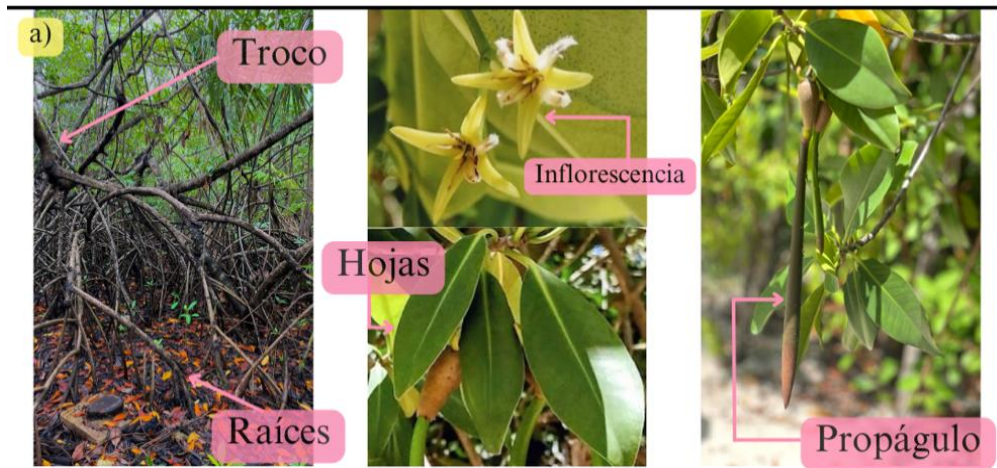
La identificación las especies de los manglares descritos en la zona de estudio se realizó con el protocolo de buenas prácticas para el manejo del manglar desde el sector turismo en 2023 (Anexo 1), donde se describe como identificar a los mangles a través de sus características morfológicas como el tronco, raíces, neumatóforos, inflorescencias, flores, hojas, propágulos y semillas; a) mangle rojo (*Rhizophora mangle*); Raíces zancudas que sobresalen del agua, inflorescencias amarillas y relativamente grandes, hojas anchas y lustrosas, propágulos en forma de ejotes (Soto et al., 2023, p.10), b) mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); Troncos rectos y largos, corteza fisurada, raíces aéreas, que no cuelgan de las ramas, posee pneumatóforos en forma de clavos, flores pequeñas blancas en espiga, propágulos pequeños ovalados y aplanados (Soto et al., 2023, p.18), c) mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*); Troncos rectos y largos, corteza fisurada, flores diminutas, hojas pequeñas terminan en punta de color verde, tiene semillas verdaderas, en lugar de propágulos, cuando se secan las semillas se desmoronan (Soto et al., 2023, p.16) (Figura 16).



Figura 16

Especies de manglar registradas en la zona de estudio, a) mangle rojo (*Rhizophora mangle*, b) mangle blanco (*Laguncularia racemosa*, c) mangle botoncillo (*Conocarpus erectus* (Elaboración propia).

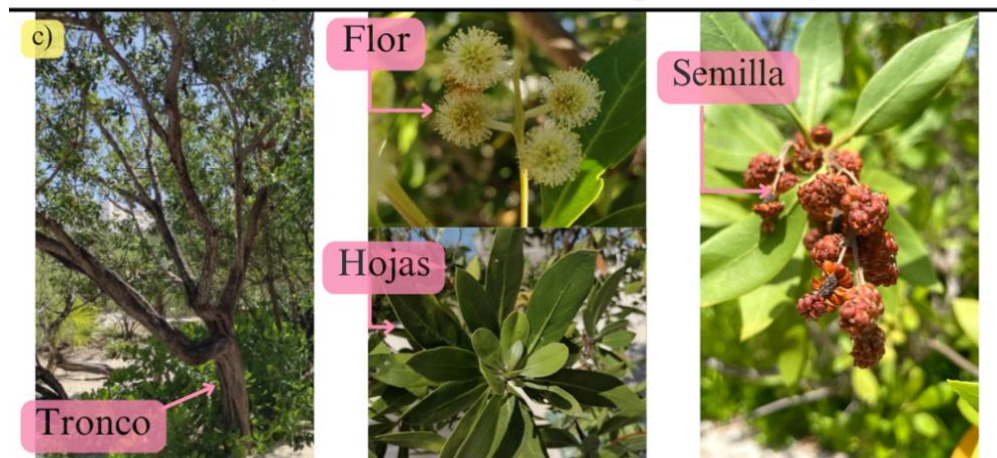
Mangle rojo (*Rhizophora mangle*)



Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)



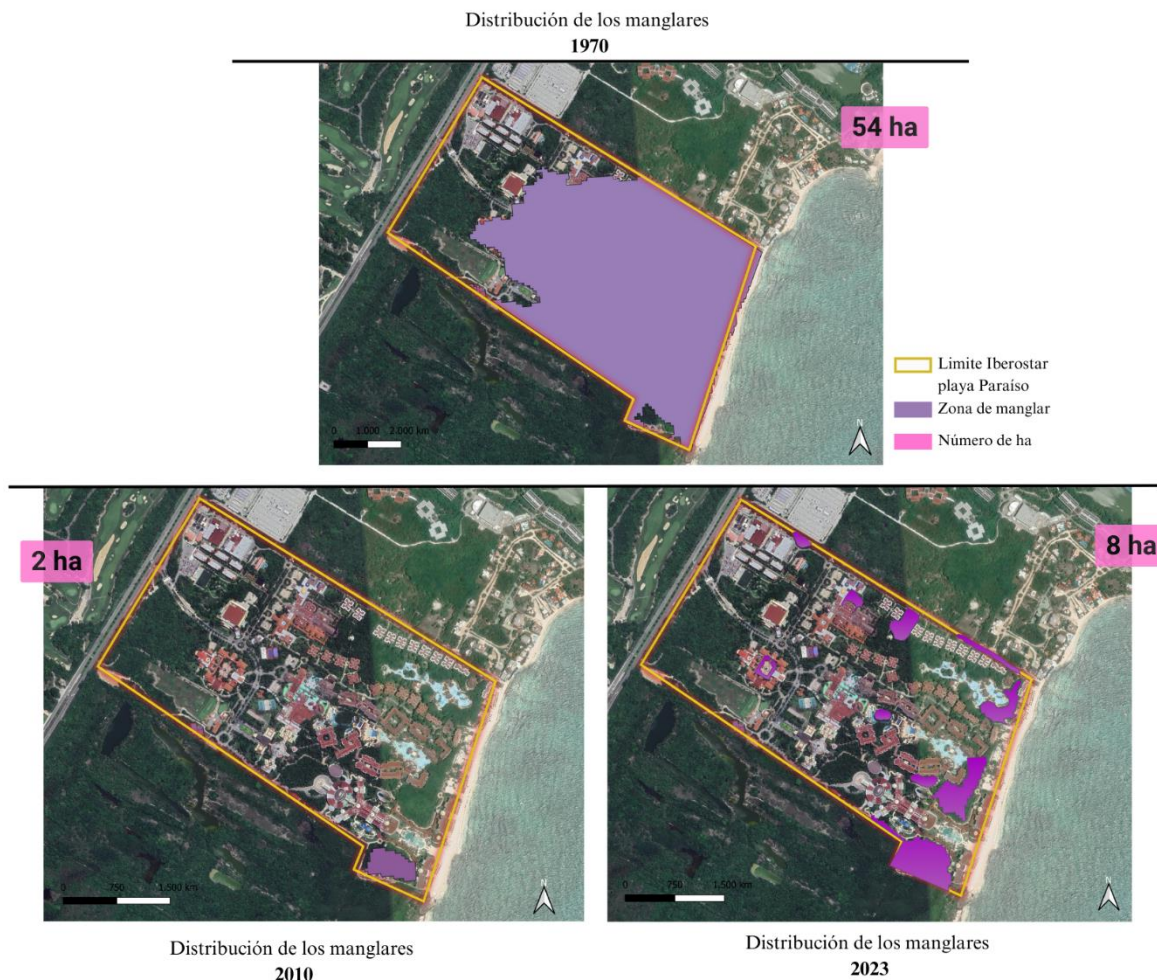
Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*)



Durante las últimas décadas la cobertura de manglar se ha visto disminuida por el cambio de uso de suelo, para el año de 1970 se tenía una cobertura de manglar de aproximadamente 54 ha, sin embargo, el crecimiento exponencial de las actividades turísticas, poblacionales y urbanas redujeron la cobertura de manglar significativamente, por ejemplo, para el año 2023 en esta zona de la Riviera Maya se registró que sólo quedaban alrededor de 8 ha, lo que se traduce en una pérdida de cobertura de manglar de hasta un 99% en la zona de estudio respectivamente. (Figura 17).

Figura 17

Cambio de cobertura de manglar en la zona de estudio (ha) (CONABIO 1970, 2010, 2023).



Nota: En esta figura se ilustra la distribución de los manglares en los años 1970, 2010 y 2023.

8.2.2 *Duna costera (DC)*

Para el área de playa Paraíso se han registrado 12 especies de plantas las cuales fueron reportadas previamente en el protocolo de buenas prácticas para el manejo de la duna costera desde el sector turismo en 2023 (Anexo 1), correspondientes a una cobertura de 0.977 ha (Tabla 3).

Tabla 3

Especies de plantas de duna costera registradas en la zona de estudio.

Especies	Familia	Nombre común	Tipo de crecimiento
<i>Ambrosia hispida</i>	Asteraceae	Margarita de playa	Herbácea
<i>Coccoloba uvifera</i>	Polygonaceae	Uva de playa	Arbustiva
<i>Cordia dodecandra</i>	Boraginaceae	Ciricote de playa	Arbustiva
<i>Hymenocallis spp</i>	Amaryllidaceae	Lirio de mar	Herbácea
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Convolvulaceae.	Riñonina	Herbácea
<i>Lantana involucrata</i>	Verbenaceae	Orégano de playa	Arbustiva
<i>Scaevola taccada</i>	Goodeniaceae	Lechuga de mar	Arbustiva
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Aizoaceae	Verdolaga de playa	Herbácea
<i>Sphagneticola trilobata</i>	Asteraceae	Margarita rastrera	Herbácea
<i>Sporobolus virginicus</i>	Poaceae	Ch'ilibil su'uk	Arbustiva
<i>Suriana maritima</i>	Surianaceae	Tabaquillo	Arbustiva
<i>Thrinax radiata</i>	Arecaceae	Palma Chit	Herbácea



La cobertura de dunas costeras de la zona de estudio dentro de playa Paraíso abarca 708,24 m de línea de costa, la cual ha sufrido una disminución por los procesos erosivos y la introducción de especies invasoras, que desplazan a las nativas. La expansión urbana en esta área ha causado fragmentación y reducción de la vegetación, lo que limita la cantidad de sedimentos disponibles y perturba el flujo natural entre las dunas costeras y la playa. Esto provoca procesos de erosión y favorece el retroceso en la línea costera (SEMARNAT, 2013, p.33) (Figura 18).

Figura 18

Distribución de las plantas de duna costera y cobertura (ha), en el año 2023, delimitación por interpretación propia de imagen Google earth pro.

Distribución de las Dunas Costeras
2023



8.2.3 Arrecifes de coral (AC)

Para la zona de estudio se tiene un área con parches arrecifales entre cinco a 13 m de profundidad. La longitud promedio del área es de 0.15 km² aproximadamente, presenta formaciones de uno a siete metros de elevación. En el arrecife de influencia de playa Paraíso se han identificado 31 especies de coral las cuales se identificaron mediante el monitoreo de la salud arrecifal que se realiza como parte de las actividades de restauración del movimiento WoC (Anexo 1) en Iberostar (Tabla 4).

Tabla 4

Especies de corales escleractíneos presentes en el área de estudio de playa Paraíso.

Familia	Especies	Estado de Conservación UICN
Acroporidae	<i>Acropora cervicornis</i>	En peligro crítico (UICN)
	<i>Acropora palmata</i>	En peligro crítico (UICN)
Agariciidae	<i>Agaricia agaricites</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Agaricia grahamae</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Agaricia humilis</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Agaricia tenuifolia</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Leptoseris cucullata</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Leptoseris species</i>	Preocupación menor (UICN)
Astrocoeniidae	<i>Madracis decactis</i>	En peligro crítico (UICN)
Pocilloporidae	<i>Stephanocoenia intersepta</i>	Preocupación menor (UICN)



Faviidae	<i>Colpophyllia natans</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Colpophyllia breviserialis</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Diploria labyrinthiformis</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Pseudodiploria strigosa</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Favia fragum</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Manicina areolata</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Solenastrea bournoni</i>	Preocupación menor (UICN)
Merulinidae	<i>Orbicella annularis</i>	En peligro (UICN)
	<i>Orbicella faveolata</i>	En peligro (UICN)
	<i>Orbicella franksi</i>	Casi amenazado (UICN)
Mussidae	<i>Isophyllia rigida</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Isophyllia sinuosa</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Mussa angulosa</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Mycetophyllia daniana</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Mycetophyllia ferox</i>	Vulnerable (UICN)
Poritidae	<i>Porites astreoides</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Porites divaricata</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Porites porites</i>	Preocupación menor (UICN)
Siderastreidae	<i>Siderastrea radians</i>	Preocupación menor (UICN)
	<i>Siderastrea siderea</i>	Preocupación menor (UICN)



La cobertura de coral y la pérdida de especies coralinas ha sido resultado de los crecientes cambios en el clima reportados en las últimas décadas, como el incremento de la temperatura de los océanos causando que los corales pierdan a las zooxantelas lo que produce el fenómeno del blanqueamiento (Cortes-Useche, 2019, p.2), aumentando su vulnerabilidad ante el aumento persistente de macroalgas carnosas (MAC) que impide el asentamiento de nuevas larvas de coral y alberga vectores de enfermedades y de mortalidad. La enfermedad de pérdida de tejido en corales duros (EPTCD), es una enfermedad coralina emergente y agresiva que afecta >35 especies de corales y ahora está devastando arrecifes en al menos 25 países del Caribe. El (los) agente(s) causal(es) de la enfermedad aún no se han identificado, se sospecha de agentes virales y bacterianos. La enfermedad tiene la capacidad de esparcirse velozmente, posiblemente mediante flujos de agua, sedimentos, bacterias, escorrentía superficial, y/o agua de lastre. El brote de la enfermedad ha diezmando las poblaciones de coral, especialmente de las especies de corales masivos constructores de arrecifes, reduciendo la complejidad del hábitat y la producción de carbonato de calcio. Es probable que se registre como la perturbación más letal en el Caribe. Además, eventos climáticos como tormentas y huracanes han generado daño físico en el arrecife, esto se ve traducido en una disminución de la salud y de la cobertura de coral (McField et al., 2022, p.60).

8.3 Acciones de restauración y conservación en los ecosistemas marinos y costeros

Durante los proyectos de restauración se han desarrollado e implementado técnicas novedosas basadas en la ciencia, para enfrentar los diferentes desafíos que están afrontando estos ecosistemas. En la Tabla 5 se describen las acciones de restauración (activa) y conservación o restauración (pasiva) que se realizaron dentro del movimiento WoC en todos los destinos de grupo Iberostar en el Caribe mexicano y cuáles son los pilares que los sustentan según su hoja de ruta.



Tabla 5

Acciones de restauración y conservación en los ecosistemas de manglar (MA), duna costera (DC) y arrecife de coral (AC). Elaboración propia con datos de Iberostar (2022).

Ecosistema	Categoría	Acción	Pilar
Manglar	Conservación o restauración pasiva	A través de imágenes multiespectrales se realizó un estudio de línea base, el objetivo fue establecer el estado de condición basado en indicadores de condición (Iberostar, 2022, p.30).	Superar los límites del conocimiento mediante la ciencia.
		Se llevó a cabo una restauración pasiva que consiste en la eliminación de factores que conducen a la degradación o destrucción del ecosistema, así como jornadas de limpieza que permitan que no existan obstáculos para la propagación de los propágulos (Iberostar, 2022, p.30).	Permitir a los empleados, clientes y comunidades "Descubrir los ecosistemas marinos".
		Se delimitan perímetros de protección en la periferia de las zonas donde se localizan y se colocó una señalética que especificaba que era zona de manglar y restringe el paso únicamente a personal autorizado (Iberostar, 2022, p.30).	Integrar la salud costera en las operaciones.
Dunas Costeras	Restauración activa	El primer paso fue unirse a los esfuerzos de conservación locales liderados por un equipo multistitucional para establecer viveros para la producción de 6,000 plantas de dunas costeras en Cozumel (Iberostar, 2022, p.32).	Liderar a través de la acción e impulsando el cambio en la industria
		El segundo paso, fue iniciar un proyecto de restauración de dunas en los 3 destinos en los que operamos en el Caribe Mexicano: playa Paraíso, Playa del Carmen, Cancún y Cozumel. Se han identificado y marcado zonas de recuperación y se ha iniciado la reforestación de 4000 plantas. Este proceso ha sido supervisado por un equipo científico y acompañamiento técnico (autoridades y agencias) para monitorear los impactos de la restauración en estos ecosistemas (Iberostar, 2022, p.32).	Integrar la salud costera en las operaciones
		El 17 de mayo de 2022 Grupo Iberostar firmó un convenio con la Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo (SEDETUR), Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo (SEMA), The Nature Conservancy y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), con el objetivo de fortalecer las acciones para la adaptación al cambio climático (Iberostar, 2022, p.32).	Liderar a través de la acción e impulsando el cambio en la industria



<p>Arrecifes de Restauración coral activa</p>	<p>Se identificaron las especies e individuos mejor adaptados para sobrevivir al estrés térmico y al calentamiento de los océanos. Si detectamos las especies y los individuos más resilientes, podemos usar esa información para desarrollar estrategias de gestión y prácticas de recuperación proactivas. Propagando en nuestros viveros a los individuos de las especies resistentes al calor, tendremos genotipos que permitirán procesos de restauración con mayores posibilidades de sobrevivir en el tiempo (Iberostar, 2022, p.33).</p>	<p>Superar los límites del conocimiento mediante la ciencia</p>
	<p>Se utilizaron técnicas que aprovechen el sustrato ya disponible en los arrecifes de coral y al mismo tiempo incremente las tasas de crecimiento de los corales, pensando en conservar una de las funciones estructurales más importantes de estos ecosistemas. La técnica denominada reskinning reduce los costos y genera beneficios para los programas de restauración (Iberostar, 2022, p.33).</p>	
	<p>Se realizaron monitoreos ecológicos semestrales para conocer el estado de condición de los arrecifes antes, durante y después de las intervenciones de restauración activa (Iberostar, 2022, p.33).</p>	
	<p>Se integró el uso de fotomosaicos a los monitoreos ecológicos con el objetivo de abarcar análisis espacio temporales con mayores escalas (Iberostar, 2022, p.33).</p>	
	<p>Fomentar el uso de nuevas tecnologías para ser utilizadas en los programas de restauración mediante convenios con entidades académicas. Por ejemplo, mediante el estudio de la expresión genética en corales para la detección de marcadores moleculares que sirvan como indicadores de adaptación a estrés ambiental, o el uso de firmas espectrales para identificar correlaciones entre simbioses y sus hospederos; de este modo encontrar simbioses que se puedan adaptar mejor a los cambios ambientales (Iberostar, 2022, p.33).</p>	



8.4 Evaluación del desempeño de las SbN

En general los resultados para los siete criterios contemplados en este análisis para la implementación de las SbN en el contexto del riesgo climático se alinearon con el Estándar Global de la UICN de forma adecuada o buena. De los 23 indicadores evaluados para las acciones de conservación y restauración de los ecosistemas marinos y costeros, se encontró de forma general que se adhieren a los pilares del desarrollo sostenible, economía, medio ambiente y sociedad (Tabla 6).

Tabla 6

Evaluación del desempeño de las SbN.

#	Criterio	Clave (%)	Producto
1.	La SbN aborda efectivamente los desafíos sociales	100%	Sólido
2.	Diseño de SbN es realizado a escala	91%	Adecuado
3.	La SbN genera una ganancia neta para la biodiversidad y la integridad del ecosistema	75%	Adecuado
4.	La SbN es económicamente viable	69%	Adecuado
5.	La SbN es inclusiva, transparente y favorece procesos de gobernanza	N/A	N/A
6.	La SbN equilibra equitativamente las compensaciones entre el logro de su objetivo primario y la provisión de múltiples beneficios	75%	Adecuado
7.	La SbN está gestionada adaptativamente y basada en la evidencia	83%	Adecuado
8.	La SbN es sostenible y se integra dentro de un contexto jurisdiccional adecuado	91%	Sólido



Las SbN reconocen y responden a las interacciones entre economía, sociedad y ecosistema, abordando los principales retos sociales; a) Mitigación y adaptación al cambio climático, b) Reducción del riesgo de desastres, c) Desarrollo económico y social, d) Degradación ambiental y pérdida de biodiversidad (C1). Su diseño se integró adecuadamente con otras intervenciones complementarias y buscaron sinergias entre otros sectores, más allá del sector productivo del turismo (operación del hotel), a través de colaboraciones con la academia, gobierno y otros actores locales (C2). En el criterio 3 (C3) sobre ganancia neta de biodiversidad y el criterio 4 relativo a la viabilidad económica de las SbN, 3 indicadores obtuvieron una calificación parcial; reflejando vacíos en el monitoreo periódico de los impactos de origen antropogénico. Además, en los indicadores de análisis de costo beneficio y viabilidad operativa (C4) se evidenciaron vacíos relacionados con la participación de socios o actores externos que influyen sobre la implementación de las SbN. Para el caso de los criterios correspondientes para abordar los desafíos sociales (C1), así como asegurar la integración y sostenibilidad de las SbN (C8) alcanzaron una calificación sólida (>75%). Mientras que los otros cinco criterios evaluados alcanzaron una calificación adecuada (>50 y <75 %). Sin embargo, el criterio que incluye el equilibrio en los beneficios en la implementación de las SbN obtuvo el rendimiento más bajo de la autoevaluación del 60%, (C6).



9 DISCUSIÓN

Los hallazgos sobre las características del clima y los eventos extremos, reflejan un entorno cambiante, a partir de la revisión realizada para la Riviera Maya y las proyecciones que se estiman para los próximos treinta años, los datos indican que continuarán con el aumento de la frecuencia de los eventos extremos, con dos o tres veces más huracanes de categoría IV y V en la cuenca atlántica (Welsh, 2020, p.3), con impactos humanos, ecológicos y económicos severos. A pesar del aumento en la frecuencia e intensidad de los huracanes y tormentas en la región del Caribe mexicano, los resultados de la autoevaluación muestran una intervención basada en acciones de restauración y conservación adherida al Estándar de la UICN. El uso de los ecosistemas marinos y costeros (manglares, dunas costeras arrecifes de coral) y los servicios que brindan para reducir el riesgo del clima están alienados como parte de una estrategia general de adaptación para ayudar al sector y sus beneficiarios a afrontar los efectos adversos del cambio climático (Rivera, 2022, p.27). Por ejemplo, 20 de los 23 indicadores se alinean a un rendimiento adecuado o bueno. Los criterios que relacionan la reducción del riesgo de desastres basada en los ecosistemas (C1, C3, C7 y C8), definida como la gestión sostenible, conservación y restauración de ecosistemas para proporcionar servicios que reduzcan el riesgo de desastres al mitigar los riesgos y al aumentar la resiliencia de los medios de vida se abordan de manera sólida para el área de estudio (PEDRR, 2010, p.24). Sin embargo, según los resultados los vacíos más significativos están en los procesos de gobernanza, ya que requieren tiempo y profundidad para ser evaluados (C5). En el área de estudio playa Paraíso, los procesos de gobernanza inclusivos, transparentes y empoderados, para ser eficaces implican la participación de comunidades locales adyacentes al área de estudio, empoderando al talento local. Algunos de los casos exitosos en otras regiones incluyen participación de pescadores, jóvenes voluntarios que participan activamente en los proyectos de restauración de ecosistemas marinos y costeros (Lirman y Shopmeyer, 2016, p.4).

El diseño y la integración de varios departamentos (mantenimiento, jardinería, animación, etc.) complementan los trabajos de restauración y conservación en el área de estudio (C2). Es decir, se ha incorporado el mantenimiento y monitoreo de las SbN dentro de las operaciones del sector de forma adecuada. Además, las intervenciones buscan sinergias entre sectores fuera del hotel con instituciones privadas, de educación y de gobierno, convirtiéndose en modelos de implementación regional, tal como se han mencionado otros casos en la región Caribe y en los países latinoamericanos (Johnson et al, p.3., 2011., Rinkevich, 2014, p.33) en



el caso de oportunidades para fortalecer las SbN, la viabilidad económica (C4) y el equilibrio de compensaciones (C6), parecen ser las vías más importantes para mejorar las intervenciones, identificar y documentar los costos y beneficios directos e indirectos asociados a las SbN es necesario para sectores productivos como el turismo en países dependientes de sus ingresos, así como en casos donde la implementación de las SbN requiera gestión de los recursos financieros, que en muchos casos se convierte en inversiones altas y poco prácticas por la falta de una capacidad institucional. Por ejemplo, en algunos casos el costo y la viabilidad de la restauración pueden obstaculizar las decisiones sobre el éxito de las SbN. Bayraktarov et al., (2016), reportan costos para la restauración de una hectárea de hábitat costero marino fueron entre \$80,000 dólares y \$ 160,000 dólares, y es probable que los costos totales reales sean de dos a cuatro veces superiores si se incluyen los costos operativos, por lo que una planeación práctica y factible a través de la recopilación de datos es necesaria para futuras intervenciones (p. 1055). Más allá de alcanzar una evaluación adecuada para estos criterios, en los países en desarrollo y dependientes del turismo en las zonas costeras, es posible que los esfuerzos se deban concentrar en optimizar los recursos económicos para el desarrollo de las SbN.

Con base a los resultados obtenidos en este informe, se destaca por primera vez la importancia de planificar las SbN teniendo en cuenta los retos del cambio del clima global, y que estos contribuyen a la adaptación climática, mejorar la conservación de la biodiversidad, reducir la degradación de los ecosistemas y mejorar el bienestar social, utilizando el Estándar Global. Futuras investigaciones deberían enfocarse en analizar los costos y beneficios y documentar los resultados a través de la publicación abierta, de modo que sirva de motivación y sea justa para la sociedad y la naturaleza.



10 CONCLUSIONES

La condición de los ecosistemas costeros para la zona de Quintana Roo teniendo en cuenta la vulnerabilidad ante los fenómenos antropogénicos, en especial el desarrollo de infraestructura turística, han causado el cambio del paisaje marino-costero, generando un cambio en la cobertura del manglar y de la duna costera de hasta un 99% desde el año de 1970. Además, se resaltan los impactos del cambio climático, como el aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas y huracanes durante las últimas dos décadas (2000-2020) de exposición, donde el huracán “Wilma” en 2005 alcanzó la categoría V en tan solo 24 horas, después del 2005 se registraron 23 huracanes de diferentes categorías de los cuales “Delta” en el 2022 alcanzó la categoría IV, dejando a su paso pérdidas económicas estimadas en millones de dólares, donde las zonas más afectadas dentro del complejo de hoteles de Iberostar en playa Paraíso fueron las que se encontraban desprotegidas y sin ningún tipo de barrera natural sobre la línea de costa, y en la zona donde existe gran abundancia de vegetación de manglar (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, y *Conocarpus erectus*) y vegetación de duna costera principalmente las arbustivas (*Coccoloba uvifera*, *Cordia dodecandra*, *Lantana involucrata*, *Scaevola taccada*, *Sporobolus virginicus*, *Suriana marítima*).

De esta manera se concluye que la importancia de implementar Soluciones basadas en la Naturaleza a través de acciones de restauración y conservación de ecosistemas marinos y costeros (manglar, las dunas costeras y los arrecifes de coral), puede ser una herramienta eficiente para medir que tanto protegen los ecosistemas marinos y costeros ante los efectos del cambio climático a las zonas costeras del Caribe mexicano y motivar a los gobiernos y al sector privado para invertir cada vez más en la restauración y conservación de cada uno de estos ecosistemas de barrera. Además, se concluye que una revisión del estado de vulnerabilidad climática de estos ecosistemas es fundamental para el éxito del diseño de las SbN.

En este informe se ha evaluado por primera vez en la zona de estudio, el desempeño de la implementación de las SbN bajo el concepto de la aplicación del Estándar Global de la UICN, se identificaron más fortalezas y vacíos para las acciones de reducción de riesgo costero en la zona de playa Paraíso por parte del sector productivo del turismo. Se observó que las acciones se alinearon y evaluaron de acuerdo con 7 de los 8 criterios y 23 de los 28 indicadores cuyos hallazgos encontrados revelan que se necesita priorizar y mejorar los indicadores de los criterios 2, 3, 4, 6, y 7 cuya puntuación fue “adecuado” y seguir manteniendo los esfuerzos de restauración y conservación para mantener una puntuación “solida” para los criterios 1 y 8.



Futuras investigaciones deben enfocarse en fortalecer alianzas gubernamentales que sean inclusivas, transparentes y empoderadas para poder alinear las SbN en los ocho criterios dictaminados por el Estándar de la UICN. Además de servir como motivación para el sector, que sea justa para la sociedad y la naturaleza.



11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Filip, L., Millet Encalada, M., Reyes Bonilla, H., (2009). Impact of Hurricanes Emily and Wilma on the coral community of Cozumel Island. *Bull. Mar. Sci.* 84, 296–306.
- Alcántara Valero, A., Arribas Ortega, D., Castro Bonaño, J., Salvo-Tierra, A., (2021). Guía para la aplicación de Soluciones basadas en la Naturaleza de la provincia de Málaga. Diputación de Málaga, 1-160 pp.
- Anthoff, D., Nicholls, R. J., & Tol, R. S. J. (2010). The economic impact of substantial sea-level rise. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 15(4), 321-335. <https://doi.org/10.1007/s11027-010-9220-7>.
- Arias González, J. E., Rivera Sosa, A., Zaldívar Rae, J., Alva Basurto, C., Cortés Useche, C., (2016). The Animal Forest and Its Socio-ecological Connections to Land and Coastal Ecosystems. In: Rossi, S., Bramanti, L., Gori, A., Orejas, C. (Eds.) *Marine Animal Forests*, Springer, Switzerland. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-17001-5_33-1.
- Atkinson, J and Bonser, S.P. (2020) “Active” and “passive” ecological restoration strategies in meta-analysis. *Restor Ecol*, 28:1032-1035. <https://doi.org/10.1111/rec.13229>.
- Bayraktarov, E., Saunders, M.I., Abdullah, S., Mills, M., Beher, J., Possingham, H.P., Mumby, P.J. and Lovelock, C.E. (2016), The cost and feasibility of marine coastal restoration. *Ecol Appl*, 26: 1055-1074. <https://doi.org/10.1890/15-1077>.
- Beck, H., Zimmermann, N., McVicar, T. et al. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Sci Data* 5, 180214. <https://doi.org/10.1038/sdata>.
- Bethan C. O'Leary, Catarina Fonseca, Cindy C. Cornet, Mindert B. de Vries, A.Karima Degia, Pierre Failler, Elisa Furlan, Joaquim Garrabou, Artur Gil, Julie P. Hawkins, Dorte Krause-Jensen, Xavier Le Roux, Myron A. Peck, Géraldine Pérez, Ana M. Queirós, Grzegorz Różyński, Agustín Sanchez-Arcilla, Rémy Simide, Isabel Sousa Pinto, Ewan Trégarot, Callum M. Roberts. (2023). Embracing Nature-based Solutions to promote resilient marine and coastal ecosystems, *Nature-Based Solutions*, Volume 3, 2023, 100044, ISSN 2772-4115. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100044>.
- CICLONES TROPICALES CON INFLUENCIA EN EL TERRITORIO ESTATAL. (2023, 27 de abril). COEPROC, Coordinación Estatal de Protección Civil. <https://qroo.gob.mx/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal/>.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2019). Resumen Ejecutivo del Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres-Puerto Morelos. CONANP, PNUD. México. https://simec.conanp.gob.mx/Publicaciones2020/Publicaciones%20CONANP/Parte%201/Cambio%20Climatico/PACC/2019%20PACC%20Isla_Mujeres_Puerto_Morelos_Resumen.pdf.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2016). Estudio Previo Justificativo para la declaratoria de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, Quintana Roo. 305 pp. <https://iefectividad.conanp.gob.mx/iefectividad/PYyCM/RB%20Banco%20Chinchorro/1COMPPLANEACION/2DISE%20C3%91ODELANP/EPJRBCM.pdf>.



- CONABIO. (2023). *Dunas costeras*. Biodiversidad Mexicana. Recuperado 27 de abril de 2023, de <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/dunasCosteras>.
- CONABIO. (2009). *Manglares de México: Extensión y distribución*. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 pp.
- CONAGUA. (2001). Reporte técnico de la trayectoria del huracán Iris en las costas del caribe mexicano. Comisión nacional del agua. México. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2001-Iris.pdf>.
- CONAGUA. (2005). Resumen del huracán Wilma del océano Atlántico. Comisión Nacional del Agua. México. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2005-Wilma.pdf>.
- CONAGUA. (2006). *Reseña del huracán Dean del océano Atlántico*. Comisión Nacional del Agua. México. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2007-Dean.pdf>.
- CONAGUA. (2010). *Reseña del huracán Karl del océano Atlántico*. Comisión Nacional del Agua. México. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2010-Karl.pdf>.
- CONAGUA. (2019). *Reseña del huracán Lorenzo del océano Atlántico*. Comisión Nacional del Agua. México. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2019-Lorenzo.pdf>.
- CONAGUA. (2020). *Reseña del huracán Delta del océano Atlántico*. Comisión Nacional del Agua. México. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2020-Delta.pdf>.
- Cooley, S., D. Schoeman, L. Bopp, P. Boyd, S. Donner, D.Y. Ghebrehiwet, S.-I. Ito, W. Kiessling, P. Martinetto, E. Ojea, M.-F. Racault, B. Rost, and M. Skern-Mauritzen, (2022). Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 379–550, <http://doi.org/10.1017/9781009325844.005>.
- Cortés Useche C., Muñiz Castillo A. I., Calle Triviño J., Yathiraj R., Arias González J. E. (2019). Reef condition and protection of coral diversity and evolutionary history in the marine protected areas of southeastern Dominican Republic. *Reg. Stud. Mar. Sci.* 32, 100893. <http://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100893>.



- Desastres, C. N. de P. de. (2023). El huracán Delta se degrada a categoría 1 mientras se aleja. [gob.mx](http://www.gob.mx/cenapred/articulos/el-huracan-delta-se-dirige-a-quintana-roo). Recuperado 28 de abril de 2023, de <http://www.gob.mx/cenapred/articulos/el-huracan-delta-se-dirige-a-quintana-roo>.
- Desde el Herbario CICY 10: 222–226 (2018) Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. ISSN: 2395-8790. http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/.
- Espejel, I., O. Jiménez Orocio, G. Castillo Campos, P. P. Garcillán, L. Álvarez, S. Castillo Argüero, R. Durán, M. Ferrer, D. Infante Mata, S. Iriarte, J. L. León de la Luz, H. López Rosas, A. Medel Narváez, R. Monroy, P. Moreno Casasola, J. P. Rebman, N. Rodríguez Revelo, J. Sánchez Escalante y S. Vanderplank. (2017). Flora en playas y dunas costeras de México. *Acta Botánica Mexicana* 121: 39-8. <http://dx.doi.org/10.21829/abm121.2017.1290>.
- Estrada Saldívar, N., Pérez Cervantes, E., Navarro Espinoza, E., Secaira Fajardo, F. y Alvarez Filip, L. (2022). Efectos del Huracán Delta en los arrecifes del Norte de Quintana Roo, UNAM-The Nature Conservancy. https://reefresilience.org/wp-content/uploads/Efecto-del-Huracan-Delta-en-los-arrecifes-del-Norte-de-Quintana-Roo_web.pdf.
- Ferrario, F. et al. (2014). The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. *Nat. Commun.* 5:3794. <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms4794>.
- Gann, T. McDonald, B. Walder, J. Aronson, C.R. Nelson, J. Jonson, K. W. Dixon. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration, *Restor Ecol.* 27 (S1) S1–S46, 27(S1), S1-S46.
- Gardner T.A., Côté I.M., Gill J.A., Grant A., Watkinson A.R. (2003) Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science.* 301: 958 – 960.
- Gillis LG, Bouma TJ, Jones CG, van Katwijk MM, Nagelkerken I, Jeuken CJL, Herman PMJ, Ziegler AD. (2014). Potential for landscape-scale positive interactions among tropical marine ecosystems. *Mar Ecol Prog Ser.* 2014;503:289–303.
- Guannel, G., Arkema, K., Ruggiero, P., & Verutes, G. (2016). The Power of Three: Coral Reefs, Seagrasses and Mangroves Protect Coastal Regions and Increase Their Resilience. *PLOS ONE*, 11(7), e0158094. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0158094>
- IBEROSTAR. (2022, 17 de octubre). *A Roadmap to Improving Ocean and Coastal Health*. Miami, Florida. 37 pp. https://waveofchange.com/wp-content/uploads/2022/06/Iberostar_CoastalHealth_Roadmap.pdf.
- International Union for Conservation of Nature (2016). WCC-2016-Res-069: Defining Nature-based Solutions. World Conservation Congress. Hawai'i.
- International Union for Conservation of Nature (2020a). Guidance for Using the IUCN Global Standard for Nature-based Solutions: A User-Friendly Framework for the Verification, Design and Scaling Up of NbS. Gland. <http://doi.org/10.2305/iucn.ch.2020.09>.
- International Union for Conservation of Nature (2020b). Guidance for Using the IUCN Global Standard for Nature-based Solutions: A User-Friendly Framework for the Verification, Design and Scaling Up of NbS. Gland. <http://doi.org/10.2305/iucn.ch.2020.09>.
- International Union for Conservation of Nature (2021, 7 de Octubre). *IUCN to develop collaborative certification scheme for Nature-based Solutions*,



<https://www.iucn.org/news/species/202109/iucn-developcollaborative-certification-scheme-nature-based-solutions>.

- IPCC, 2022: Climate Change (2022): Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., <http://doi.org/10.1017/9781009325844>.
- Johnson ME, Lustic C, Bartels E, Baums IB, Gilliam DS, Larson EA, Lirman D, Miller MW, Nedimyer K, Schopmeyer S. (2011). Caribbean Acropora Restoration Guide: Best Practices for Propagation and Population Enhancement. Arlington: The Nature Conservancy.
- J. Sánchez. (2019). Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL, Libros de la CEPAL, N° 158 (LC/PUB.2019/18-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Kristen Welsh, Ricardo Sánchez-Murillo. (2022). Rainfall, groundwater, and surface water isotope data from extreme tropical cyclones (2016-2019) within the Caribbean Sea and Atlantic Ocean basins, Data in Brief, Volume 30, 2020, 105633, ISSN 2352-3409, <http://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105633>.
- Lirman D, Schopmeyer S. (2016). Ecological solutions to reef degradation: optimizing coral reef restoration in the Caribbean and Western Atlantic. PeerJ 4:e2597. <http://doi.org/10.7717/peerj.2597>.
- Loreau M, Mouquet N, Holt RD. (2003). Meta-ecosystems: a theoretical framework for a spatial ecosystem ecology. Ecol Lett. 2003;6:673–9.
- M.W. Beck, I.J. Losada, P. Menéndez, B.G. Reguero, P. Díaz-Simal, F. Fernández. (2022). The global flood protection savings provided by coral reefs, Nat. Commun. 9 (1) 1–9
- Magnan, A.K., Pörtner, H.O., Duvat, V.K.E. et al. (2021). Estimating the global risk of anthropogenic climate change. Nature Climate Change. 11, 879–885.
- Martínez M.L. Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez Orocio, O., Infante Mata D., Rodríguez Revelo, N., y Cruz González J.C. (2014) Diagnóstico general de las dunas costeras de México. CONAFOR 350 pp.
- McField M., Kramer P.R. (2007) Healthy Reefs for Healthy People: A Guide to Indicators of Reef Health and Social Well-being in the Mesoamerican Reef Region. (Arrecifes Saludables para Gente Saludable: Guía de indicadores de salud de los arrecifes y bienestar social en la región del Sistema Arrecifal Mesoamericano). Miami. 208 pp.
- McIvor, A., Spencer, T., Spalding, M., Lacambra, C., & Möller, I. (2015). Mangroves, Tropical Cyclones, and Coastal Hazard Risk Reduction. En *Coastal and Marine Hazards, Risks, and Disasters* (pp. 403-429). Elsevier. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-396483-0.00014-5>.
- Mendoza González G., Zepeda Centeno C., Francisco V., Hernández Mendoza V., Hoil D., Secaira F., Aguirre-Fierro J, C., Rioja Nieto R. 2022. Manual para la restauración de dunas costeras de la Península de Yucatán. ENES-Mérida. p. 139.



- Navarro Martínez, A., Durán García, R., & Méndez González, M. (2016). El impacto del huracán Dean sobre la estructura y composición arbórea de un bosque manejado en Quintana Roo, México. *Madera y Bosques*, 18(1), 57-76. <http://doi.org/10.21829/myb.2012.1811138>.
- Nguyen, N. T. H., Friess, D. A., Todd, P. A., Mazon, T., Lovelock, C. E., Lowe, R., Gilmour, J., Ming Chou, L., Bhatia, N., Jaafar, Z., Tun, K., Yaakub, S. M., & Huang, D. (2022). Maximising resilience to sea-level rise in urban coastal ecosystems through systematic conservation planning. *Landscape and Urban Planning*, 221, 104374. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104374>.
- P, Menendez, I.J. Losada, S. Torres Ortega, S. Narayan, M.W. Beck, (2020). The global flood protection benefits of mangroves, *Sci. Rep.* 10 (1) 1–11.
- Pandolfi J.M., Bradbury R.H., Sala E., Hughes T.P., Bjorndal K.A., Cooke R.G., McArdle D., McClenachan L., Newman M.J.H., Paredes G., Warner R.R., Jackson J.B.C. (2003) Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*. 301, 955-958.
- Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction (PEDRR). (2010). Demonstrating the Role of Ecosystems-based Management for Disaster Risk. Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction.
- Oscar Jiménez-Orocio, Ileana Espejel, y María Luisa Martínez. (2015). La investigación científica sobre dunas costeras de México: origen, evolución y retos. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86 (2015) 486–507, <http://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.04.022>.
- Rivera Arriaga, E., I. Azuz Adeath, O. D. Cervantes Rosas, A. Espinoza Tenorio, R. Silva Casarín, A. Ortega Rubio, A. V. Botello y B. E. Vega-Serratos (2020). Gobernanza y Manejo de las Costas y Mares ante la Incertidumbre. Una Guía para Tomadores de Decisiones. Universidad Autónoma de Campeche, *ricomar*. 894. <http://doi.org/10.26359/epomex.0120>.
- Restauración. (2023, 29 de abril). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/restauracion-2/>.
- Rinkevich B. (2014). Rebuilding coral reefs: does active reef restoration lead to sustainable reefs? *Current Opinion in Environmental Sustainability* 7:28-36.
- Rioja Nieto, R., & Álvarez Filip, L. (2018). Coral reef systems of the Mexican Caribbean: Status, recent trends and conservation. *Marine Pollution Bulletin*.
- Rodríguez Zúñiga, M.T., Troche Souza C., Vázquez Lule, A. D., Márquez Mendoza, J. D., Vázquez Balderas, B., Valderrama Landeros, L., Velázquez Salazar, S., Cruz López, M. I., Ressler, R., Uribe Martínez, A., Cerdeira Estrada, S., Acosta Velázquez, J., Díaz-Gallegos, J., Jiménez Rosenberg, R., FueyoMac Donald, L. y Galindo Leal, C. (2013). Manglares de México/ Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 128 pp.
- Rodríguez Zúñiga M. T., E. Villeda Chávez, A. D. Vázquez-Lule, M. Bejarano, M. I. Cruz López, M. Olguín, S. A. Villela Gaytán, R. Flores (Coordinadores). (2018). Métodos para la caracterización de los manglares mexicanos: un enfoque espacial multiescala.



- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México. 272 pp.
- Roman Cuesta, R.M., Canty, S.W.J., Herrera, J., Teutli, C., Muñoz Castillo, A.I., McField, M., Soto, M., do Amaral, C., Paton, S., et al. (2022). Stakeholders' Perceptions of Nature-Based Solutions for Hurricane Risk Reduction Policies in the Mexican Caribbean. *Land*, 11, 1701. <http://doi.org/10.3390/land11101701>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2013). *Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias*; Dirección de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial SEMARNAT, México, 97 pp. <https://ciencias.ens.uabc.mx/documentos/libros/LibroDunasCosteras.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2019). *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. México, Ciudad de México*. 374 pp. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/191_libro_pm.pdf.
- Secretaría de Marina. (SEMAR, 2023). *Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología (DIGAOHM)*. Puerto Morelos. México. 15 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT, 2023, 27 de abril). http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_AIRE04_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce.
- Silva, H., Rosas, G., Secaira, F., Meller, T., Mendoza, M. (2014). Sobrevive al cambio climático. Catálogo de buenas prácticas para reducir los impactos del clima en la zona costera de Quintana Roo, México. Chetumal, Quintana Roo: Instituto Tecnológico de Chetumal, The Nature Conservancy, Amigos de Sian Ka'an-marti.
- Spencer, N., Strobl, E., & Campbell, A. (2022). Sea level rise under climate change: Implications for beach tourism in the Caribbean. *Ocean & Coastal Management*, 225, 106207. <http://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106207>.
- Sobel, A.H., S.J. Camargo, T.M. Hall, C.-Y. Lee, M.K. Tippett, and A.A. Wing. (2016). Human influence on tropical cyclone intensity. *Science*, 353, no. 6296, 242-246. <http://doi.org/10.1126/science.aaf6574>.
- Sol Sánchez, A., Hernández Melchor, G. I., Hernández Hernández, M. (2022). Desarrollo bioeconómico y manglares en América Latina. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, vol. 8, núm. 16, 2410-7980. <http://doi.org/10.5377/ribcc.v8i16.15162>.
- The Nature Conservancy. (2021). *Guía Azul para la resiliencia costera. Proteger las comunidades costeras mediante soluciones basadas en la naturaleza. Un manual para los profesionales de reducción del riesgo de desastres*. The Nature Conservancy. Arlington, VA. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00XRB1.pdf.
- Trenberth, K. E., & Fasullo, J. T. (2013). An apparent hiatus in global warming? *Earth's Future*, 1(1), 19-32. <http://doi.org/10.1002/2013EF000165>.
- Torres, W., M. Méndez, A. Dorantes y R. Durán. (2010). Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral Yucateco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 86: 37-51.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2022). Reporte anual. Gland, Switzerland. IUCN. 32 pp.



- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2021). Annual Report. Gland, Switzerland. UNDRR. 43 pp.
- Velázquez Salazar S., Rodríguez Zúñiga M.T., Alcántara Maya J.A., Villeda Chávez E., Valderrama Landeros L., Troche Souza C., Vázquez Balderas B., Pérez Espinosa I., Cruz López M. I., Ressler R., De la Borbolla D. V. G., Paz O., Aguilar Sierra V., Hruby F. y Muñoa Coutiño J. H. (2021). Manglares de México. Actualización y análisis de los datos 2020. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México CDMX. Pp. 168.
- Veron J.E.N. (2000). Corals of the world. Stafford- Smith, M. (Ed). Australian Institute of Marine Science. 463 pp.
- Kristen Welsh, Ricardo Sánchez-Murillo, Rainfall, groundwater, and surface water isotope data from extreme tropical cyclones (2019) within the Caribbean Sea and Atlantic Ocean basins, Data in Brief, Volume 30, 2020, 105633, ISSN 2352-3409. <http://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105633>.
- Woodruff, J., Irish, J. & Camargo, S. (2013). Coastal flooding by tropical cyclones and sea-level rise. Nature 504, 44–52. <http://doi.org/10.1038/nature12855>.
- World Economic Forum Global Risks Perception Survey. (2020). Geneva Switzerland, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf.



12.1 Protocolo de Buenas Prácticas para el manejo del Manglar desde el sector turismo.



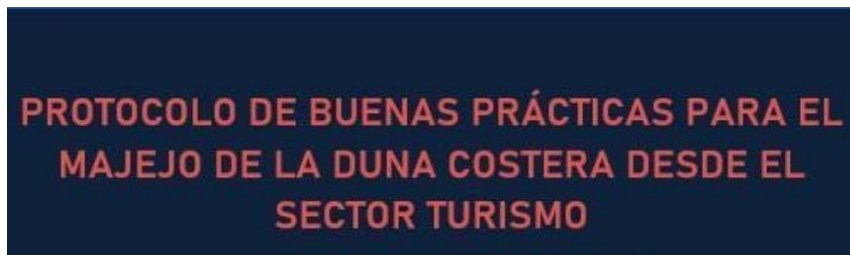
Protocolo de Buenas Prácticas
para el manejo del manglar
desde el sector turismo



Enlace para acceder al documento:

https://www.canva.com/design/DAFjS9AbU84/96iskgP2xesFDRyuqfGQCA/edit?utm_content=DAFjS9AbU84&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

12.2 Protocolo de Buenas Prácticas para el manejo de la Duna Costera desde el sector turismo.



Enlace para acceder al documento:

[https://www.canva.com/design/DAFjq9Vq3oI/rYhRqxDAABbKwJwav5UEQ/edit?utm_content=DAFjq9Vq3oI&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebut
ton](https://www.canva.com/design/DAFjq9Vq3oI/rYhRqxDAABbKwJwav5UEQ/edit?utm_content=DAFjq9Vq3oI&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

12.3 Protocolo de Contingencia. Respuesta oportuna al impacto de tormentas y huracanes a los arrecifes coralinos.



Enlace para acceder al documento:

https://www.canva.com/design/DAFjSyxL3So/IJrs6n8KT3B680YLfv0w7Q/edit?utm_content=DAFjSyxL3So&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

12.4 Manual de Protocolos de monitoreo de arrecifes coralinos y monitoreo de técnicas de restauración coralina.

**MANUAL DE PROTOCOLOS DE MONITOREO DE
ARRECIFES CORALINOS Y MONITOREO DE
TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN CORALINA**



Enlace para acceder al documento:

https://www.canva.com/design/DAFjS0sDQrg/LVvgUPS_TgWyGV7D2C89YQ/edit?utm_content=DAFjS0sDQrg&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton