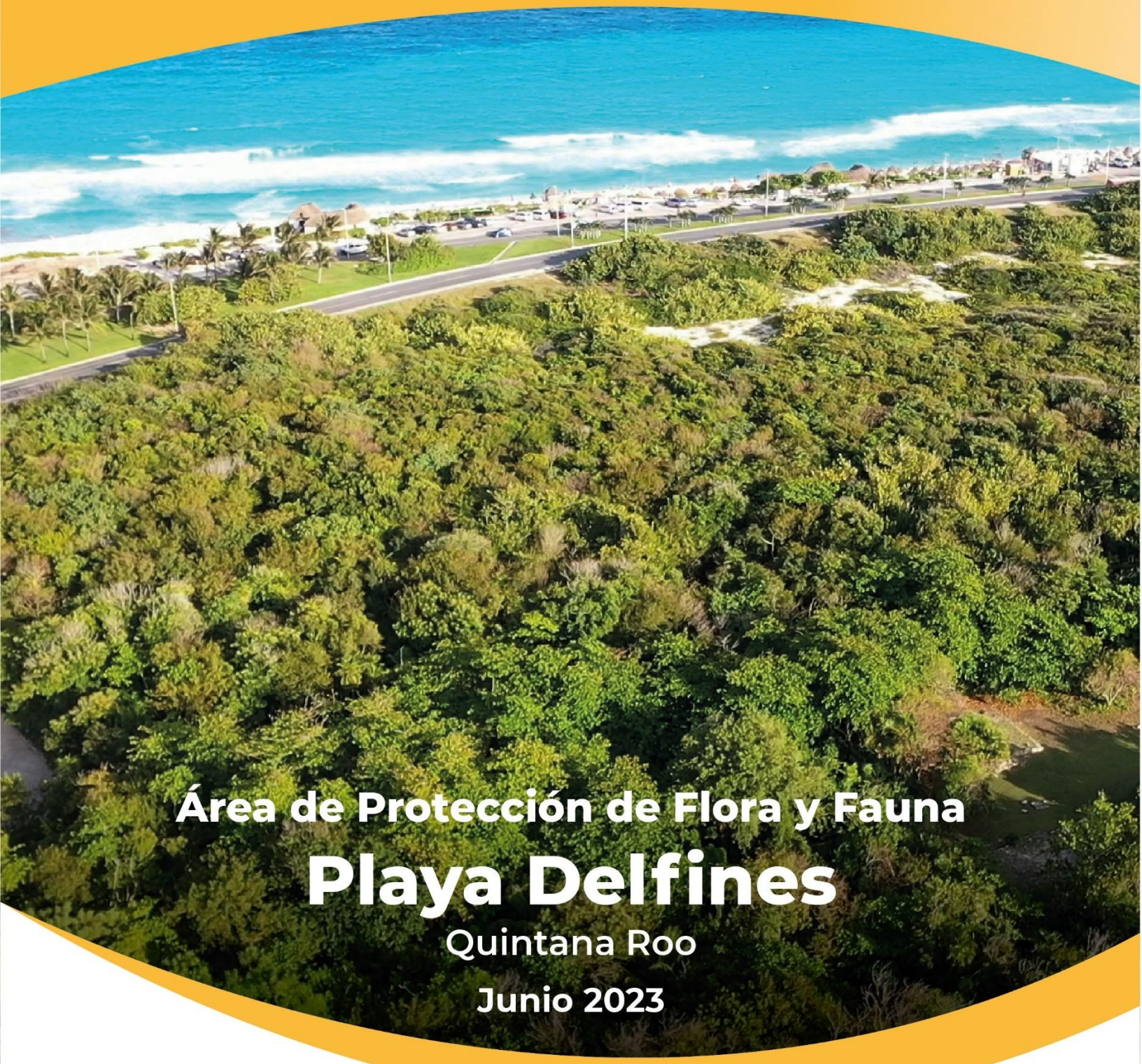
ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA



Área de Protección de Flora y Fauna

Playa Delfines

Quintana Roo

Junio 2023

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Cítese:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2023. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna Playa Delfines, Quintana Roo, México. 130 páginas y 3 anexos.

Foto de portada: Archivo CONANP.

El presente documento fue elaborado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas por conducto de la Dirección General de Conservación, la Dirección General de Fortalecimiento Institucional y Temas Internacionales y la Dirección Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano, con la participación de:
Rodrigo José Pérez Weil, Javier Eduardo Castillo López, Alejandro Rendón Correa, Sebastián Mejía Valencia, Karla Cecilia López Sánchez, Jatziri Alejandra Calderón Chávez, José Eulalio Castañeda Rojas, Ángel Alexis Camacho Villaseñor, Lilian Irasema Torija Lazcano, Mercedes Tapia Reyes, Ismael Arturo Montero García, Sayra Rosio Espíndola Barrientos, Julia Alejandra Montero Quiroga, Athziri Carmona Sánchez, Marina Hernández Rubio, Manuel Bonilla Rodríguez, Zyanya Valdez Soto, Martin Guillén Cadena, Alberto León Oropeza, Fernando Alonso Orozco Ojeda, Blanca Alicia Quiroga García, Tania Gómez Zúñiga, Nallely Hernández Palacios y Esteban Martínez Salas - Herbario Nacional, Instituto de Biología de la UNAM.

D I R E C T O R I O

María Luisa Albores González
Titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Humberto Adán Peña Fuentes
Titular de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Gloria Fermina Tavera Alonso
Directora General de Conservación

Fernando Alonso Orozco Ojeda
Director Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano

AUTORIZÓ

_____
Humberto Adán Peña Fuentes
Titular de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

VALIDÓ

_____
Gloría Fermina Tavera Alonso
Directora General de Conservación

REVISÓ

_____
Lilián Irasema Torija Lazcano
Directora de Representatividad y Creación de Nuevas Áreas Naturales Protegidas

Con fundamento en los artículos 67 fracción I, 69, fracción VIII y 72 fracción VI, del Reglamento Interior de la SEMARNAT, publicado en Diario Oficial de la Federación el 27 de julio de 2022.

Contenido

INTRODUCCIÓN 4
I. INFORMACIÓN GENERAL 6
A) NOMBRE DEL ÁREA PROPUESTA 6
B) ENTIDAD FEDERATIVA Y MUNICIPIOS EN DONDE SE LOCALIZA EL ÁREA 6
C) SUPERFICIE 6
D) VÍAS DE ACCESO 6
E) MAPA(S) CON LA DESCRIPCIÓN LIMÍTROFE 6
F) NOMBRE DE LAS ORGANIZACIONES, INSTITUCIONES, ORGANISMOS GUBERNAMENTALES O ASOCIACIONES CIVILES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO 11
II. EVALUACIÓN AMBIENTAL 12
A) DESCRIPCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES QUE SE PRETENDEN PROTEGER 12
1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS 14
2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS 29
B) RAZONES QUE JUSTIFIQUEN EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN 41
C) ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES 43
D) RELEVANCIA, A NIVEL REGIONAL Y NACIONAL, DE LOS ECOSISTEMAS REPRESENTADOS EN EL ÁREA PROPUESTA 44
D.1) CONTRIBUCIÓN DEL ÁREA ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO 45
E) ANTECEDENTES DE PROTECCIÓN DEL ÁREA 49
F) UBICACIÓN RESPECTO A SITIOS PRIORITARIOS DE CONSERVACIÓN DETERMINADAS POR LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO) 54
III. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA 57
A) CARACTERÍSTICAS HISTÓRICAS Y CULTURALES 57
A.1) HISTORIA DEL ÁREA 58
A.2) ARQUEOLOGÍA 61
B) ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS RELEVANTES DESDE EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL 61
C) USOS Y APROVECHAMIENTOS, ACTUALES Y POTENCIALES DE LOS RECURSOS NATURALES 68
C.1) Usos actuales 68
C.2) Usos potenciales 70
D) SITUACIÓN JURÍDICA DE LA TENENCIA DE LA TIERRA 70
E) PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE SE HAYAN REALIZADO O QUE SE PRETENDAN REALIZAR 71

F) PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA QUE DEBA TOMARSE EN CUENTA 72
F.1) VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO 73
G) CENTROS DE POBLACIÓN EXISTENTES AL MOMENTO DE ELABORAR EL ESTUDIO 86
IV. PROPUESTA DE MANEJO DEL ÁREA 87
A) ZONIFICACIÓN Y SUBZONIFICACIÓN A QUE SE REFIEREN LOS ARTÍCULOS 47 BIS Y 47 BIS 1 DE LA LGEEPA 87
B) TIPO O CATEGORÍA DE MANEJO 91
C) ADMINISTRACIÓN 91
D) OPERACIÓN 92
Protección y preservación 92
Participación social. 92
Conocimiento e investigación. 92
Monitoreo. 92
Educación ambiental. 93
Restauración y repoblación. 93
Aprovechamiento. 93
E) FINANCIAMIENTO 94
V. BIBLIOGRAFÍA 96
VI. ANEXOS 111
ANEXO 1. Lista de especies presentes en la propuesta de ANP 111
ANEXO 2. Especies de flora y fauna en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 125
ANEXO. 3. LISTADO DE COORDENADAS 128

INTRODUCCIÓN

En Quintana Roo se cuenta con una gran variedad de selvas húmedas, con múltiples patrones estructurales y de biodiversidad que, en su conjunto, reúnen especies de las regiones Neártica y Neotropical. Por la importancia ecológica y biológica de las selvas para México, este estudio reúne la información para justificar la creación de un área natural protegida (ANP) de competencia federal en el municipio de Benito Juárez.

Esta propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna Playa Delfines (APFF Playa Delfines) se localiza en la planicie de la Península de Yucatán. Presenta vegetación predominantemente de matorral costero y selva baja subperennifolia.

Con el establecimiento del ANP se coadyuvará a la disponibilidad de hábitats como la selva baja subperennifolia y matorral costero en esta zona de distribución geográfica de 290 especies nativas que los habitan, de las cuales 11 son endémicas y 34 en alguna categoría de riesgo conforme a la "Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, "Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019, así como la "Fe de erratas a la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010, publicada el 14 de noviembre de 2019", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 04 de marzo de 2020 (NOM-059-SEMARNAT-2010).

La relevancia biocultural de la región es muy rica, ya que la zona propuesta como APFF Playa Delfines se ubica en colindancia del antiguo asentamiento maya de El Rey, en un espacio de potencial arqueológico y cuya actividad diaria está relacionada con la flora y fauna de la región.

La propuesta de APFF Playa Delfines contribuirá en la adaptación y mitigación al cambio climático, debido a que la vegetación costera en buen estado de conservación brinda protección contra eventos meteorológicos extremos, como huracanes y tormentas. Asimismo, contribuirá a la captura de carbono y a la permanencia de otros servicios ecosistémicos, como regulación de la temperatura y la provisión de agua, así como mantener o mejorar la calidad de vida de las comunidades humanas aledañas a la propuesta de APFF Playa Delfines.

Finalmente, con el objetivo de asegurar la calidad de la información, se realizó un procedimiento de validación nomenclatural y de la distribución geográfica de las especies utilizando referentes actualizados de información especializada, por lo que solo se integran nombres científicos aceptados y válidos conforme a los sistemas de clasificación y catálogos de autoridades taxonómicas correspondientes a cada grupo biológico. En virtud de lo anterior, es posible que la nomenclatura

actualizada no coincida con la contenida en los instrumentos normativos a los que se hace referencia en el presente documento, por lo cual, en los anexos (listas de especies) se realizó una anotación para aclarar la correspondencia de los nombres científicos. En cuanto a los nombres comunes, al ser una característica biocultural que depende del conocimiento ecológico tradicional de las comunidades locales, y debido a que, por efecto del sincretismo cultural, están sujetos a variaciones lingüísticas y gramaticales, no existe un marco normativo que regule su asignación, por lo que se priorizó el uso de nombres comunes locales recopilados durante el trabajo de campo.

I. INFORMACIÓN GENERAL

A) NOMBRE DEL ÁREA PROPUESTA

Área de Protección de Flora y Fauna Playa Delfines (APFF Playa Delfines)

B) ENTIDAD FEDERATIVA Y MUNICIPIOS EN DONDE SE LOCALIZA EL ÁREA

El área propuesta, se localiza al oriente de la ciudad de Cancún a 20 km del centro de la ciudad sobre la zona hotelera de Cancún en el municipio de Benito Juárez en el estado de Quintana Roo (INEGI, 2022c; Figura 1).

C) SUPERFICIE

La propuesta de APFF Playa Delfines abarca una superficie total de 4-88-28.17 hectáreas (CUATRO HECTÁREAS, OCHENTA Y OCHO ÁREAS, VEINTIOCHO PUNTO DIECISIETE CENTIÁREAS), y está constituida por tres polígonos: Polígono 1, con una superficie de 3-57-49.16 hectáreas (TRES HECTÁREAS, CINCUENTA Y SIETE ÁREAS, CUARENTA Y NUEVE PUNTO DIECISÉIS CENTIÁREAS), Polígono 2, con 0-92-15.26 hectáreas (CERO HECTÁREAS, NOVENTA Y DOS ÁREAS, QUINCE PUNTO VEINTISEIS CENTIÁREAS) y Polígono 3, con 0-38-63.75 hectáreas (CERO HECTÁREAS, TREINTA Y OCHO ÁREAS, SESENTA Y TRES PUNTO SETENTA Y CINCO CENTIÁREAS), en su conjunto representan el 0.006 % (Tabla 1) de la superficie total del municipio cuya extensión territorial es de 930.70 km^2, equivalente a 93,070 ha. (Ayuntamiento de Benito Juárez, 2022; INEGI, 2022c; Figura 2).

Tabla 1. Superficie de la propuesta de ANP respecto al municipio de Benito Juárez.

POLÍGONO	SUPERFICIE (ha)
1	3-57-49.16
2	0-92-15.26
3	0-38-63.75
TOTAL	**4-88-28.17**

D) VÍAS DE ACCESO

Para acceder a la propuesta de APFF Playa Delfines, es por vía terrestre, el principal acceso es por el Bulevar Kukulkán (Punta Nizuc-Cancún) en la zona Hotelera (INEGI, 2009; INEGI, 2020a; Figura 3).

E) MAPA(S) CON LA DESCRIPCIÓN LIMÍTROFE

La propuesta de APFF Playa Delfines se ubica sobre el boulevard Kukulkán en el km 18, colindante al poniente con sitio arqueológico El Rey, a 20 km del palacio municipal del H. Ayuntamiento de Benito Juárez, se ubica en el municipio de Benito Juárez, es una de las playas públicas en la zona Hotelera de Cancún. Las coordenadas extremas donde se localiza la propuesta de APFF Playa Delfines, de acuerdo con la siguiente Tabla 2, en una proyección UTM, zona 16 Norte (Figura 4).

Tabla 2. Coordenadas extremas de la propuesta de ANP.

Coordenadas extremas	X	Y
Máximas	523,014.302607	2,329,298.53419
Mínimas	522,722.924461	2,328,671.91592

Figura 1. Localización de la propuesta de APFF Playa Delfines, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo

Figura 2. Superficie de la propuesta de APFF Playa Delfines, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo

Figura 3. Vías de acceso propuesta de APFF Playa Delfines, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo

Figura 4. Descripción limítrofe de la propuesta de APFF Playa Delfines, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

F) NOMBRE DE LAS ORGANIZACIONES, INSTITUCIONES, ORGANISMOS GUBERNAMENTALES O ASOCIACIONES CIVILES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO

El presente estudio fue elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) con la colaboración del Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR).

II. EVALUACIÓN AMBIENTAL

A) DESCRIPCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES QUE SE PRETENDEN PROTEGER

La diversidad biológica de México es expresada como un mosaico complejo de distribución de especies y ecosistemas. Esta complejidad biológica se explica por la gran heterogeneidad del medio biofísico mexicano, que a su vez es producto de su variada fisiografía e intrincada historia geológica y climática. La riqueza de especies y endemismos de cada grupo taxonómico no son uniformes a lo largo de nuestro país, sino que muestran tendencias biogeográficas que se aprecian en la composición actual de comunidades bióticas y ecosistemas, así como en los patrones de regionalización biológica y ecológica en toda la superficie del país (Espinosa y Ocegueda, 2008).

Como consecuencia, México ha sido regionalizado en provincias biogeográficas, ubicando al estado de Quintana Roo en la denominada “Provincia del Petén”, que va desde el sureste de la Península de Yucatán y se extiende hasta el Petén de Guatemala y Belice (CONABIO, 1997), donde se localiza la propuesta de APFF Playa Delfines. En dicha provincia se presenta una precipitación pluvial de alrededor de 1,800 mm anuales, lo que, junto con otras características geológicas, tipos de suelo y la presencia del Mar Caribe, determina que la vegetación dominante esté constituida mayormente por selvas húmedas, las cuales se caracterizan por una elevada densidad de especies arbóreas, temperaturas cálidas y alta humedad (Espinosa y Ocegueda, 2008; Ek, 2011; Valdez-Hernández e Islebe, 2011).

En términos ecológicos, México ha sido dividido en 51 ecorregiones (el país de Latinoamérica con el mayor número), las cuales son áreas que contienen un conjunto geográficamente distintivo de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies, dinámicas y procesos ecológicos (Challenger y Soberón, 2008). El estado de Quintana Roo, y en específico la propuesta de APFF Playa Delfines pertenecen a la ecorregión denominada “Selvas cálido-húmedas”, la cual cuenta con una superficie de 4-88-28.17 ha, que representa el 100 % de la propuesta de ANP (Figura 5; INEGI-CONABIO-INE, 2008; CONABIO, 2022b).

Figura 5. Propuesta de APFF Playa Delfines en la Ecorregión Terrestre “Selvas cálido-húmedas”.

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

1.1 FISIOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La zona donde se ubica la propuesta de ANP está dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán, y a su vez dentro de la subprovincia del Carso Yucateco (Figura 6).

La provincia se ubica en la porción costera del sureste de la República Mexicana donde el terreno es predominantemente plano. En términos estrictamente fisiográficos, la región es una gran plataforma de rocas calcáreas emergida del fondo marino desde hace millones de años. La zona de la propuesta de ANP se ubica sobre una isla barrera con formación de suelo arenoso, altamente permeable, esto produce infiltraciones de la cuña salina del mar a la laguna de Nichupté.

La plataforma emergida de la Península de Yucatán es una plataforma masiva de calizas horizontalmente estratificadas y subdividida en dos subprovincias o regiones fisiográficas: una planicie al norte denominada Carso Yucateco y otra subprovincia de colinas al sur que se extiende hasta el Norte de Guatemala denominada Carso y lomeríos de Campeche. Específicamente en la zona del Carso Yucateco no existe drenaje superficial, toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie del terreno se infiltra a través de las dolinas y de otras aberturas que se encuentran en el terreno rocoso (CONAGUA, 2020).

Dentro de la península, en el norte y oriente del estado de Quintana Roo, predominan las planicies con suelos Leptosoles; hacia el oeste predominan planicies y mesetas kársticas escalonadas en las que se encuentran Leptosoles, Cambisoles y Luvisoles ; al sur, en los límites con Campeche y Guatemala, se localizan las mayores elevaciones, encontrándose altitudes de hasta 380 msnm; al oeste, en los límites con Yucatán se presentan lomeríos bajos con hondonadas con alturas menores a 140 msnm, las cuales van disminuyendo en altitud hacia la costa hasta llegar al nivel del mar, definiéndose como una planicie inundable con piso cementado y salino en la que predominan suelos Leptosoles, Solonchacks y Arenosoles sobre todo en la zona propuesta en los cordones litorales.

En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la abundancia de cenotes (dolinas) y úvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. A pesar de formar parte de este sistema cárstico, la zona del proyecto está mayormente influenciada por la zona litoral o costera y la zona de estuario formado por la laguna, bocas, estuarios y canales de la laguna de Nichupté.

Figura 6. Fisiografía de la zona propuesta para ANP.

Topografía y geomorfología

La península de Yucatán se caracteriza por ser una planicie con piso rocoso o cementado con una altura media de 50 msnm. El relieve plano se encuentra interrumpido por pequeñas colinas y numerosas hondonadas someras y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros (m) donde existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce como Sierrita de Ticul, sin embargo, esta queda retirada de la zona propuesta (aproximadamente 250 km).

La Isla de Cancún, donde se ubica la propuesta, es una isla barrera costera de reciente formación, la configuración típica de esta zona nororiental de la Península está representada por sucesivas dunas de arena endurecida que descansan sobre rocas calizas de la plataforma continental, existiendo entre ellas lagunas y pantanos en los que tiene lugar un proceso de precipitación de sedimentos de origen animal y vegetal. Sobre estas dunas de arena cementada, el viento ha acumulado una faja de arena de 11 km de longitud, 400 m de ancho y 12 m de espesor, conocida como Isla Cancún, pero que en realidad constituye un cordón litoral. Frente a la playa la plataforma caliza se prolonga hasta 1.5 km con una profundidad de 10 m, descendiendo después bruscamente al profundo Mar Caribe. Los cordones litorales mencionados están constituidos por una subestructura de antiguas dunas de arena cementada, contra los que se acumula actualmente la arena. Bajo estas formaciones arenosas se encuentra un horizonte de roca caliza que corresponde a la prolongación de la plataforma hacia el fondo marino. (Figura 7; CONAGUA, 2020).

La propuesta del ANP actualmente presenta una problemática por la erosión costera, este es un fenómeno natural que se origina por la interacción de los procesos climáticos, meteorológicos, hidrodinámicos y sedimentarios con la morfología costera y con la batimetría del fondo de la zona cercana a la costa, lo que ha ocasionado un retroceso de la línea de costa. El cambio climático es también un factor que cada día toma mayor importancia dada la sobreelevación del nivel del mar y el incremento en la frecuencia e intensidad de las tormentas tropicales, entre otros.

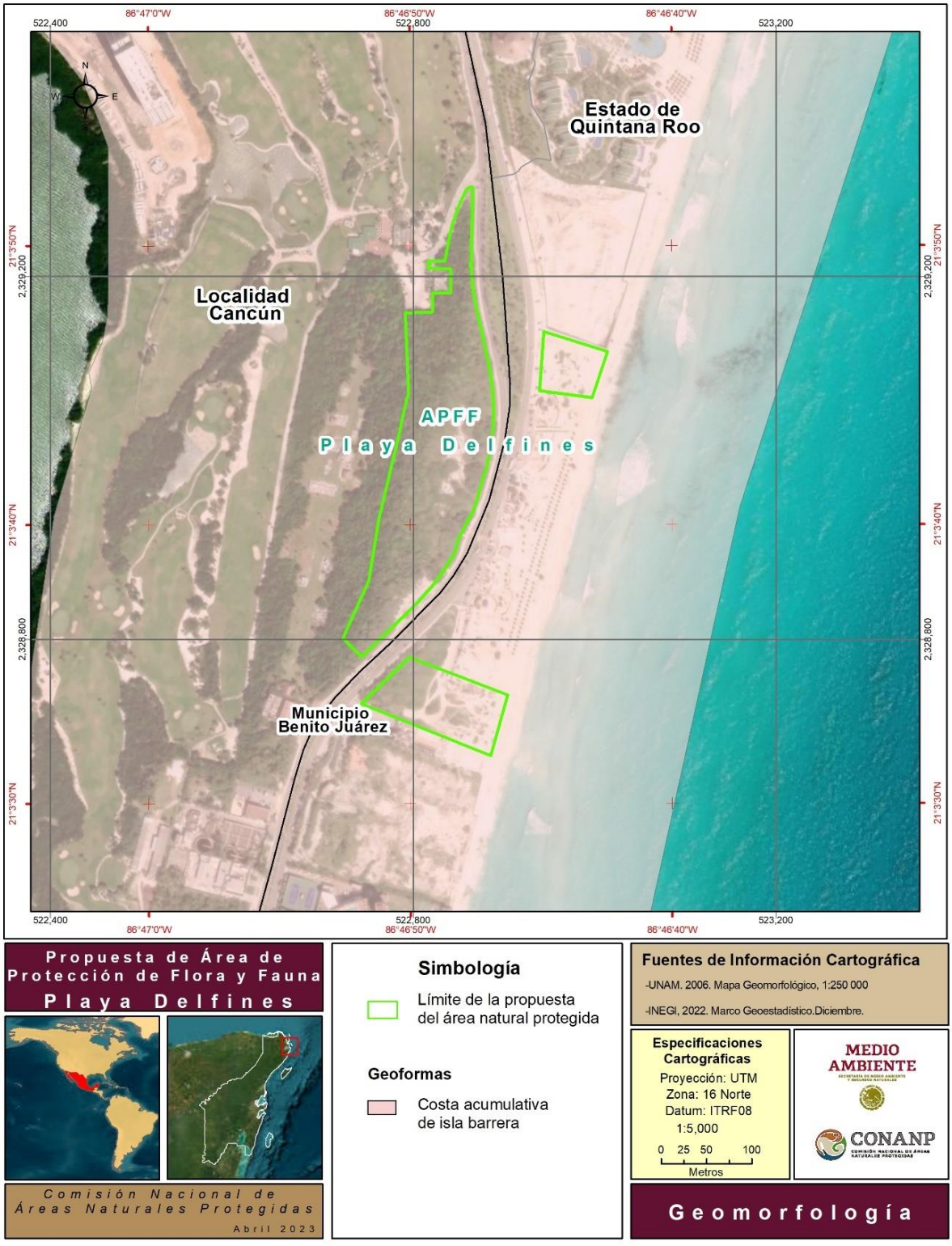


Figura 7. Geomorfología de la zona propuesta para el ANP.

1.2 GEOLOGÍA FÍSICA E HISTÓRICA

La propuesta de ANP está ubicada dentro de la Plataforma de Yucatán, la cual se caracteriza por una gran planicie con lomeríos de pendiente muy suave y poca altitud que llegan hasta la costa. Esta comprende un paquete de rocas carbonatadas, que abarcan desde el Cretácico al Reciente. La unidad más antigua expuesta corresponde a la Formación Carrillo Puerto (Tmpl Cz-Cq), constituida por una secuencia de caliza y coquina de edad Mioceno Plioceno que se distribuye ampliamente en la península, observándose en las porciones centro sur y centro occidental de Quintana Roo.

La propuesta de ANP se ubica en la zona de depósitos cuaternarios que sobreyacen y limitan la unidad anterior (Tmpl Cz-Cq), estos depósitos están formados por arenisca poco consolidada, denominada costa acumulativa de isla barrera, constituida principalmente por fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, ostras y calcita de edad del Pleistoceno [Arenisca, *(**Qpt (?) Ar**)*] que se observan en afloramientos aislados y paralelos a la costa del Mar Caribe, entre Cancún, Alfredo V. Bónfil e Islas Mujeres (Figura 8; SGM, 2006).

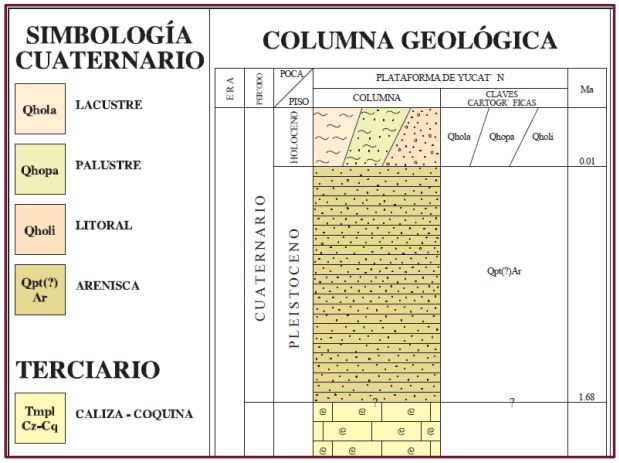


Figura 8. Columna estratigráfica de la zona propuesta para ANP.

Geología histórica

La Península de Yucatán está constituida por sedimentos calcáreos de origen marino del periodo Terciario y Reciente; las rocas más antiguas se localizan al sur del estado de Yucatán y corresponden a rocas de la época del Paleoceno-Eoceno Indiferenciado, que se encuentran dolomitizadas, silicificadas o recristalizadas, dentro de las que se incluyen a las rocas evaporitas de la formación Icaiché, constituidas por yeso, anhidrita y halita, ricas en sulfatos y cloruro de sodio respectivamente.

El marco geológico histórico de la propuesta de ANP está formado por rocas sedimentarias que fueron originadas en el Terciario y Cuaternario que conformaron la isla barrera de la laguna Litoral Nichupté. Las rocas más antiguas son calizas cretácicas y calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas del Paleoceno. Existen sedimentos arcillosos y depósitos evaporíticos; las rocas más jóvenes afloran en áreas dispersas de la isla barrera: coquinas, calizas y depósitos de litoral areno-arcilloso en la franja costera, material residual arcilloso y calichoso, producto de alteración, de espesor reducido donde las rocas presentan una disposición prácticamente horizontal (Figura 9; SGM, 2006).

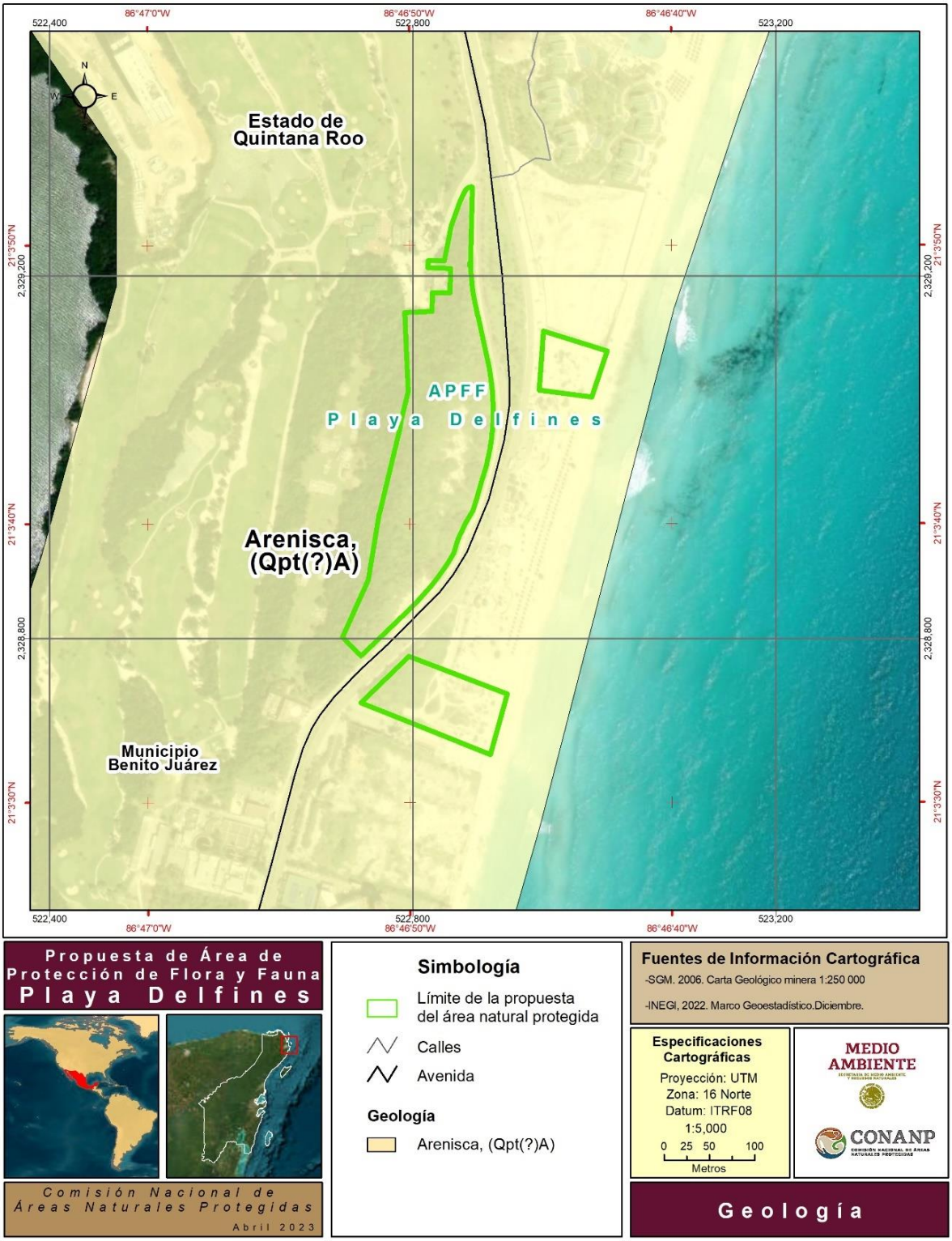


Figura 9. Geología de la zona propuesta para ANP.

1.3 TIPOS DE SUELOS

La zona donde se ubica la propuesta del ANP es la transición de la unidad cuaternaria de suelos residuales y la plataforma calcárea, por lo que predominan suelos de tipo Arenosol y Solonchak con diferentes niveles de conservación ya que se encuentran rodeados de infraestructura de la localidad Cancún que los ha degradado paulatinamente.

Con base en la Base Referencial del Recurso Suelo (WRB, 2022) la propuesta de ANP presenta los suelos de tipo:

Arenosol: Se ubican en la isla barrera que forma la laguna de Nichupté, ocupando el 75.43 % de la propuesta de ANP en la zona frontal de la costa; son suelos arenosos profundos, de arenas residuales después de una meteorización *in situ* de sedimentos o rocas, en general ricos en cuarzo recientemente depositadas como las tierras de playas ubicadas en la zona propuesta; en zonas perhúmedos tienden a desarrollar horizontes de eluviación gruesos compuestos de material álbico (las partículas de arena son de color blanquecino), su textura es gruesa, por lo que presentan alta permeabilidad y baja capacidad de retención de agua y almacenamiento de nutrientes.

Con base en la WRB los Arenosoles en los trópicos húmedos es mejor dejarlos bajo su vegetación natural, particularmente aquellos profundamente meteorizados, que contienen material álbico.

Solonchak: Estos suelos ocupan el 24.57 % del área propuesta para el ANP, estos suelos ubicados en la parte interna de la isla barrera, en la parte frontal de la laguna de Nichupté, tienen una alta concentración de sales solubles en algún momento del año principalmente en áreas donde el agua freática ascendente alcanza la parte superior del suelo o donde está presente algo de agua superficial, con vegetación de pastos y/o hierbas halófilas como las zonas costeras, y en zonas de riego manejado inadecuadamente.

La excesiva acumulación de sales afecta el crecimiento de las plantas en los Solonchak ya que las sales agravan el estrés hídrico porque los electrolitos disueltos crean un potencial osmótico que afecta la absorción de agua por las plantas. Dentro de la zona propuesta en áreas deprimidas con un manto freático somero, la acumulación de sales es más fuerte en la superficie del suelo.

En la zona propuesta, los suelos son predominantemente residuales, lacustres en su parte interna frente a la laguna y costeros en la parte externa de la isla barrera por lo que presentan altos contenidos de sales y arenas lo que restringe el uso potencial del suelo, sin embargo, se pueden encontrar relictos de matorral costero, en su mayoría han sido antropizados y modificados para acrecentar el turismo y desarrollos inmobiliarios, de ahí la importancia de crear espacios de conservación que restrinjan el cambio de uso de suelo y vocación edáfica de los sitios (Figura 10).

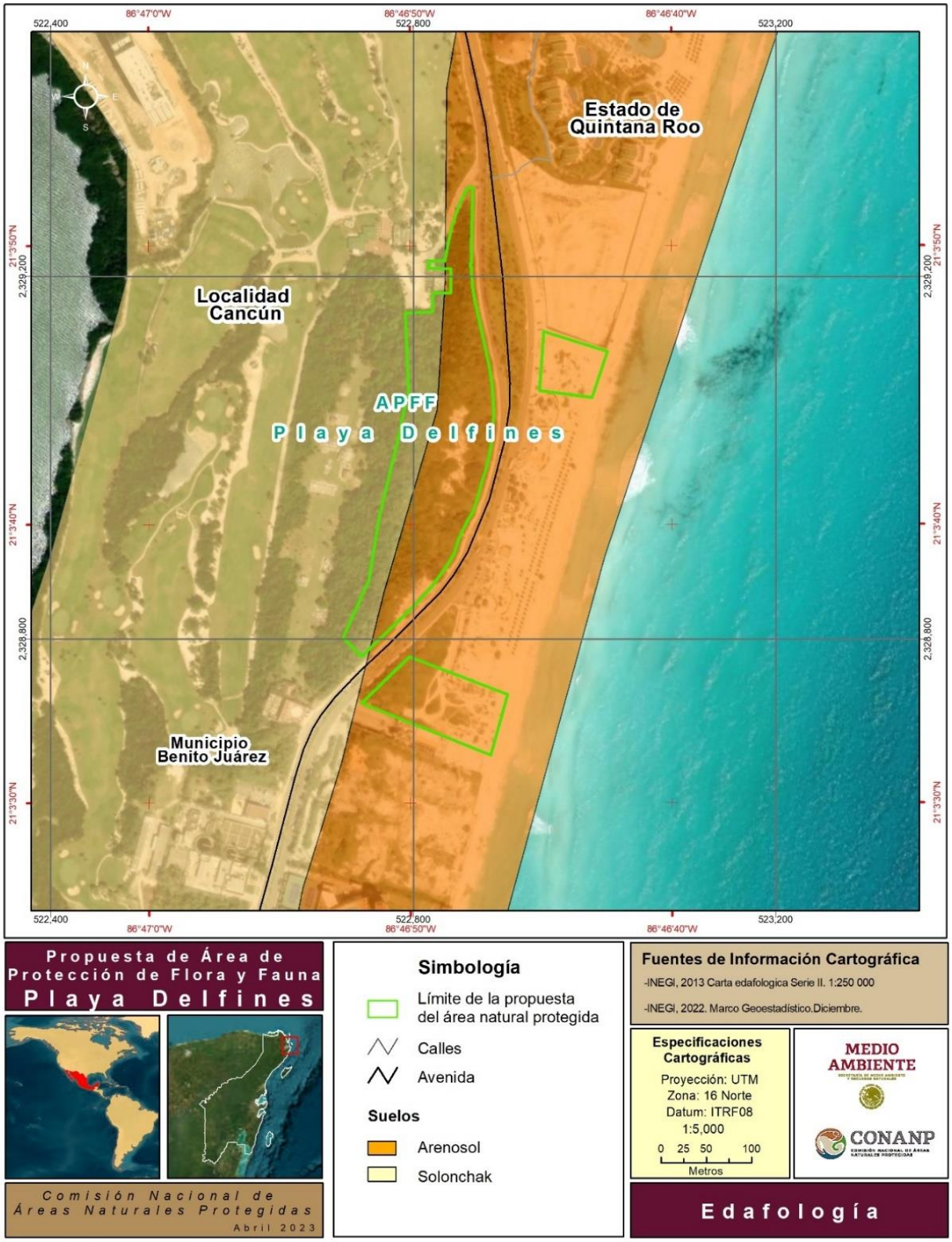


Figura 10. Edafología de la propuesta del ANP (INEGI, 2013).

1.4 HIDROLOGÍA

La propuesta de ANP se ubica entre la zona lagunar y costera de la isla barrera de Cancún en la región hidrológica Yucatán Norte (32) perteneciente al Organismo de Cuenca Península de Yucatán, esta región hidrológica se encuentra ubicada en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, no cuenta con corrientes superficiales importantes, ya que se encuentra constituida por un terreno kárstico que permite que la mayor parte de la lluvia se infiltre al subsuelo por la permeabilidad que caracteriza al terreno.

Debido a su configuración geológica, en la región continental que rodea la propuesta, al infiltrarse el agua de lluvia forma cauces subterráneos y como la pendiente es muy suave, no hay afloramientos y sus movimientos son lentos. El agua subterránea forma todo un sistema de estructuras, tipificadas por los cenotes, dolinas, aguadas y lagunas pequeñas. Los cenotes se forman por la acción disolvente del agua en la superficie calcárea, las dolinas como producto de la disolución subterránea de las calizas cuyos techos llegan a colapsarse y la aguada por la acumulación de agua de lluvia en depresiones impermeables (CONACYT - CONAGUA, 2012).

Una parte importante de la hidrología de Quintana Roo es el sistema lagunar conformado por 51 lagunas siendo las más importantes la de Bacalar con 50 km de longitud, Chichancanab y el Sistema Lagunar Nichupté con 12 km, la propuesta de ANP colinda con esta última, en la de isla barrera que la divide del mar (Figura 11).

La propuesta de ANP está ubicada en la zona costera oriental del continente, por lo cual, se ve afectada por corrientes marinas cálidas, como es el caso de la corriente del golfo de México, debido a esto, se presenta un clima lluvioso y cálido. Colinda con la Laguna de Nichupté en la zona oeste y con la zona costera de playas en el este; en la laguna existe una importante diversidad de ecosistemas acuáticos y terrestres, incluyendo selva baja caducifolia, manglar, tular y petenes, está conectada con el mar Caribe a través de los canales Sigfrido y Nizuc; en ella desembocan aguas subterráneas y conforman un complejo interactivo de lagunas costeras, manglares, marismas, aguas de baja salinidad y zonas ribereñas interconectadas por canales, los cuales son receptores de materia orgánica, sólidos disueltos, partículas y recursos provenientes de tierra adentro. La zona costera es un área de acumulación de arena que actualmente presenta problemas de erosión por el intenso oleaje, su morfología y los fenómenos meteorológicos, por lo que se tiene en constante mantenimiento por parte de las autoridades (Romero-Sierra *et al.,* 2018).

Figura 11. Hidrología de la propuesta de ANP (INEGI, 2013).

Hidrología subterránea

Dentro de la isla barrera, donde se ubica la propuesta de ANP, en la que se forma la división de la laguna y la costa, no hay hidrología superficial o subterránea, la zona está formada por depósitos de arenas que presentan una alta infiltración que permiten el intercambio de agua entre la laguna y la costa.

El acuífero, donde se ubica la propuesta de ANP, es de tipo costero, cuando se inició el bombeo se alteraron las condiciones originales de la laguna por lo que se produjo una reducción del flujo de agua dulce hacia el mar y como consecuencia, el avance tierra adentro de las aguas marinas, fenómeno conocido como intrusión salina. Por esta razón, es importante controlar la cantidad, distribución y gasto máximo permisible de los aprovechamientos para reducir a un mínimo aceptable los efectos nocivos de la contaminación producida por el avance tierra adentro del agua del mar (INEGI, 2002).

De manera general, el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, que es donde se encuentra la propuesta de ANP, es la mayor reserva de agua en México con una recarga media anual del acuífero de 25,3115.7 hm^3 (CONAGUA, 2020). Se extraen aproximadamente 1,300 hm^3/año, volumen que se distribuye de la siguiente manera: cerca de 819 hm^3/año se destinan a la actividad agropecuaria, a los núcleos de población y uso doméstico se les suministran anualmente un poco más de 402 Millones de m^3 y poco más de 79 hm^3 son utilizados cada año en las instalaciones industriales y de servicios. En la distribución por estado, Yucatán extrae en el orden de los 758 hm^3/año, lo que representa un 58 % del volumen total, seguido por Campeche con 323 hm^3/año, equivalente a un 25 % y el estado de Quintana Roo con aproximadamente 219 m^3 que representan el 17 % (CONAGUA, 2020).

La recarga total media anual que recibe el acuífero, corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, su valor es de 21,813.4 hm^3/año, todos ellos son de recarga natural; el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 4,884.273.500 m^3 anuales.

1.5 FACTORES CLIMÁTICOS

Con base en la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1990) y García - CONABIO (2008), la propuesta de ANP presenta un clima tipo Aw0 (x'), este corresponde a un clima cálido subhúmedo, con un régimen de lluvias en verano con un porcentaje de lluvia invernal de entre 5 % y 10.2 %, y una precipitación del mes más seco por debajo de los 60 mm; la temperatura media anual oscila en 22°C y la del mes más frío es de 18°C. El total anual de las lluvias oscila entre los 1.000 y 1.300 milímetros (Figura 12).

Figura 12. Clima de la zona propuesta para ANP (INEGI, 2013).

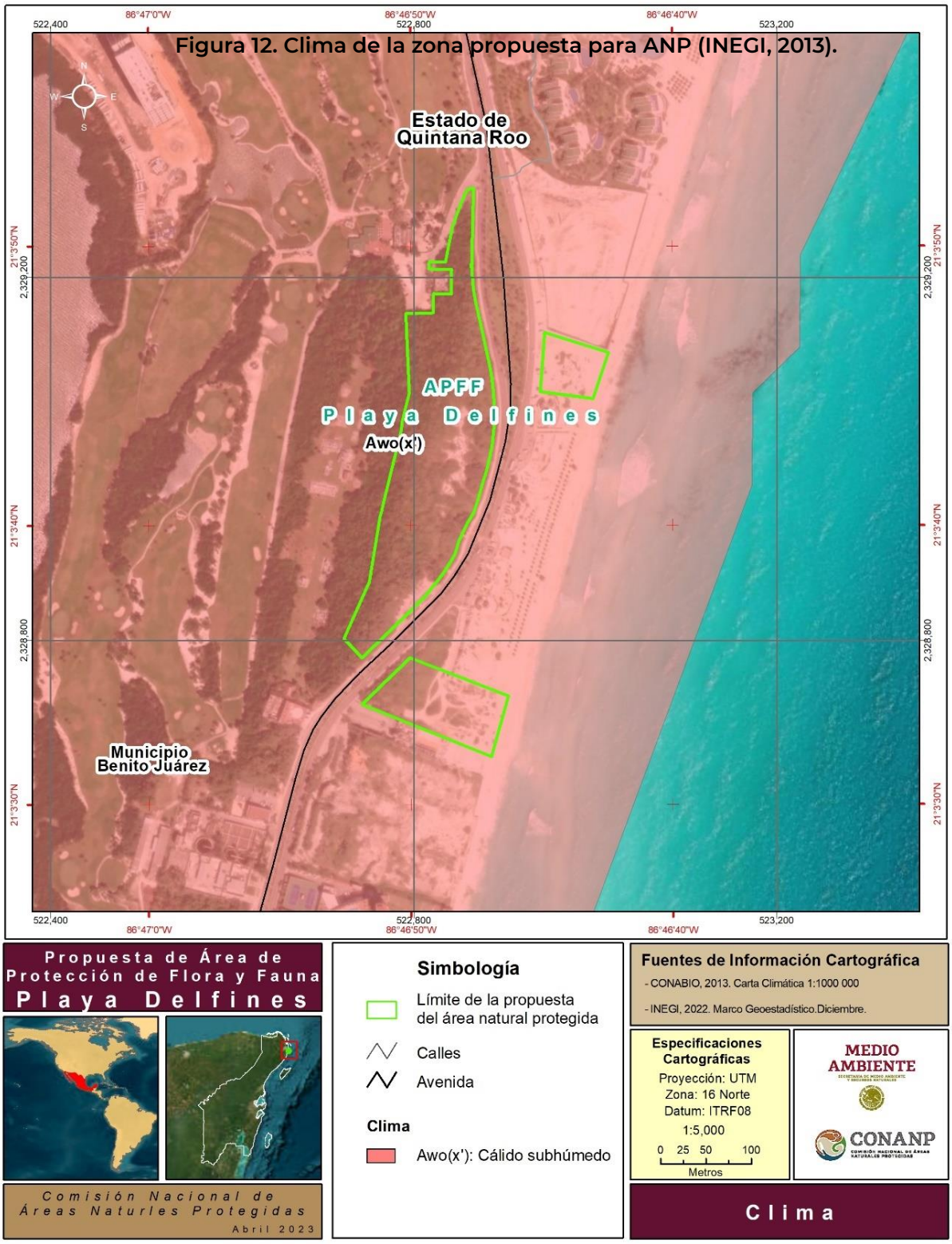


Figura 12. Clima de la zona propuesta para ANP (INEGI, 2013).

Para llevar a cabo un análisis de las variables meteorológicas de la propuesta de ANP se consultaron los datos de precipitación y temperatura de la estación Cancún de la CONAGUA en el periodo de 1950 a 2010, los datos muestran que de septiembre a noviembre se encuentra la época con mayor precipitación, siendo octubre el mes más lluvioso con 271.9 mm, y de febrero a abril la época seca alcanza hasta los 44 .1 mm en abril, la precipitación total anual es de 1,300.2 mm; la temperatura de todos los meses está por arriba de los 20 °C, y la variabilidad térmica en todos los meses es apenas de 5 grados siendo agosto el más caluroso con 29.7 °C y enero el más frío con 24.1°C, la temperatura media anual es de 27.2 °C (Tabla 3; Figura 13).

Tabla 3. Variables climáticas de precipitación y temperatura en la estación Cancún.

ESTACION: #23155 Cancún Latitud: 21°09'24" N, Longitud: 086°49'13" W. 9 msnm. Periodo 1951- 2010													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temp. máxima °C	28.3	29.4	30.7	32.2	33.5	33.7	34.3	34.8	33.7	31.6	29.8	28.6	31.7
Temp. Media °C	24.1	24.8	25.8	27.4	28.7	29.2	29.5	29.7	29	27.5	25.9	24.5	27.2
Temp. Mínima °C	19.8	20.3	21	22.6	23.9	24.7	24.8	24.6	24.3	23.3	21.9	20.5	22.6
Precipitación mm	104.6	49.5	44.1	41.2	86.9	138.3	77.9	87.5	181.9	271.9	130.3	86.1	1,300.2

Fuente: CONAGUA, 2023

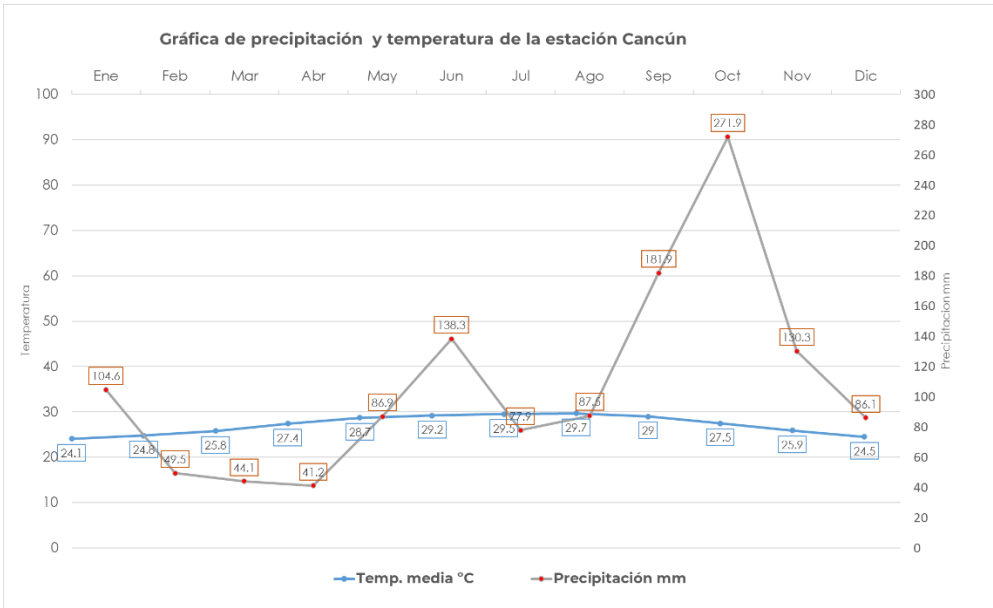


Figura 13. Diagrama ombrotérmico estación Cancún.

La península de Yucatán y la zona propuesta son zonas expuestas a los eventos meteorológicos mayores como los ciclones. En los últimos años el estado de Quintana Roo se ha visto expuesto a estos eventos que han causado inundaciones y fuertes vientos.

Los principales fenómenos meteorológicos que afectan año tras año a la Península de Yucatán están relacionados con la época: en el verano e invierno se observan los nortes o frentes fríos; y en los meses de abril y mayo se presenta un período relativamente seco. A partir del mes de mayo y hasta octubre, la situación meteorológica en la entidad se ve fuertemente influenciada por la presencia de ondas tropicales cuyo potencial de humedad es importante, por lo que se presenta la temporada anual de lluvias, que son del tipo tropical.

Por su ubicación geográfica, la región se ve amenazada por ciclones tropicales durante la temporada comprendida de mayo a noviembre, originados generalmente al este del Mar Caribe en el Océano Atlántico, y que viajan hacia el oeste rumbo al Golfo de México, a la Florida, a la costa del este de los Estados Unidos de Norteamérica o se disipan al llegar a las frías aguas del Atlántico norte. La mayor parte de estos fenómenos generados en esta zona, adquieren grandes magnitudes de energía debido a que se desplazan grandes distancias sobre las cálidas aguas del Atlántico tropical, que entre otros factores alimentan de energía a dichos fenómenos y sus efectos suelen ser devastadores para las zonas que son alcanzadas. En la Tabla 4 se muestra el registro histórico de los ciclones que han afectado la entidad y que en menor o mayor grado han afectado la zona propuesta.

Tabla 4. Registro histórico de ciclones en la entidad y la zona propuesta.

Año	Huracán	Lugar entrada a tierra	Etapa y categoría	Periodo	Vientos máximos (KM/HR)
1995	Roxane	Tulum	Huracán categoría 3	7 al 21 de octubre	185
1996	Dolly	Felipe Carrillo Puerto	Huracán categoría 1	19 al 25 de agosto	125
2000	Keith	La Unión	Huracán categoría 1	28 de septiembre al 6 de octubre	140
2005	Emily	Cozumel y Playa del Carmen	Huracán categoría 5	10 al 21 de Julio	269
2005	Wilma	Cozumel y Puerto Morelos	Huracán categoría 5	15 al 28 de octubre	324
2007	Dean	Mahahual	Huracán categoría 5	13 al 23 de agosto	270
2008	Arthur	Suroeste de Chetumal	Huracán categoría 2	31 de mayo a 2 de junio	160
2008	Dolly	Cozumel y Cancún	Huracán categoría 2	20 al 24 de Julio	160
2010	Karl	Al norte del poblado de Calderitas	Huracán categoría 3	14 al 18 de septiembre	195
2011	Rina	Felipe Carrillo Puerto, Cozumel, Isla Mujeres y Benito Juárez	Huracán categoría 2	23 al 28 de octubre	174
2011	Harvey	Othón P. Blanco y Bacalar	Tormenta Tropical	19 al 22 de agosto	91
2011	Don	Benito Juárez	Tormenta Tropical	27 al 30 de Julio	83
2012	Ernesto	Othón P. Blanco y Bacalar	Huracán categoría 1	1 al 10 de agosto	140
2014	Hanna	José María Morelos	Tormenta tropical	22 al 28 de octubre	64
2016	Colin	Isla Mujeres, Cozumel, Solidaridad, B. Juárez. Cárdenas, Puerto Morelos	Tormenta tropical	Del 05 al 07 de junio	83
2016	Earl	Othón P. Blanco	huracán categoría I	Del 02 al 06 de agosto	120
2017	Harvey	Felipe C. Puerto, Othón P. Blanco, Tulum, José M. Morelos, Bacalar.	Huracán categoría 4	Del 17 de agosto al 01 de septiembre	213
2017	Nate	Cozumel, B. Juárez, P. Morelos, I. Mujeres, L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum	Huracán categoría 1	Del 04 al 09 de octubre	148
2017	Franklin	Tulum, Felipe C. Puerto, José María Morelos, Bacalar, Othón P. Blanco	Huracán categoría 1	Del 07 al 10 de agosto	138

Fuente: https://qroo.gob.mx/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal/. COEPROC. 2023.

2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

La posición del estado de Quintana Roo en el neotrópico húmedo de Mesoamérica, favorece uno de sus rasgos más característicos, que es la predominancia de uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad en el país, las selvas tropicales, propias de la Provincia del Petén a la cual pertenece. Las selvas tropicales son relevantes en la propuesta de ANP, junto con otras asociaciones vegetales como la vegetación de dunas costeras (CONABIO, 1997; Ek, 2011).

La propuesta de ANP alberga alrededor del 8.1 % de la biodiversidad reportada para Quintana Roo. Destaca la riqueza de su avifauna, ya que se encuentra poco más del 40 % de la diversidad de aves a nivel estatal (Pozo *et al.,* 2011).

Actualmente, en la propuesta de ANP se registran 290 especies nativas de flora y fauna, de las cuales 34 están incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 11 son endémicas (Tabla 5). El total de especies reportado no incluye a ocho especies exóticas y exóticas-invasoras registradas hasta el momento en la propuesta de ANP.

Tabla 5. Número de especies registradas en la propuesta de ANP.

Grupo biológico	Número de especies			
	Quintana Roo (Pozo *et al.*, 2011)	Propuesta de ANP[3]	Endémicas	En categoría de riesgo[4]
Hongos	401[2]	**20 (5 %)**	0	0
Plantas vasculares	1,700	**42 (2.5 %)**	1	4
Invertebrados[1]	721	**4 (0.6 %)**	1	0
Anfibios	22	**6 (27.3 %)**	0	1
Reptiles	106	**7 (6.6 %)**	1	4
Aves	483	**195 (40.4 %)**	6	23
Mamíferos	114	**16 (14.0 %)**	2	2
Total	**3,547**	**290 (8.1 %)**	**11**	**34**

[1]Incluye sólo arañas, abejas y mariposas diurnas. [2]De la Fuente *et al.* (2020). [3]El número entre paréntesis indica la representatividad, expresada en porcentaje, del grupo biológico respecto a la riqueza estatal de especies. [4]Las categorías de riesgo se presentan conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La integración de las listas de especies (Anexos 1 y 2), así como la descripción de los tipos de vegetación y grupos taxonómicos, es resultado del análisis y sistematización de información científica obtenida en campo, en publicaciones científicas y en bases de datos como el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO y en el Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Para asegurar la calidad de la información se realizó un procedimiento de validación nomenclatural y biogeográfica con fuentes de información especializada. En el Anexo 1 se integra la lista de especies e infraespecies aceptadas y válidas conforme a los sistemas de clasificación y catálogos de autoridades taxonómicas correspondientes a cada grupo taxonómico. En el Anexo 2 se enlistan las especies con categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en la propuesta de ANP.

En el caso de los endemismos, la distribución de aquellas especies indicadas como endémicas a la Provincia Biótica Península de Yucatán comprende los estados mexicanos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán; así como los departamentos de Belice, Corozal y Orange Walk en Belice y el departamento del Petén en Guatemala (Miranda, 1958; Carnevali *et al.,* 2010).

2.1 TIPOS DE VEGETACIÓN

Un rasgo característico de Quintana Roo es su exuberante vegetación neotropical. La diversidad de las comunidades vegetales depende de la topografía, el suelo y el clima. El estado de Quintana Roo pertenece a la región fitogeográfica de la Península de Yucatán, y el tipo de ecosistema principal es la selva tropical húmeda con dominancia de especies arbóreas, temperaturas cálidas y alta humedad (Valdez-Hernández e Islebe, 2011; Ek, 2011).

Las selvas están formadas por vegetación arbórea de origen tropical y reúnen un gran número de especies vegetales, muchas de estas presentan contrafuertes o aletones, poseen bejucos, lianas y plantas epífitas. Las selvas se clasifican por su altura y por la caducidad de sus hojas en época de secas y, en segundo término, por su composición vegetal, ya que es muy compleja. En Quintana Roo predomina la selva mediana subperennifolia donde se insertan el resto de las comunidades vegetales. En menor proporción existen el tular-saibal, el popal, tasistal y la sabana con pino caribeño. Cabe señalar que, como resultado de las actividades humanas, se han formado selvas secundarias que al igual que los pastizales o palmares inducidos, no se consideran tipos de vegetación. Además, los suelos son drenados, excepto en áreas cercanas a la costa, donde es escaso o nulo, lo que favorece la formación de humedales, ecosistemas cuyos suelos se encuentran inundados de agua dulce o salada, de los cuales, los más representativos son los que están ocupados por manglares en extensas áreas costeras (Ek, 2011).

METODOLOGÍA

Para la caracterización de los tipos de vegetación se realizaron transectos de evaluación en campo, los cuales fueron registrados en *tracks* georreferenciados utilizando la aplicación Android *SW Maps*. En cada transecto se observaron y registraron las características fisionómicas, de estructura y desarrollo de la vegetación; asimismo, se identificaron las especies vegetales presentes y dominantes. El trabajo de campo se realizó en colaboración con investigadores del Herbario Nacional (MEXU) de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los datos primarios obtenidos en campo se procesaron para determinar y describir los tipos de vegetación conforme a la clasificación establecida por Miranda y Hernández (1963) para la vegetación de México. Se describieron algunas condiciones ecológicas, la fisionomía y la composición florística dominante por cada tipo de vegetación.

Para la obtención de la cobertura del uso de suelo y vegetación para la propuesta de ANP en mención se realizaron procesos de fotogrametría, fotointerpretación, análisis geoespacial y trabajo de campo en acompañamiento de especialistas.

El proceso se realizó conforme a lo siguiente:

INSUMOS

- Polígono del área de estudio.

- Imagen multiespectral de alta resolución SENTINEL-2 del *Programa Copernicus*, el cual forma parte del Programa de Observación de la Tierra de la Agencia Espacial Europea (ESA), resolución de 10 metros con 13 bandas.

- Imágenes dron tipo cenital para la generación de mosaico de ortofoto fotos, promedio de altura del vuelo de 50 metros, resolución 2-5 cm/pixel, con un traslape de 50 %.
- Imágenes dron, tipo oblicuas, para perspectiva y contexto del sitio de interés.
- Imágenes de terreno para los tipos de vegetación a nivel de especie.
- Archivo vectorial del conjunto de puntos de paso (*track*) realizado en las jornadas de identificación y trabajo de campo.
- Videos aéreos tomados con el dron a diferentes alturas en calidad 4k.
- Clasificación de Uso del suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, escala 1: 250,000, como línea base (INEGI, 2021b).
- Archivos vectoriales de referencia, tales como datos topográficos en diversas escalas dependiendo de la zona de trabajo, red nacional de caminos, cuerpos de agua, escurrimientos perennes e intermitentes, entre otros.
- Imágenes multitemporales del visualizador *Google Earth*.

ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS

1. **Identificación y trabajo de gabinete.**
    - Con base a la zona de estudio se identifican los tipos de vegetación como referente se utiliza el conjunto de datos vectoriales de la carta USV serie VII.
    - Se elaboran mapas de trabajo de campo incorporando la imagen de satélite Sentinel-2 en falso color (bandas 8, 4, 3) y color natural (bandas 4, 3, 2).
    - Se propone el recorrido para el caminamiento de transectos en función de las estructuras vegetales representativas y de interés.
    - Para sitios inaccesibles se emplea el uso de drones, diseñando un plan de vuelo basado en el área de estudio, con los parámetros y configuraciones apropiadas para la identificación de la cobertura vegetal en el orto mosaico.
2. **Trabajo de campo**
    - Se realizan los recorridos de campo los cuales se georreferencian mediante aplicaciones (Apps) con el acompañamiento de especialistas en botánica y guías locales que apoyan en la identificación *in situ* de las especies representativas de cada tipo de vegetación. Dependiendo la accesibilidad se abarca la mayor superficie posible.

- Se implementa el uso de drones realizando vuelos oblicuos para fotografía y videos de contexto y doseles para la comprensión de las características generales del territorio y contar con registros para el análisis en gabinete de la composición de la vegetación.

- Se implementa los métodos de fotogrametría con dron, así como fotos en terreno, videos del terreno y sitios de muestreo.

3. **Procesamiento de la información de campo y análisis de percepción remota multi espectral y comparativa con los insumos.**

- Para el uso de las imágenes satelitales se aplicó un re-muestreo en la resolución espacial, homogenizando las diferentes resoluciones de las 13 bandas a 10 m. Con base en lo anterior, se realizaron diversas composiciones de bandas multiespectrales para poder identificar y delimitar a una escala adecuada, en función del vigor, textura, patrones de la cobertura vegetal y realce de diversas coberturas, como los cuerpos de agua, los caminos, las escorrentías y la infraestructura. Se procesaron imágenes satelitales SENTINEL-2 correspondiendo a escenas de primer trimestre del año actual, cuyas características se describen en la Tabla 6.

Tabla 6. Características de SENTINEL-2.

Banda	Resolución espacial (m)	Longitud de onda (nm)	Descripción
B1	60	443 ultra azul	Costa y aerosol
B2	10	490	Azul
B3	10	560	Verde
B4	10	665	Rojo
B5	20	705	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B6	20	740	
B7	20	783	
B8	10	842	
B8a	20	865	
B9	60	940	Onda Corta Infrarroja (SWIR)
B10	60	1375	
B11	20	1610	
B12	20	2190	

Fuente: https://www.copernicus.eu/es/sobre-copernicus. Copernicus. 2023.

- La foto interpretación del mosaico de imágenes dron coadyuva en el reconocimiento de patrones de vegetación.

- El caminamiento georreferenciado (*track*) en conjunto con la identificación de las especies representativas y en asociación con la fotointerpretación, permite identificar las particularidades de la vegetación del sitio, extrapolando los tipos de vegetación con las texturas y patrones.

- En algunos casos se ocupan los vectores de referencia para complementar el análisis y la definición de conjuntos de estructuras de vegetación y uso de suelo.

- El trazo a partir de la foto interpretación siempre es apegado a una escala base con relación a la unidad mínima cartografiable definida por el analista y en relación de los diversos análisis comparativos de los insumos. Esta escala dependerá de la calidad del material base y la extensión territorial de la zona de estudio.

4. **Validación por el grupo técnico especialista**

- La capa vectorial resultante de la foto interpretación, es etiquetada conforme a la clasificación del uso del suelo y vegetación del INEGI y ajustada conforme a Miranda y Hernández.

- Esta cobertura se pone a consideración de los investigadores del Herbario Nacional (MEXU), quienes emiten su aprobación.

RESULTADO

Mediante un sistema de información geográfica se elabora el mapa de uso del suelo y vegetación y el cálculo de superficies finales. La nomenclatura y clasificación de los tipos de vegetación se presenta conforme a Miranda y Hernández (1963); asimismo, se describen algunas condiciones ecológicas, la fisonomía y la composición florística dominante (Figura 14; Tabla 7).

En la propuesta de ANP se presentan los siguientes tipos de vegetación: 1) Selva baja subperennifolia, 2) Matorral costero y 3) Palmar (Figura 14; Tabla 7).

Tabla 7. Superficie de los tipos de vegetación y uso de suelo en la propuesta de ANP.

Polígono	Tipos de vegetación y uso de suelo	Sup (ha)	%
1	Infraestructura	0.012869	0.36 %
	Matorral costero	0.409116	11.44 %
	Palmar	0.118235	3.31 %
	Selva baja subperennifolia	2.383541	66.68 %
	Suelo desnudo	0.237415	6.64 %
	Vegetación secundaria de matorral costero	0.41374	11.57 %
	Subtotal	3.574916	100.0 %
2	Matorral costero	0.580103	62.95 %
	Suelo desnudo	0.341423	37.05 %
	Subtotal	0.921526	100.0 %
3	Matorral costero	0.041858	10.83 %
	Suelo desnudo	0.344517	89.17 %
	Subtotal	0.386375	100.0 %
	Total	4.882817	

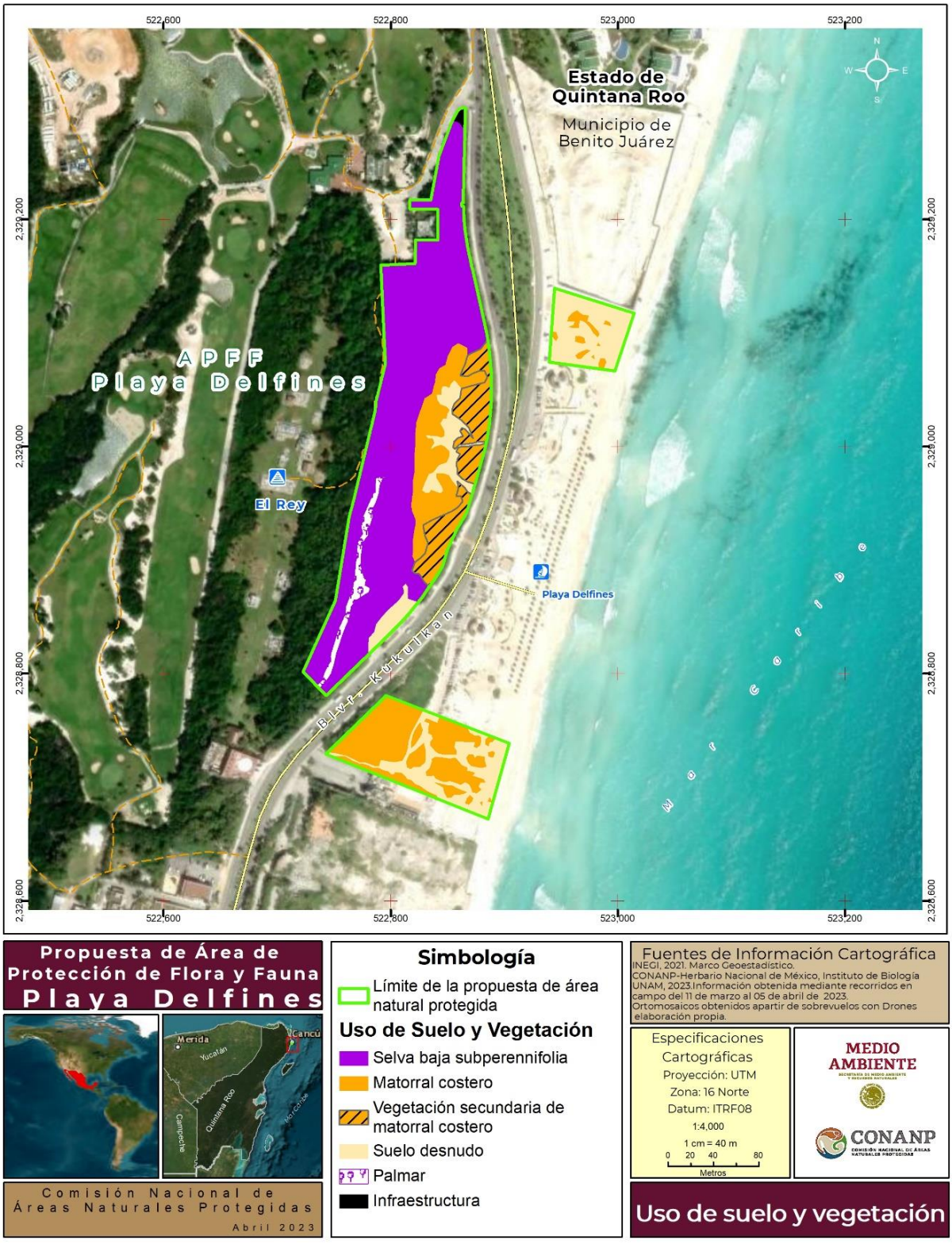


Figura 14. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación de la propuesta de ANP.

Selva baja subperennifolia

Es el tipo de vegetación en mayor proporción respecto al total de la superficie de la propuesta de ANP, ya que representa el 66.67 %, equivalente a 2.383541 ha. Este tipo de selva se desarrolla en suelos profundos con drenaje deficiente, de tal manera que pueden inundarse en época de lluvias y está relacionada con hondonadas. Generalmente se presentan árboles bajos y la composición florística está determinada por el factor edáfico, con especies tolerantes a inundaciones. En la propuesta de ANP se trata de una selva en buen estado de conservación, desarrollada sobre suelo arenoso. Los árboles tienen una altura promedio de 8 m y la especie dominante es *Metopium brownei*. Otras especies presentes son: *Bursera simaruba, Gymnanthes lucida, Simarouba glauca, Thrinax radiata y Coccothrinax readii* (Figura 15).

Figura 15. Selva baja subperennifolia en la propuesta de ANP.

Matorral costero

Se trata de un tipo de vegetación que cubre el 21.11 % de la superficie de la propuesta de ANP, lo cual equivale a 1-03-10.77 ha. Presenta un perfil heterogéneo determinado por factores como la ubicación geográfica, la topografía, el sustrato, la salinidad, la exposición al viento y el oleaje. Se trata de vegetación predominantemente halófila, dominada en su mayoría por especies arbustivas con o sin espinas, así como herbáceas, rastreras y postradas que presentan una alta tolerancia a factores como el viento, elevados niveles de salinidad y exposición directa a la irradiación solar. Es una vegetación característica y cercana de la franja litoral, con sustrato arenoso, así como con un aporte continuo de

brisa y humedad marina. La zona de matorrales se localiza al interior de la duna en donde la arena se encuentra fija y hay mayor cantidad de materia orgánica. En esta zona crecen especies con menos tolerancia a cambios ambientales. Los matorrales costeros de la Península de Yucatán pueden tener alturas variables, dependiendo de la severidad de las condiciones ambientales, los de menor altura se encuentran en zonas más áridas y expuestas, en cambio, los de mayor altura se encuentran en zonas más protegidas y de mayor humedad. Además de su altura, existen diferencias florísticas y estructurales que generan una diversidad de asociaciones vegetales.

En la propuesta de ANP, este tipo de vegetación se encuentra a los 11 m. s. n. m. con una pendiente notable hacia la duna. Se trata de un ecosistema en buen estado de conservación que desarrolla alturas promedio de 4 m en la zona interior de la duna y de hasta 6 m en la zona que limita con la selva baja subperennifolia. Pero también es importante destacar que la zona del matorral costero que se encuentra adyacente al Boulevard Kukulcán está fuertemente impactada por actividad humana, observándose vegetación secundaria derivada de este tipo de vegetación, mientras que el matorral que se encuentra en el límite con la selva baja subperennifolia mantiene un valioso grado de conservación. Una de las especies notables y frecuentes en el matorral son *Cordia sebestena* y *Coccoloba uvifera*. Otras especies presentes son *Thrinax radiata, Coccothrinax readii, Canavalia rosea, Metopium brownei, Leucaena leucocephala*, *Opuntia stricta* y *Macroptilium atropurpureum* (Figura 16).

Cabe mencionar que, aunque se trata de un matorral típico y en buen estado de conservación, una de las amenazas, en especial el que está cercano a la zona de playa, es el impacto humano derivado de la alta actividad turística de esta costa, así como la abundancia de la especie exótica *Scaevola taccada*, especie introducida por su valor ornamental (Figura 17).

Figura 16. Matorral costero de *Cordia sebestena* en la propuesta de ANP.

Figura 17. Especie exótica *Scaevola taccada* en matorral costero en la propuesta de ANP.

Palmar

Este tipo de vegetación es el de menor proporción respecto al total de la superficie de la propuesta de ANP, ya que representa el 3.31 %, equivalente a 0-11-82.35 ha. Este tipo de comunidad vegetal consiste en una asociación de plantas monopódicas pertenecientes a la familia Arecaceae. Las palmas pueden formar bosques aislados, se desarrollan en climas cálidos húmedos y subhúmedos, por lo general sobre suelos profundos y con frecuencia anegados. En la propuesta de ANP se trata de una comunidad inundable, inmersa en la selva baja subperennifolia. La especie dominante es la palma chit (*Thrinax radiata*), la cual es una palma arbustiva o arbórea que en el área de estudio presenta una altura promedio de 14 m. También se presenta de manera frecuente la palma nakás (*Coccothrinax readii*), especie solitaria que mide de 1 m a 4 m de altura. Cabe mencionar que también se pueden encontrar de forma frecuente individuos de palma de coco (*Cocos nucifera*), especie exótica en México.

2.2 BIODIVERSIDAD

2.2.1 FLORA

Hongos (División Ascomycota)

Los hongos participan activamente en los procesos de reciclaje y en la formación y conservación del suelo. Se considera que son el segundo grupo de organismos más diversos en la Tierra después de los insectos, pues se calcula que hay alrededor de 1.5 millones de especies (Pompa *et al.,* 2011).

En México se han registrado alrededor de 7,000 especies de hongos, aunque se calcula que su número podría llegar a 200,000 (Aguirre-Acosta *et al*., 2014). En el estado de Quintana Roo se conocen hasta el momento 401 especies, las cuales se distribuyen en casi toda la Península de Yucatán y en general son

de afinidad tropical. En las selvas bajas del estado la presencia de los macromicetos micorrícicos es muy reducida; por el contrario, es muy alta la de macromicetos saprobios, hongos que crecen sobre materia en descomposición como madera y animales muertos (López *et al*., 2011; De la Fuente *et al*., 2020).

En la propuesta de ANP se registran hasta el momento 20 especies nativas de hongos ascomicetos, distribuidas en nueve familias (Anexo 1), las cuales se caracterizan por completar su ciclo de vida en la zona intermareal de las playas, viviendo entre o en la superficie de los granos de arena (Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1979). Los ascomicetos adaptados a las zonas intermareales con cambios extremos de salinidad, temperatura, radiación solar, humedad y de disponibilidad de nutrientes, promueven la degradación orgánica y mineralización de sustratos que contienen celulosa, hemicelulosa y lignina (Hyde *et al*. 1998).

La presencia de dichos hongos es indicativa de la salud del ecosistema, dado que se ha registrado menor riqueza de estas especies conforme aumenta el nivel de disturbio en las playas. La especie más representativa es *Corollospora maritima*, la cual se encuentra en mayor frecuencia en playas menos perturbadas y disminuye a medida que aumenta la perturbación (González y Hanlin, 2010). Lo anterior da cuenta del buen estado de conservación del ecosistema en la propuesta de ANP.

Plantas vasculares (División Tracheophyta)

Las plantas vasculares, también conocidas como traqueofitas o plantas superiores, son los organismos más evolucionados del reino Plantae, que incluye a los helechos, a las gimnospermas y a las angiospermas. En México existen alrededor de 23,000 especies de plantas vasculares nativas, por lo que ocupa el cuarto lugar a nivel mundial y el segundo en número de especies endémicas, que es de alrededor del 50 % (Villaseñor, 2016).

En el estado de Quintana Roo, se conocen hasta el momento 1,700 especies de plantas vasculares, lo que representa el 71 % de la flora de la Península de Yucatán, que es de 2,400 especies, así como el 7 % de la flora vascular mexicana (Pozo *et al.,* 2011).

En la propuesta de ANP se encuentran 42 especies nativas de plantas vasculares distribuidas en 29 familias (Anexo 1). Esta diversidad representa cerca del 2.5 % de la flora estatal. Entre las familias con mayor diversidad de especies se encuentran: Fabaceae con seis y Apocynaceae con cuatro. La dominancia en la familia Fabaceae coincide con lo observado para selvas del Neotrópico. Por otro lado, en el área se encuentra presente una especie endémica de la Provincia Biótica Península de Yucatán, la palma nakás (*Coccothrinax readii*).

Asimismo, cuatro especies están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El algodón (*Gossypium hirsutum*) se encuentra en la categoría de Sujeta a protección especial (exclusivamente para las poblaciones silvestres) y con categoría de Amenazada se encuentran la palma chit (*Thrinax radiata*), el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y la palma nakás (*Coccothrinax readii*).

Por otro lado, cabe mencionar que en la vegetación costera de la propuesta de ANP se presenta de manera abundante la especie exótica miocal de la India (*Scaevola taccada*), introducida por su valor

ornamental, así como el coco (*Cocos nucifera*), que es exótico y la higuerilla (*Ricinus communis*), que es exótica-invasora.

2.2.2 FAUNA

Invertebrados

Los invertebrados son el grupo más abundante en el mundo animal, conformando aproximadamente el 95 % de todas las especies. Su presencia es esencial para el reciclaje de materia orgánica y para mantener el equilibrio en diversas cadenas alimentarias dentro de los ecosistemas, lo que los convierte en un grupo de gran importancia (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).

Con relación a la riqueza de invertebrados en México, hasta el momento se tienen registradas 47,768 especies de insectos y 5,579 de arácnidos (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008). En el estado de Quintana Roo se tienen registradas 186 arañas, 450 mariposas diurnas y 85 abejas sociales, aunque no hay dato disponible sobre la riqueza estatal de ortópteros (Pozo *et al.,* 2011).

En la propuesta de ANP se han registrado cuatro especies nativas de invertebrados pertenecientes a cuatro órdenes: Aranae, Hymenoptera, Lepidoptera y Orthoptera (Anexo 1). Estas especies representan el 0.6 % de la riqueza del estado de Quintana Roo.

Destaca la tarántula de trasero oxidado de Yucatán (*Tliltocatl epicureanum*), que es endémica de la Provincia Biótica Península de Yucatán. Aunque cabe mencionar que la diversidad de invertebrados registrada en el sitio no es representativa de la biodiversidad total, por lo que la declaratoria de ANP es un área de oportunidad para intensificar el trabajo de campo e investigación de este grupo biológico.

Finalmente, se tiene el registro de la abeja europea (*Apis mellifera*) como especie exótica.

Anfibios (Clase Amphibia)

Los anfibios ocupan un lugar importante en la cadena trófica, al ser consumidores de una gran diversidad de invertebrados y al servir como alimento a otros animales como aves, murciélagos y serpientes, de modo que ocupan un papel fundamental en el flujo de energía y reciclaje de nutrientes en los ecosistemas (Cedeño-Vázquez y Calderón Mandujano, 2011).

En México los anfibios tienen una diversidad actual de 376 especies pertenecientes a 16 familias con representantes de los tres órdenes: Anura (ranas y sapos), Caudata (salamandras y tritones) y Gymnophiona (cecilias), lo que lo posiciona como el quinto país con mayor riqueza en el mundo. Además, el 67 % de los anfibios mexicanos son endémicos (252 especies) (Parra-Olea *et al.,* 2014).

El área de la propuesta de ANP es distribución potencial para seis especies nativas de anuros de tres familias: Hylidae, Bufonidae y Rhinophrynidae (Anexo 1). Esta cifra representa poco más del 27 % de la diversidad estatal de anfibios. Cabe mencionar que solo se tiene registro de una especie dentro de la categoría Sujeta a protección especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual es la rana boquita (*Rhinophrynus dorsalis*) (Anexo 2).

Por otro lado, en la actualidad, los anfibios mexicanos están sufriendo la peor crisis de extinción de toda su historia; se considera que el 43 % de las especies están amenazadas o críticamente

amenazadas. Entre los factores causantes de esta crisis global de extinción destacan: 1) la pérdida del hábitat; 2) la contaminación; 3) la sobreexplotación; 4) la introducción de especies exóticas; y 5) enfermedades infecciosas causadas por hongos (Parra-Olea *et al.,* 2014).

Reptiles (Clase Reptilia)

Los reptiles brindan servicios ambientales como la polinización, dispersión de semillas y control de plagas (Woolrich-Piña *et al*., 2021). En México, hay 1,073 especies que incluyen lagartijas, serpientes, anfisbénidos, cocodrilos y tortugas; de las cuales más de la mitad son endémicas del país (52 %) (Suazo-Ortuño *et al*., 2023). Por otro lado, en el estado de Quintana Roo existen 106 especies de reptiles de las 140 reportadas para la Península de Yucatán (Calderón-Mandujano y Cedeño-Vázquez, 2011).

La herpetofauna presente en la propuesta de ANP incluye siete especies nativas, de las cuales seis especies se presentan por su distribución potencial (Anexo 1), pertenecientes al orden Squamata y seis familias, que en su conjunto representan el 6.6 % de la riqueza estatal. Destaca la lagartija arcoíris (*Holcosus gaigae*), que es endémica de México.

Entre las especies, cuatro están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana verde (*Iguana iguana*) está Sujeta a protección especial; la mazacuata (*Boa imperator*), la iguana negra (*Ctenosaura similis*) y la culebra acuática (*Thamnophis proximus*) están bajo la categoría de Amenazada.

Aves (Clase Aves)

Actualmente existen más de 10,000 especies en el planeta (Clements *et al.,* 2022) y de 1,100 a 1,128 especies para México pertenecientes a 26 órdenes, 95 familias y 493 géneros (Navarro-Sigüenza *et al.,* 2014; Berlanga *et al.,* 2022; Prieto-Torres *et al.,* 2023).

En el estado de Quintana Roo se han reportado 483 especies, que equivalen a casi al 86 % de la ornitofauna de la Península de Yucatán, en la que se tienen registradas 564 aves. Dicho número representa el 50 % de las especies del país (Correa y MacKinnon, 2011; MacKinnon, 2017).

En la propuesta de ANP se registran actualmente 195 especies de aves nativas, de las cuales 100 son residentes, 73 especies son migratorias de invierno, 19 son transitorias y 3 son migratorias de verano (Anexo 1). Esto equivale a poco más del 40 % de las especies que se distribuyen en todo el estado. Del total de las especies, diez se consideran prioritarias para la conservación en México, como el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), el pato cucharón norteño (*Spatula clypeata*) y la espátula rosada (*Platalea ajaja*), entre otras.

En cuanto endemismos, se presentan cinco especies de distribución restringida, una correspondiente a México, el colibrí cola hendida (*Doricha eliza*) y cuatro a la Provincia Biótica Península de Yucatán: calandria dorso naranja (*Icterus auratus*), maullador negro (*Melanoptila glabrirostris*), papamoscas yucateco (*Myiarchus yucatanensis*) y carpintero yucateco (*Melanerpes pygmaeus*).

Asimismo, se reporta la presencia de 23 especies de aves en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010; 18 se encuentran Sujetas a protección especial, como el gavilán pecho canela (*Accipiter striatus*), loro frente blanca (*Amazona albifrons*) y perico pecho sucio (*Eupsittula nana*), entre otras; 3 están Amenazadas: el playero occidental (*Calidris mauri*), paloma corona blanca (*Patagioenas leucocephala*) y loro yucateco (*Amazona xantholora*); y 2 más están En

peligro de extinción: la garza rojiza (*Egretta rufescens*) y el colibrí cola hendida (*Doricha eliza*) (Anexo 2).

Por otra parte, se encuentran cuatro especies exóticas-invasoras en el sitio: paloma doméstica (*Columba livia*), paloma de collar turca (*Streptopelia decaocto*), capuchino pecho escamoso (*Lonchura punctulata*) y garza ganadera (*Bubulcus ibis*).

Mamíferos (Clase Mammalia)

La riqueza de mamíferos mexicanos es de 564 especies, que representa aproximadamente el 10 % de la diversidad mundial total y que ubica al país en el tercer lugar (Sánchez-Cordero *et al.,* 2014).

En la Península de Yucatán, las 123 especies de mamíferos terrestres registradas representan aproximadamente el 26 % de la mastofauna terrestre reconocida para México (Sosa-Escalante *et al*., 2013). En esta región se distribuyen tanto familias de origen neártico como ardillas, felinos y tapires, como de origen neotropical representados por primates, marsupiales, murciélagos y algunos roedores (Sosa-Escalante *et al.,* 2013).

De manera específica, en el estado de Quintana Roo se han reportado 114 especies de mamíferos terrestres, más del 90 % de las especies registradas en la Península de Yucatán y más del 20 % de la riqueza de mamíferos en México. Las familias más diversas del estado son del grupo de los murciélagos (Phyllostomidae, Vespertilionidae y Molossidae) y los roedores (Muridae) (Escobedo, 2011).

Dentro de la propuesta de ANP, se han identificado 16 especies de mamíferos con distribución potencial, correspondientes a 6 órdenes y 12 familias (Anexo 1), lo que representan el 14 % de la riqueza de Quintana Roo. Destacan dos especies endémicas, el ratón de abazones (*Heteromys gaumeri*) con distribución en México y el ratón yucateco (*Peromyscus yucatanicus*), que restringe su distribución a la Provincia Biótica Península de Yucatán (Anexo 1).

Además, son relevantes 2 especies con categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, el puercoespín tropical (*Coendou mexicanus*) que está Amenazado y el oso hormiguero (*Tamandua mexicana* subsp. *mexicana*) que está En peligro de extinción.

B) RAZONES QUE JUSTIFIQUEN EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad de nuestro país son las Áreas Naturales Protegidas. De acuerdo con el párrafo primero del artículo 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las ANP son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en dicha Ley y los demás ordenamientos aplicables. Además de ser una de las estrategias más efectivas para mitigar el cambio climático y sus efectos sobre la población y los recursos naturales, así como a la contribución a la adaptación, evitar el cambio de uso de suelo y la pérdida de carbono. Se calcula que cerca del 15 % del carbono del mundo está almacenado en los sistemas de áreas protegidas (CONANP-PNUD, 2019).

Así, con base en el análisis y sistematización de la información técnica y científica recopilada para la propuesta de ANP, así como los recorridos realizados en campo el 23 de marzo de 2023 para el registro de la biodiversidad y valores ambientales, la propuesta de APFF Playa Delfines cumple con lo establecido en el artículo 45 de la LGEEPA, fracciones I a V conforme a lo siguiente:

Articulo 45.- El establecimiento de áreas naturales protegidas, tiene por objeto:

I. Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos;

II. Salvaguardar la diversidad genética de especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial;

III. Asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, sus elementos, y sus funciones;

IV. Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio;

V. Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional;

En este sentido los principales beneficios a los ecosistemas que conlleva la declaratoria del ANP son:

- La diversidad de tipos de vegetación presentes en el área, ya que derivado del recorrido de campo, se observaron y describieron los siguientes tipos de vegetación: 1) Selva baja subperennifolia con 2-38-35.41 ha que representa el 66.67 % en un buen estado de conservación, 2) Matorral costero con 1-03-10.77 ha que constituye el 21.11 % y 3) Palmar con 0-11-82.35 ha el cual representa el 3.31 %.

- Salvaguardar la diversidad genética de siete grupos biológicos con 290 especies que representan el 8.1 % del estado de Quintana Roo, 11 de estas son endémicas y 34 se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Asegurar a través de la propuesta del APFF Playa Delfines la preservación y el aprovechamiento sustentable de la selva tropical húmeda, en específico a la selva baja subperennifolia, la cual presenta una presión antropogénica, por lo que es de relevancia la conservación de este tipo de germoplasma y sus elementos como el chechen prieto (*Metopium brownei*) que es una especie primaria con buena resistencia al fuego y tolerante a inundaciones temporales (CONABIO, S/F a), el palo mulato (*Bursera simaruba*), el cual cuenta con efectos restauradores como el drenaje de tierras inundables, control de la erosión y estabilizador de bancos de arena y servicios ambientales como barrera rompeviento y cercado vivo (CONABIO, S/F b). De igual manera se preserva el matorral costero, con menos tolerancia a cambios ambientales como el uvero (*Coccoloba uvifera*) que es una especie con potencial para reforestar zonas degradadas

de selva y presenta tolerancia a suelos con buen drenaje y muestra firmeza ante el viento (CONABIO, S/F c).

- Se preserva respecto a la fauna en la propuesta de ANP de interés que se han registrado al momento 228 especies (4 especies de invertebrados, 6 de anfibios, 7 de reptiles, 195 de aves y 16 de mamíferos), lo que equivale al 15.7 % de lo reportado para el estado (1,446 especies).

- La propuesta de ANP contribuye a la resiliencia de los ecosistemas y las comunidades humanas frente a los impactos del cambio climático al proteger la biodiversidad y mantener procesos ecológicos esenciales, como la polinización, la dispersión de semillas y la depuración del agua (Hannah *et al*., 2013), como ejemplo, se encuentra el matorral costero, que, al contar con un tipo de suelo arenosol, presenta alta permeabilidad y baja capacidad de retención de agua, lo que permite la depuración de este recurso. También sirven como refugios para especies que se desplazan en respuesta a las alteraciones climáticas, favoreciendo la adaptación y la supervivencia de diversas poblaciones (Araújo *et al*., 2011), es el caso de la vegetación relicto que se encuentra en el matorral costero ya que es de importancia su preservación para la conservación del germoplasma que se distribuye en la región. Además, proporciona beneficios socioeconómicos y culturales, como el ecoturismo, la investigación científica, la recreación y la conservación del patrimonio cultural, contribuyendo a la adaptación y resiliencia de las comunidades locales ante el cambio climático (Jones *et al*., 2016), la propuesta de ANP proporciona beneficios culturales al ser una de las dos playas públicas que se mantienen al 2023.

- Proteger los entornos naturales que se encuentran colindantes al sitio arqueológico El Rey, que correspondía a una de las zonas más importantes de la isla Cancún que se comunica tierra adentro y que conformaba el área nuclear dedicado al comercio marítimo y actividades pesqueras.

C) ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES

Los ecosistemas son sistemas abiertos complejos que entretejen la diversidad biológica con los procesos ecológicos para producir una gran gama de servicios para la biósfera planetaria y la sociedad humana. Sin embargo, son pocos los ecosistemas de la Tierra eficazmente manejados o mantenidos (Prezas, 2011), por lo tanto, es necesario tomar acción para conservar estos recursos.

El establecimiento y manejo de áreas naturales protegidas es una de las formas más importantes para asegurar que los recursos naturales mundiales sean conservados de modo que puedan responder a las necesidades materiales y culturales de la humanidad presente y futura (Prezas, 2011).

En la propuesta de ANP, en el polígono 1, se observó una vegetación heterogénea y con óptima fisionomía de selva baja subperennifolia, en la cual los árboles tienen una altura promedio de 8 m y la especie dominante es *Metopium brownei*, con 66.7 % de cobertura de esta y otras especies como *Bursera simaruba, Gymnanthes lucida, Simarouba glauca, Thrinax radiata y Coccothrinax readii*, lo que indica un buen estado de conservación, a pesar de contar con algunos parches que indicaban incendios recientes focalizados, los cuales son propicios para restauración, asimismo, se registró

vegetación secundaria de matorral costero debido a que se crea un efecto de borde o fragmentación, a causa de la carretera que divide a los polígonos. Para los polígonos 2 y 3 se registró una cobertura del 63 % y 10.8 % respectivamente con vegetación típica de matorral costero como *Cordia sebestena* y *Coccoloba uvifera* en buen estado de conservación, la cual se encuentra a los 11 m. s. n. m. con una pendiente notable hacia la duna, desarrolla alturas promedio de 4 m en la zona interior de la duna y de hasta 6 m en la zona que limita con la selva baja subperennifolia. Sin embargo, cuenta con cierto grado de impacto por actividades humanas, con la oportunidad de contar con medidas de remediación de suelos y de actividades turísticas sostenibles. Por lo anterior, se identifica un buen estado de conservación para la propuesta de APFF Playa Delfines.

Respecto a la fauna, se ha registrado la presencia de especies nativas, tal es el caso de 195 taxones de aves, destaca la garza rojiza (*Egretta rufescens*) catalogada como En peligro de extinción de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010; 16 especies nativas de mamíferos con distribución potencial, dentro de los cuales destacan el ratón de abazones (*Heteromys gaumeri*) y el ratón yucateco (*Peromyscus yucatanicus*), que restringe su distribución a la Provincia Biótica Península de Yucatán; 6 especies nativas de anfibios, dentro de las cuales destaca la presencia de la rana boquita (*Rhinophrynus dorsalis*), la cual se encuentra en la categoría de Sujeta a protección especial; 4 de reptiles, en las que se incluyen a la iguana negra (*Ctenosaura similis*), la mazacuata (*Boa imperator*) y la culebra acuática (*Thamnophis proximus*) catalogadas como Amenazadas y la iguana verde (*Iguana iguana*) catalogada como Sujeta a protección especial y; 4 de invertebrados, destaca la tarántula de trasero oxidado de Yucatán (*Tliltocatl epicureanum*), endémica de la Provincia Biótica Península de Yucatán.

D) RELEVANCIA, A NIVEL REGIONAL Y NACIONAL, DE LOS ECOSISTEMAS REPRESENTADOS EN EL ÁREA PROPUESTA

Las zonas del trópico húmedo cubren una superficie de 24 millones de ha, es decir, un 12.2 % de la superficie de México; comprende las regiones ecológicas ubicadas a menos de 1,000 m de altitud con temperaturas medias anuales superiores a 20° C y con una precipitación pluvial generalmente superior a los 1,300 mm anuales (González, 2004). Uno de los tipos de vegetación que caracteriza a estas regiones son las selvas bajas subperennifolias, estas se distribuyen prácticamente en la península de Yucatán, están caracterizadas por árboles bajos no mayores a 15 m y representativa de los bajos inundables en suelo denominado “akalché”, que corresponde a los gleysoles (Romero-Montero y Ellis, 2016; INEGI, 2014).

A nivel nacional, estas selvas son fuente de recursos biológicos y servicios ambientales entre ellos, la captura de carbono; al 2013 se ha estimado que están almacenadas aproximadamente 30.8 toneladas por hectárea. Además, aportan a la biodiversidad de la región. Finalmente se puede aseverar que la selva baja subperennifolia en el sureste mexicano no ha sido suficientemente estudiada, a pesar de la reducción de su superficie por cambios de uso de suelo desde la década de 1970, así como el potencial de estos ecosistemas para su aprovechamiento forestal, como para la conservación de la biodiversidad, y la mitigación del cambio climático (Romero-Montero y Ellis, 2016).

D.1) CONTRIBUCIÓN DEL ÁREA ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

D.1.1) Introducción general: las ANP como soluciones al cambio climático.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) identifica dos opciones para hacer frente al cambio climático: la mitigación y la adaptación (CMNUCC, 1992). La mitigación se refiere a la intervención humana para reducir las emisiones o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero; mientras que la adaptación se refiere a procesos de ajuste al clima real o esperado y a sus efectos, para moderar el daño o aprovechar oportunidades benéficas (IPCC, 2021).

Las ANP constituyen la estrategia de gestión más efectiva para impedir el cambio de uso de suelo, con lo que se evita la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera, manteniendo la cobertura para la captación de carbono en suelo y biomasa (CICC, 2017). Además de proteger ecosistemas y especies, son soluciones naturales al cambio climático, ya que en cuanto a la mitigación, contribuyen de manera importante a la captura y almacenamiento de carbono; y con relación a la adaptación, los ecosistemas protegidos pueden reducir los impactos por eventos hidrometeorológicos extremos y mantienen los servicios ecosistémicos, como la regulación de la temperatura, la provisión de agua, entre otros; los cuales contribuyen a reducir la vulnerabilidad al cambio climático.

Además, las ANP representan una oportunidad para conservar el patrimonio natural de México, fortalecer la economía y mejorar el bienestar humano, lo que permite que las comunidades más vulnerables estén mejor preparadas para enfrentar las amenazas del cambio climático. La protección de los ecosistemas, a través del decreto de nuevas ANP, permite mantener o mejorar la calidad de los procesos ecológicos, dando como resultado espacios naturales con mayor capacidad de recuperación, que podrán amortiguar mejor los impactos del cambio climático y mantener los servicios ecosistémicos de los cuales depende la calidad de vida de las comunidades humanas que viven dentro y cerca de las ANP.

El establecimiento y protección de las ANP contribuye a aumentar la capacidad de adaptación de los socioecosistemas y mitigar el cambio climático, a través de los ecosistemas naturales, con la participación multisectorial coordinada en los distintos niveles de gobierno (CONANP, 2015).

D.1.2) Contribución del área natural protegida de carácter federal Playa Delfines a la mitigación del cambio climático.

Los ecosistemas juegan un papel de gran importancia no solo para la diversidad biológica sino también por su capacidad natural de fijar y absorber el dióxido de carbono (CO_2), el principal Gas de Efecto Invernadero que provoca el calentamiento global y que es generado por diferentes actividades humanas como los procesos industriales, el uso indiscriminado de combustibles fósiles y la deforestación. Así, los ecosistemas durante su desarrollo pueden absorber el CO_2 de la atmósfera y convertirlo en carbono que se almacena principalmente en los troncos, raíces hojas y suelo. Este proceso contribuye a la mitigación del cambio climático. Sin embargo, la destrucción y degradación de ecosistemas provoca la liberación del carbono a la atmósfera contribuyendo a agravar el problema del cambio climático (CONAFOR, 2017).

La mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), a través de los ecosistemas en ANP, implica evitar las pérdidas de carbono de los ecosistemas, por ejemplo, debido a incendios y degradación, así como el mantenimiento de la cobertura vegetal para la captación y almacenamiento de carbono en suelo y

biomasa aérea (CICC, 2017). La zona donde se pretende establecer el APFF Playa Delfines cuenta con ecosistemas importantes selvas bajas subperennifolias y matorrales costeros que contribuyen a la captura y almacenamiento de carbono.

Considerando lo anterior, el establecimiento del APFF Playa Delfines podría contribuir a conservar los ecosistemas cercanos, previniendo los procesos de pérdida de cobertura vegetal, y por consiguiente del carbono almacenado en biomasa aérea y suelo. Esto es, el APFF Playa Delfines podría ayudar a limitar la presión general sobre los ecosistemas en sus inmediaciones.

Así, el potencial de captura y almacenamiento de carbono de los ecosistemas en esta nueva ANP contribuirá al cumplimiento de los compromisos internacionales de México referentes a la mitigación del cambio climático. En este sentido, la incorporación de ecosistemas a esquemas de conservación como ANP, se considera una acción para la mitigación en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Acuerdo de París y en los instrumentos de la política nacional en la materia, particularmente en lo referente al incremento de la superficie decretada como ANP a nivel federal, contemplado en la Ley General de Cambio Climático, la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 (PECC) y la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés). Cabe resaltar que lo anterior empata también con instrumentos estatales, pues el estado de Quintana Roo cuenta con un Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático y una Ley de Acción de Cambio Climático, siendo ambas herramientas clave que se unen a los compromisos nacionales e internacionales en materia de mitigación del cambio climático.

Además, la propuesta de ANP contribuye a la resiliencia de los ecosistemas y las comunidades humanas frente a los impactos del cambio climático al proteger la biodiversidad y mantener procesos ecológicos esenciales, como la polinización, la dispersión de semillas y la depuración del agua (Hannah *et al*., 2013). También sirven como refugios para especies que se desplazan en respuesta a las alteraciones climáticas, favoreciendo la adaptación y la supervivencia de diversas poblaciones (Araújo *et al*., 2011).

Finalmente, la propuesta de ANP también proporciona beneficios socioeconómicos y culturales, como el ecoturismo, la investigación científica, la recreación y la conservación del patrimonio cultural, contribuyendo a la adaptación y resiliencia de las comunidades locales ante el cambio climático (Jones *et al*., 2016). Por lo tanto, es fundamental garantizar el establecimiento y manejo efectivo de áreas naturales protegidas para enfrentar los desafíos del cambio climático.

D.1.3) Contribución de Playa Delfines para la adaptación ante el cambio climático.

A partir de la sección anterior es posible resaltar que en la región en la que se propone el ANP, existen diversas amenazas climáticas actuales y potenciales en un contexto de cambio climático que podrían tener impactos significativos sobre la población, las actividades económicas, estrategias de vida, el patrimonio cultural tangible y la infraestructura estratégica. Por ello, resulta esencial la implementación de acciones de adaptación al cambio climático que permitan reducir la vulnerabilidad de estos elementos del territorio ante el cambio climático. Uno de los enfoques para la reducción de la vulnerabilidad es el de Adaptación Basada en Ecosistemas, el cual contempla el uso de los servicios ecosistémicos para ayudar a las personas a adaptarse al cambio climático (Lhumeau y

Cordero, 2012). Por lo tanto, el establecimiento del APFF Playa Delfines contribuirá a la conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas constituye una acción clave de adaptación basada en ecosistemas.

En la Tabla 8 se presentan las problemáticas climáticas reconocidas en este estudio para la región donde se propone el ANP, así como los principales servicios ecosistémicos de esta, que podrían ayudar a reducir la vulnerabilidad ante las mismas. Los servicios ecosistémicos que se presentan fueron seleccionados a partir de los listados de Lhumeau y Cordero (2012), Locatelli (2016) y Everard *et al.* (2020).

Tabla 8. Principales efectos climáticos observados y potenciales para los sistemas de interés (población, las actividades económicas, el patrimonio cultural tangible, y estrategias de vida y la infraestructura estratégica) ubicados en las cercanías de la propuesta de ANP, así como los servicios ecosistémicos seleccionados de los listados de Lhumeau y Cordero (2012), Locatelli (2016) y Everard *et al.* (2020) con los que la propuesta de ANP puede contribuir a reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático.

Efectos históricos y potenciales de eventos climáticos	Servicios ecosistémicos con que la propuesta de Área Natural Protegida puede contribuir a reducir la vulnerabilidad de la región ante los efectos climáticos
Aumento del nivel del mar	• Protección de la línea de costa y retención de sedimentos. • Barrera física contra marejadas.
Afectaciones por altas temperaturas	• Regulación de la temperatura a través de la sombra y evapotranspiración de la vegetación.
Afectaciones por vientos fuertes durante tormentas tropicales	• Barrera ante vientos.
Afectaciones por inundaciones	• Infiltración de agua. • Barreras naturales ante corrientes de agua.
Afectaciones por deslaves y erosión costera	• Retención de suelos.
Enfermedades infecciosas y plagas	• Control biológico de plagas y de vectores de enfermedades. • Aprovisionamiento de plantas medicinales. • Mantenimiento de hábitat para evitar contacto con la fauna silvestre. • Diversidad genética.
Afectaciones a las fuentes de alimentos	• Diversidad genética para la diversificación de fuentes de alimento. • Aprovisionamiento de alimentos en casos de crisis.
Afectación a actividades económicas	• Posibilidad de diversificar actividades.

Tomando en cuenta la información en la Tabla 8, es posible decir que el establecimiento de la propuesta de ANP Playa Delfines aumenta la capacidad de conservar los servicios ecosistémicos clave que los ecosistemas de la zona proporcionan a la población, sus actividades económicas, el patrimonio cultural tangible y la infraestructura estratégica.

En el PACC-CIMPM se establecieron once medidas de adaptación para atender la vulnerabilidad climática de los acuíferos; el sistema arrecifal; las praderas de pastos marinos; las playas y dunas costeras y; las selvas, con el fin de que estos puedan continuar proporcionando servicios que a su vez permitan a las comunidades a adaptarse. Entre estas medidas destacan:

- Fomentar el manejo integrado de la costa como barrera ante tormentas y huracanes.
- Restauración y conservación de la selva para favorecer la recarga del sistema acuífero.
- Manejo y prevención de incendios.

En conjunto estas acciones buscan fortalecer la conservación y manejo sostenible de vegetación de dunas costeras y selvas, reduciendo factores de presión como la fragmentación, desmontes y el desarrollo turístico no sostenible. Esta disminución de factores de presión permitirá a su vez que, estos ecosistemas contribuyan a hacer frente al incremento de la temperatura, reducción de la precipitación, a la incidencia de tormentas y huracanes y al aumento del nivel del mar.

Por tanto, como contribución a la implementación de acciones planteadas en el PACC-CIMPM, el establecimiento de la propuesta ANP, junto a las otras dos adicionales que se pretende crear en el municipio de Benito Juárez y que tienen conectividad conjunta con el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté y otras ANP marino-costeras de la región, abonará a que los ecosistemas tengan mayor capacidad de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, ya que, a través de la conservación se espera que los hábitats cuenten con mayor integridad en su estructura y función para proveer las condiciones necesarias para las distintas especies que los conforman, además de permitir así la conectividad con otros ecosistemas para favorecer el movimiento de las especies en un contexto de cambios en el clima (Mansourian *et al*., 2009).

A su vez, los ecosistemas en buen estado de conservación pueden tener mayor capacidad de recuperarse de eventos como las ondas de calor, ciclones tropicales, proliferación de plagas y enfermedades e incendios forestales, aunque por su diversidad de especies sensibles a perturbaciones pueden tener una menor resistencia, por lo que es importante la conectividad entre áreas para facilitar el movimiento de estas especies (Côté y Darling, 2010).

Adicionalmente, el establecimiento y conservación del ANP constituye una acción de adaptación al cambio climático de gran impacto, siendo congruente con lo acordado en tratados internacionales (CMNUCC y Acuerdo de París), así como con la política nacional de adaptación, contemplada en la LGCC, la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el PECC y la NDC de México. Además, el establecimiento del ANP que es clave en materia de adaptación al cambio climático armoniza con instrumentos estatales, pues el estado de Quintana Roo cuenta con un Programa Estatal de Cambio

Climático (Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático, 2013) y una Ley Estatal de Cambio Climático (Ley de Acción de Cambio Climático, 2013), ambos tienen como objeto la implementación de medidas y acciones de adaptación al cambio climático.

E) ANTECEDENTES DE PROTECCIÓN DEL ÁREA

El estado de Quintana Roo cuenta con 39 áreas naturales protegidas (Figura 18) 19 federales por decreto, 9 áreas destinadas voluntariamente a la conservación federales (ADVC), 10 estatales y 1 municipal (Tabla 9), lo que representa aproximadamente el 22 % de la superficie del estado. Todos sus municipios contienen por lo menos un ANP en las que están representados ecosistemas de alto valor ecológico: selvas, humedales, dunas costeras, arrecifes, sistemas de cuevas y cavernas (Pozo, *et al*., 2011; INEGI, 2017; CONANP, 2022).

Tabla 9. Áreas Naturales Protegidas en el estado de Quintana Roo.

No	*TIPO*	*NOMBRE*	*MUNICIPIO(S)* [1]	*FECHA DE DECRETO/ CERTIFICADO*
ANP FEDERALES				
1	PN	**Tulum**	Felipe Carrillo Puerto	23/04/1981
2	RB	**Sian Ka'an**	Cozumel y Felipe Carrillo Puerto	20/01/1986
3	SANT	**Playas de Isla Contoy**	Isla Mujeres	24/12/2022
4	APFF	**Yum Balam**	Lázaro Cárdenas	06/06/1994
5	APFF	**Uaymil**	Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco	23/11/1994
6	PN	**Arrecifes de Cozumel**	Cozumel	19/07/1996
7	RB	**Banco Chinchorro**	Othón P. Blanco	19/07/1996
8	PN	**Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc**	Isla Mujeres y Benito Juárez	19/07/1996
9	PN	**Isla Contoy**	Isla Mujeres	02/02/1998
10	RB	**Arrecifes de Sian Ka'an**	Solidaridad y Felipe Carrillo Puerto	02/02/1998
11	PN	**Arrecife de Puerto Morelos**	Benito Juárez	02/02/1998
12	PN	**Arrecifes de Xcalak**	Othón P. Blanco	27/11/2000
13	APFF	**Otoch Ma'ax Yetel Kooh**	Yucatán: Valladolid, Quintana Roo: Solidaridad	05/06/2002
14	APFF	**Bala'an K'aax**	Othón P. Blanco y José María Morelos	03/05/2005
15	APFF	**Manglares de Nichupté**	Benito Juárez	26/02/2008
16	RB	**Tiburón Ballena**	Frente a las costas del norte del Estado de Quintana Roo	05/06/2009
17	APFF	**La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel**	Cozumel	25/09/2012
18	RB	**Caribe Mexicano**	Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad,	07/12/2016

No	TIPO	NOMBRE	MUNICIPIO(S) [1]	FECHA DE DECRETO/ CERTIFICADO
			Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco	
19	APFF	**Jaguar**	Tulum	27/07/2022
ADVC				
20	ADVC	**Reserva Ecológica El Edén**	Lázaro Cárdenas	20/08/2007
21	ADVC	**Zona de Conservación de Puerta del Mar**	Benito Juárez	12/08/2008
22	ADVC	**Much Kanan K'aax**	Felipe Carrillo Puerto	05/11/2010
23	ADVC	**Huub'Sak**	Othón P. Blanco	18/11/2010
24	ADVC	**Reserva Privada Moon Palace**	Benito Juárez	04/09/2013
25	ADVC	**Las Gatas**	Puerto Morelos	01/06/2016
26	ADVC	**Biól. Julio Berdegué Aznar**	Puerto Morelos	04/06/2018
27	ADVC	**Ejido Laguna Om**	Othón P. Blanco	31/05/2019
28	ADVC	**Bios Petempich**	Benito Juárez	07/02/2023
ANP ESTATALES				
29	PN*	**Laguna Chankanaab**	Cozumel	26/09/1983
30	PU	**Parque Kabah**	Benito Juárez	10/11/1995
31	ZSCE	**Xcacel-Xcacelito**	Solidaridad	21/02/1998
32	ZSCE	**Sistema Lagunar Chacmochuch**	Benito Juárez e Isla Mujeres	09/08/1999
33	ZSCE	**Laguna Manatí**	Benito Juárez	09/08/1999
34	RE	**Santuario del Manatí, Bahía de Chetumal**	Othón P. Blanco	24/10/1996
35	RE	**Sistema Lagunar Chichankanab**	José María Morelos	01/04/2011
36	PEE	**Parque Laguna de Bacalar**	Bacalar	01/04/2011
37	RE	**Selvas y Humedales de Cozumel**	Cozumel	01/04/2011
38	PEE	**Laguna Colombia**	Cozumel	07/04/2011
ANP MUNICIPALES				
39	ZPEM	**Ombligo verde**	Benito Juárez	22/10/2012

[1]Los municipios corresponden con los municipios mencionados en el decreto de creación.
Nota ANP Federales: RB: Reserva de la Biosfera; APFF: Área de Protección de Flora y Fauna; PN: Parque Nacional; SANT: Santuario; ADVC: Área Destinada. Voluntariamente a la Conservación.
ANP Estatales: PN*: Parque Natural; PU: Parque Urbano; PEE: Parque Ecológico Estatal; ZSCE: Zona Sujeta a Conservación Ecológica; RE: Reserva Estatal.
ANP Municipales: ZPEM: Zona de Preservación Ecológica Municipal.

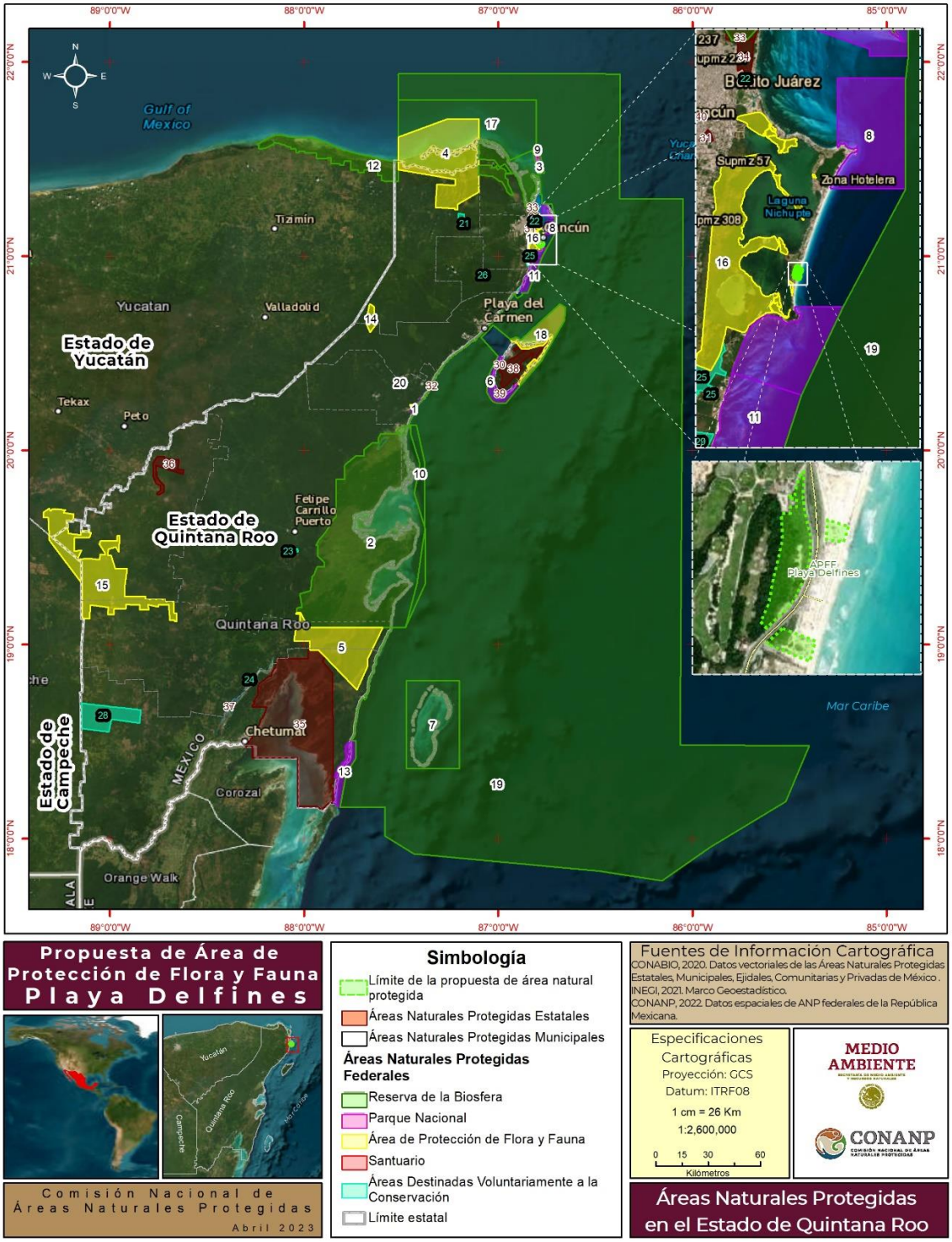


Figura 18. Áreas Naturales Protegidas en el estado de Quintana Roo (numeración conforme a la Tabla 9).

Respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial el 27 de febrero de 2014, la superficie que incluye la propuesta de APFF Playa Delfines se encuentra dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 21 – Zona Urbana de Cancún, la cual tiene como política ambiental el aprovechamiento sustentable con el fin de mantener los ecosistemas relevantes en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano; esta UGA presenta 10.92 % de vegetación en buen estado de conservación (Figura 19, Figura 20 y Figura 21).

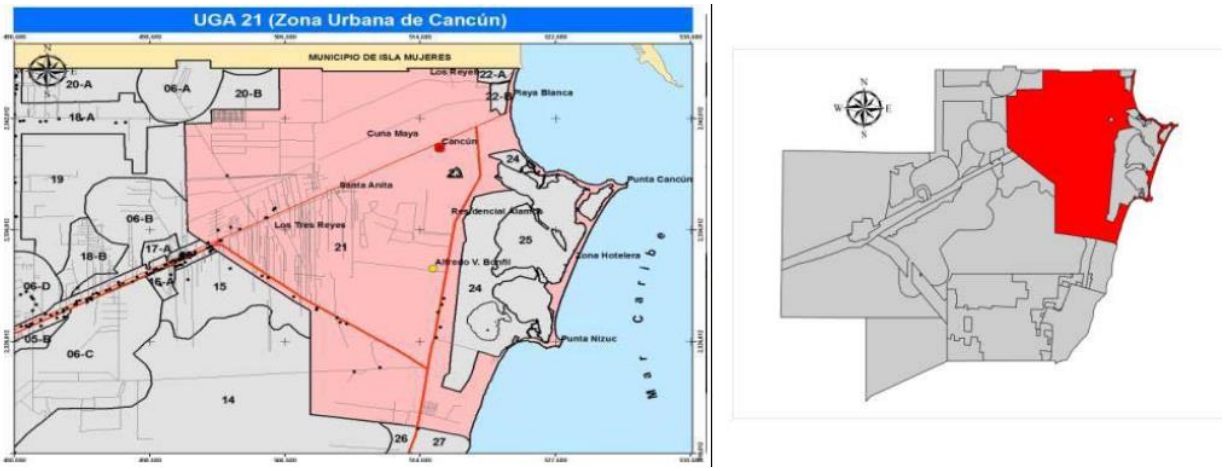


Figura 19. POEL del municipio de Benito Juárez respecto a la UGA 21, zona de la propuesta de ANP.

Figura 20. Modelo POEL Benito Juárez. UGA 21 en color amarillo de la costa este del estado.

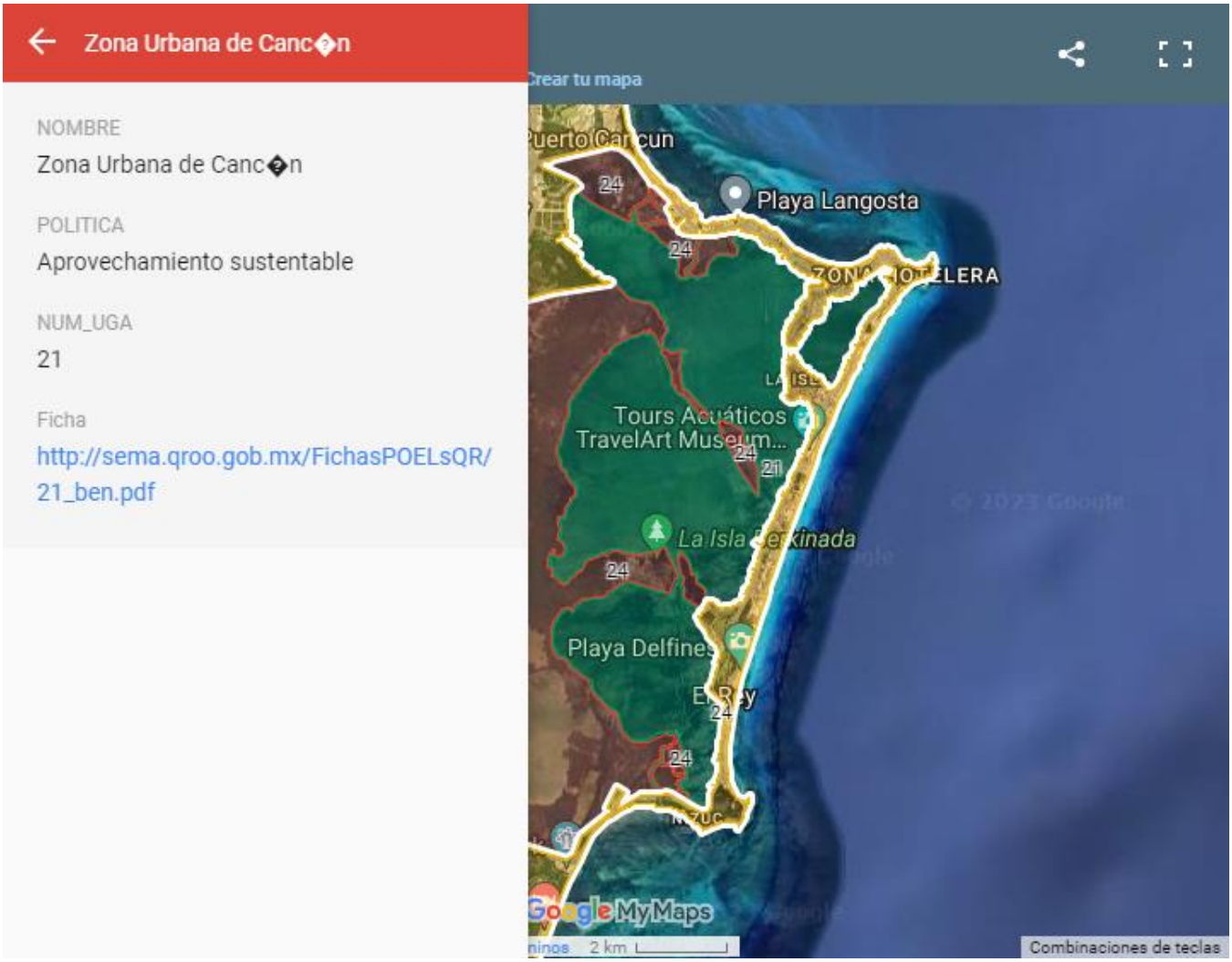


Figura 21. Modelo POEL Benito Juárez. Información general de la UGA 21.

F) UBICACIÓN RESPECTO A SITIOS PRIORITARIOS DE CONSERVACIÓN DETERMINADAS POR LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO)

El estado de Quintana Roo cuenta con sitios reconocidos internacionalmente por características singulares, como espacios naturales con buen estado de conservación de los ecosistemas, áreas con valor cultural histórico, entre otras.

En la propuesta de ANP convergen diversos estudios de regionalización biótica realizados por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad en coordinación con diferentes instituciones. Respecto a los Sitios Prioritarios para la Conservación de Parientes Silvestres de Cultivos Mesoamericanos, estos forman parte del proyecto desarrollado de 2016 a 2019 con la colaboración de instituciones y especialistas de El Salvador, Guatemala, Honduras, México y el Reino Unido, en donde los principales objetivos fueron: i) identificar los parientes silvestres de cultivos mesoamericanos de importancia nacional, regional y mundial; ii) evaluar su riesgo de extinción, y iii) establecer elementos estratégicos para contribuir a salvaguardarlos en el medio silvestre, así como en bancos de germoplasma nacionales (CONABIO, 2021a). Como consecuencia de lo anterior, la propuesta del ANP presenta 5.65 % (0.28 ha) de su superficie, representada con 80 % de importancia de las áreas para la conservación de parientes silvestres de cultivos mesoamericanos (Figura 22).

Referente a los Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad, la propuesta de ANP, se encuentra en la unidad identificada como 51,634, la cual cuenta con una prioridad media en sus 4.88 ha de superficie. Sin embargo, a menos de 1 km se encuentra la unidad identificada como 51,377 de prioridad extrema (Figura 23; CONABIO-CONANP, 2010).

Figura 22. Sitios Prioritarios para la Conservación de Parientes Silvestres de Cultivos Mesoamericanos.

Figura 23. Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales para la Conservación de la Biodiversidad.

III. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA

A) CARACTERÍSTICAS HISTÓRICAS Y CULTURALES

La propuesta de ANP se circunscribe arqueológicamente dentro del área cultural denominada Costa Nororiental de la Península de Yucatán. Existen patrones para considerar, el primero corresponde a los predios en lo que en su momento fue la isla de Cancún y, en segundo lugar, los terrenos que colindan con la laguna Nichupté.

En el primer patrón de asentamiento, se encontraron asentamientos prehispánicos con arquitectura monumental a lo largo de lo que fue la isla Cancún, frente a estas costas navegaban los mercaderes provenientes del Golfo de México con dirección al Golfo de Honduras y viceversa, era una ruta comercial muy cotizada en la antigüedad (Camacho, 2018).

La navegación maya por la costa oriental de la península de Yucatán fue de cabotaje, por lo que no se alejaban de la costa, es de suponer que frente al área de interés se realizara una actividad que alcanzó su apogeo durante el período Posclásico a lo largo de la costa del Mar Caribe. Los mayas se valieron de puertos de abrigo para refugiarse en condiciones de mal tiempo, por ello, en la isla Cancún (Figura 24), utilizada por sus refugios naturales como caletas y lagunas; estaban atentos a puntos geográficos de referencia en tierra que les ofrecían información de su ubicación y posición de los arrecifes para no encallar en ellos. Por lo anterior, este acervo de conocimiento marítimo permitió, con el tiempo, el establecimiento de una nutrida ruta comercial bien establecida que llevó a un control, distribución y comercio de bienes de diferentes regiones y por ende la posibilidad de un intercambio cultural.

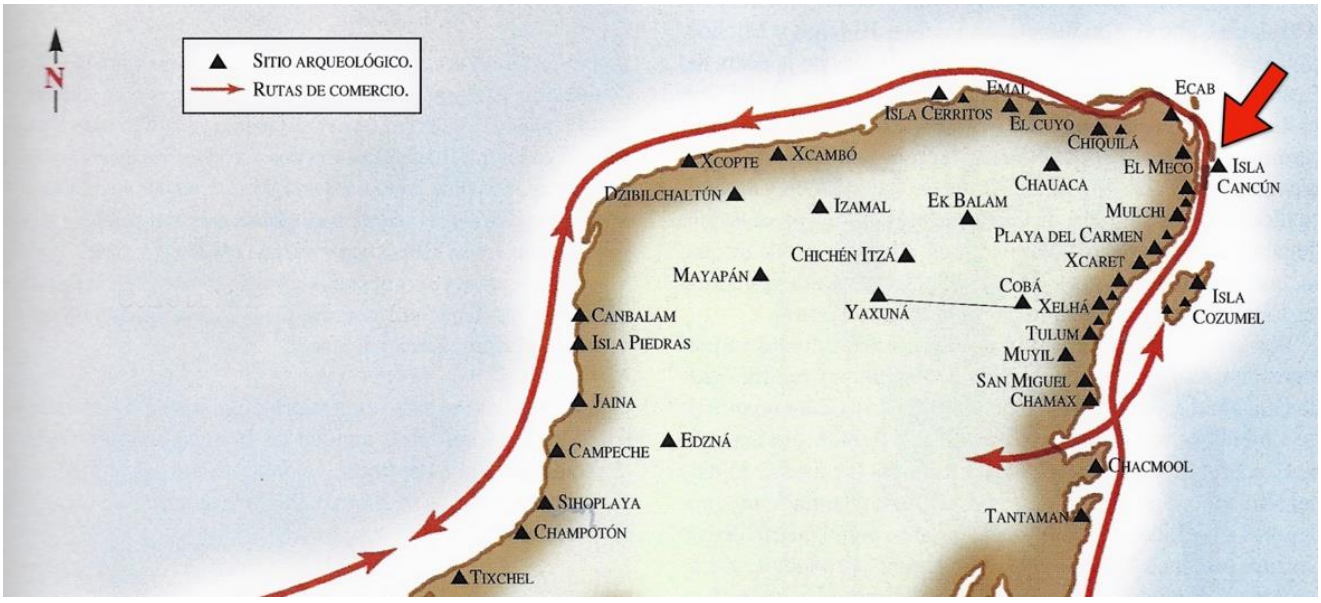


Figura 24. El comercio maya prehispánico para la península de Yucatán durante el período Posclásico. Línea en color rojo: navegación de cabotaje maya, destaca la Isla Cancún donde se encuentra la propuesta de ANP. Ilustración publicada en la revista Arqueología Mexicana.

En la costa contaban con importantes productos como la sal, conchas, caracoles y pescado seco entre otros bienes que se intercambiaban por productos de otras regiones como la obsidiana, la piedra verde, el pedernal, las plumas y las mantas de algodón. Se sabe que los mayas navegaban desde tiempos antiguos, ya que algunas islas alejadas a varios kilómetros de la costa fueron pobladas desde el período Preclásico Tardío (300 a. C- 300 d. C.). La actividad naviera se incrementó con el paso del tiempo y para el período Postclásico ya se tenía desarrollada una gran ruta comercial que rodeaba a la península de Yucatán, la cual llegaba al Golfo de México por la costa oeste y hasta Honduras por la costa oriental del Mar Caribe. Las rutas marítimas se combinaban con otras rutas fluviales e incluso terrestres lo que ampliaba la gama de productos a intercambiar.

Para el segundo patrón, los predios que colindan con la laguna Nichupté,[1] están asociados a sitios arqueológicos que correspondían a aldeas y centros ceremoniales que se comunican tierra adentro y no están asociados de manera directa a la navegación y el comercio sino a la agricultura y el culto a la fertilidad. De manera general, estos son los dos grupos que destacan en Cancún, la propuesta de ANP asociada a la laguna de Nichupté es Playa Delfines con los sitios El Rey, Tu chi Kaknab y San Miguelito.

A.1) HISTORIA DEL ÁREA

La conquista de la península Yucatán fue consumada por Francisco Montejo, en este proceso no se afectó la zona de Cancún, ya que esta área fue de interés para los navegantes que la señalaban en sus mapas como extremo distal de la península. Entre los mapas más antiguos, donde se registra la Isla Cancún tenemos el mapa *The coast of Yucatan from Campeche to Bahia del Ascension; with the west end of Cuba* de Thomas Jefferys del año 1771 (Figura 25) donde se aprecia la isla de Canzun, el actual Cancún

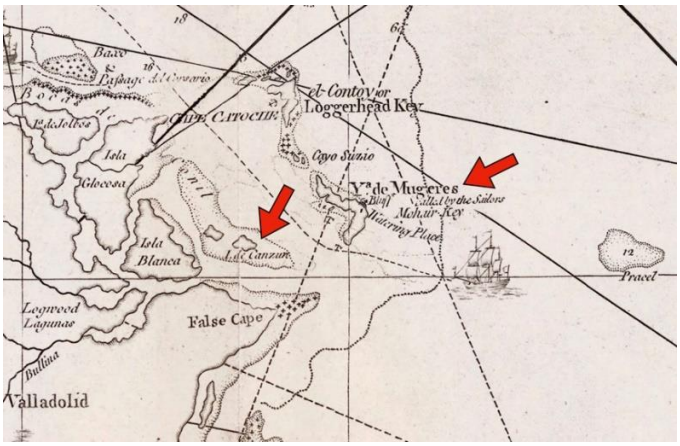


Figura 25. Detalle del mapa "The coast of Yucatan from Campeche to Bahia del Ascension; with the west end of Cuba de Thomas Jefferys (1771). Se destaca que aún para el siglo XVIII la costa nororiental de la península de Yucatán era incógnita, las flechas apuntan a Isla Mujeres como Ya de Mugeres y la I. de Canzun, que supone Arturo Montero corresponde al actual Cancún.

[1] La laguna Nichupté está compuesta de siete cuerpos de agua: laguna Bojórquez, laguna Cuenca del Norte, laguna Cuenca Central, laguna Cuenca Sur, laguna Río Inglés, laguna del Amor, y laguneta del Mediterráneo.

Para el siglo XIX, Cancún está plenamente reconocido, en ocasiones como una isla de grandes proporciones como vemos en el mapa *Mérida, América Septentrional, número 66*, de Philippe Vandermaelen de 1827 (Figura 26).

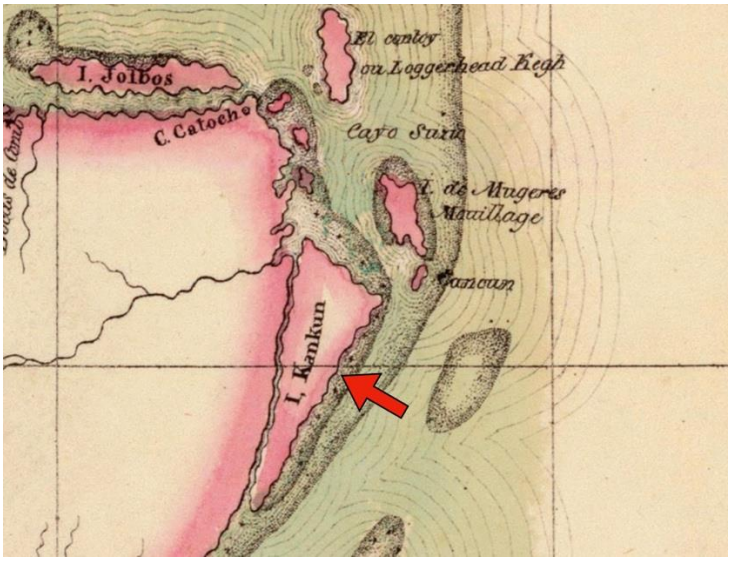


Figura 26. Detalle del mapa Mérida, América Septentrional, número 66, de Philippe Vandermaelen del año 1827, publicado en Bruselas, Bélgica. Se aprecia la I. Kankun, actual Cancún como la isla de mayor importancia en la costa seguida por la de I. de Mugeres (sic).

En 1841 el capitán Richard Owen Smith apuntó en su bitácora que en la isla Cancún divisó edificios prehispánicos en los extremos norte y sur; se asume que correspondían a las zonas arqueológicas de El Rey, Yamil Lu'um y El Meco. Posteriormente, John Lloyd Stephens en su segunda expedición a Yucatán entre los años 1841 y 1842, señaló en un mapa elaborado por Catherwood la presencia de ruinas en Punta Nizuc. Alice y Augustus Le Plongeon, al visitar la isla Cancún en 1877 y 1878, mencionaron un sitio que denominaron Ciudad Nizucte y que posiblemente correspondía con la actual zona arqueológica El Rey, toda vez que en la actual Punta Nizuc no existen vestigios arqueológicos monumentales como los del sitio El Rey. En 1895, William H. Holmes, como integrante de la Allison V. Armour, mencionó la existencia de numerosos edificios cuya arquitectura es la misma que en las islas vecinas o el continente, refiriéndose con toda seguridad a las zonas arqueológicas ya referidas del El Meco, Yamil Lu'um y El Rey. En la época porfirista no se contaba con información de la zona y fue hasta que se consolidaron las comunicaciones marítimas de Isla Mujeres y Cozumel con el resto del país que se inició en la década de 1930 un poblamiento en la isla de Cancún, particularmente por la siembra de cocoteros debido a la demanda de su aceite durante la Segunda Guerra Mundial.

Fue hasta finales de la década de 1960 e inicio de la década de 1970 que el gobierno mexicano, por intermediación del Banco de México, realizó los estudios y gestiones necesarios para desarrollar un centro turístico en una zona deprimida debido a la pérdida de mercado de la fibra de henequén, que era el principal sostén de la economía regional.

Hace cinco décadas, Cancún era una isla desierta y pocos sabían de su existencia. Ubicada en una región casi olvidada del Caribe, consistía en una serie de dunas de arena en forma de un número "7" (Figura 27), algunas de las cuales tenían solo 20 metros de ancho, separadas del continente por dos canales estrechos que se abría a un enorme sistema de lagunas. La costa estaba compuesta de pantanos, manglares, selva virgen y playas inexploradas. Incluso su nombre no estaba claro: algunos mapas lo llamaban “Kankun” (una sola palabra escrita con las dos "k"), que significa “olla de serpientes” o “nido de serpientes” en maya. Sin embargo, en los primeros documentos de INFRATUR (Fondo de la Infraestructura Turística, agencia gubernamental previa a la creación de FONATUR), se escribe como dos palabras, “Kan Kun”, y ocasionalmente como “Can Cún” al hispanizarse. El nombre actual de “Cancún” es un desarrollo fonético que facilita la pronunciación para el turismo. Correspondió a INFRATUR desarrollar los primeros estudios. Para 1971 se estableció una Reserva Territorial para la creación del Polo de Desarrollo, que se otorgó posteriormente a FONATUR para la construcción de los denominados Centros Integralmente Planeados.

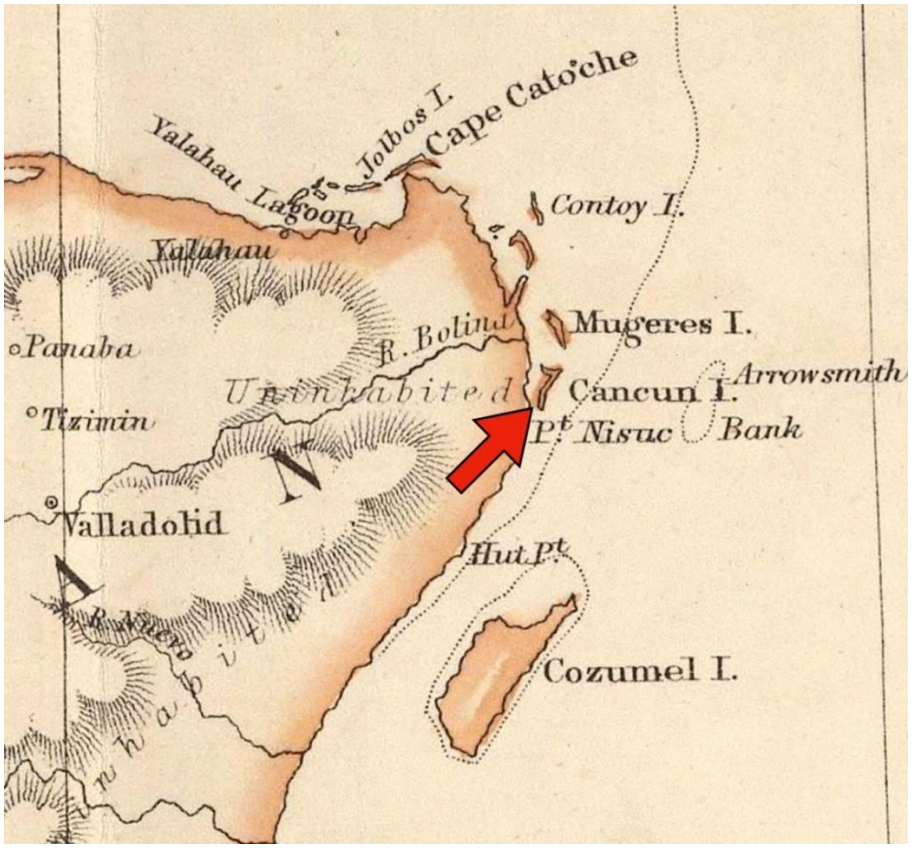


Figura 27. La isla Cancún presenta cartográficamente la forma de un “7” como se aprecia en este detalle del mapa Central America. States of Yucatan, Guatemala, S. Salvador, & Honduras with the British Colony of Belize, de H. D. Rogers & A. Keith Johnston, publicado en Londres en el año de 1857.

A.2) ARQUEOLOGÍA

En la playa Delfines, el sitio arqueológico El Rey, en 1909, los viajeros ingleses Channing Arnold y Frederick Frost visitaron el sitio y encontraron una escultura antropomorfa de lo que ellos interpretaron como un personaje noble y de donde derivó el nombre de "El Rey". De acuerdo con el INAH en su página de Internet de este sitio[2] se apunta que es una de las zonas arqueológicas más importantes de la isla Cancún. Aunque se originó como un pequeño asentamiento en épocas tempranas, fue hasta el Posclásico Tardío entre los años 1200 al 1550 d. C. que llegó a su etapa de crecimiento más importante. De acuerdo con las investigaciones, se cree que El Rey, junto con el cercano San Miguelito, conformaba el área nuclear de un poblado dedicado al comercio marítimo y a las actividades pesqueras. Las intervenciones arqueológicas efectuadas en el sitio han hecho posible que hoy día puedan visitarse muchas de las estructuras alineadas a lo largo de la calzada principal y sus dos pequeñas plazas. El edificio más importante es el número 2, que consta de un basamento piramidal con un templo, en el que se observan al menos dos etapas constructivas. También son de interés los edificios 1 y 4, que son palacios con grandes galerías con columnatas que sostenían techos planos; por sus dimensiones, parecen tratarse de construcciones de tipo administrativo, en los que se concertaban reuniones entre los grupos gobernantes. Anexo a estos edificios se hallan otros de menor importancia. Al momento de la conquista española, el sistema de asentamientos de la Costa Nororiental de la Península de Yucatán quedó desarticulado, lo que ocasionó que la población de El Rey se dispersara.

B) ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS RELEVANTES DESDE EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL

Si bien al interior del área de estudio no se registran asentamientos humanos, la localidad más cercana al polígono se ubica en el municipio de Benito Juárez. Por ello, el análisis socioeconómico se lleva a cabo sobre este municipio con el fin de reconocer la importancia de las actividades económicas en las zonas colindantes al polígono propuesto de ANP.

Población.

Al 2020, el estado de Quintana Roo contaba con una población de 1 millón 857 mil 985 habitantes siendo 49.6 % de mujeres y 50.4 % hombres. El municipio de Benito Juárez colinda al norte con el municipio de Islas Mujeres, al este con el Mar Caribe, al oeste con el municipio de Lázaro Cárdenas y al sur con el municipio de Puerto Morelos. A nivel municipal, se registraron un total de 902,259 habitantes, de los cuales el 50.40 % son mujeres y 49.60 % hombres (Figura 28).

[2] Véase https://inah.gob.mx/zonas/zona-arqueologica-el-rey

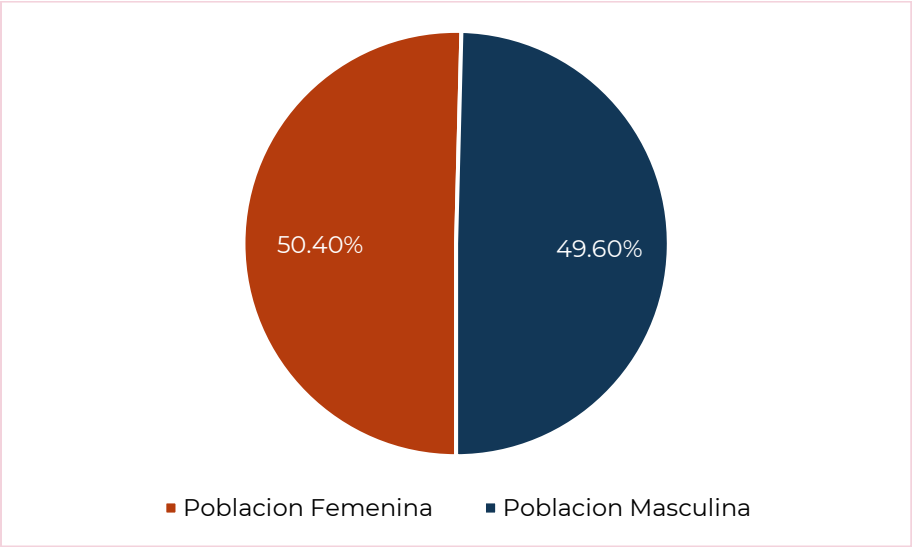


Figura 28. Composición por género de la población del municipio de Benito Juárez (INEGI, 2021a).

Respecto a la composición por edades, en el municipio de Benito Juárez, se observa una concentración en el segmento de adultos entre las edades de 20 a 44 años, con una notable disminución del segmento de 45 años en adelante (Figura 29).

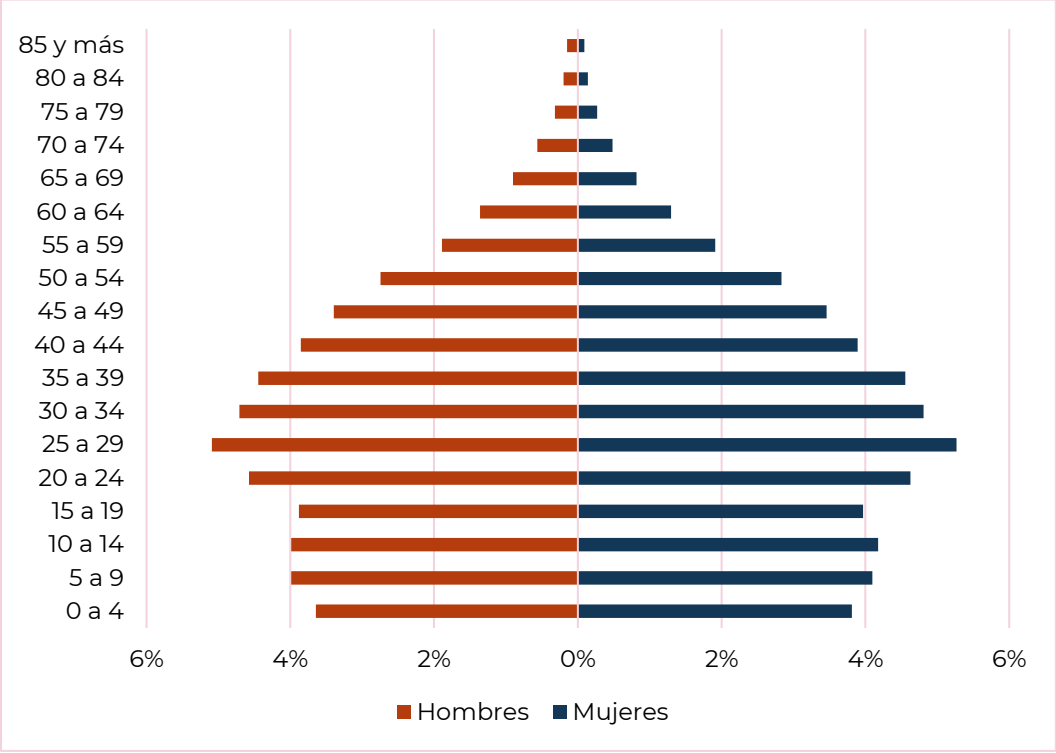


Figura 29. Pirámide poblacional de los habitantes del municipio de Benito Juárez (INEGI, 2021a).

Índice de rezago social y marginación.

Con el fin de realizar una medición multidimensional de la pobreza, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) construyó el Índice de Rezago Social, incorporando indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda y activos en el hogar, permitiendo observar el grado de rezago social a partir de la medida ponderada de cuatro indicadores de carencias sociales (CONEVAL, 2019). Para el caso de Benito Juárez, el CONEVAL la clasifica con un grado de rezago social muy bajo, ocupando el lugar 2,306 a nivel nacional (CONEVAL, 2021).

De acuerdo con estimaciones del CONAPO (2020), el 51.63 % de la población del municipio de Benito Juárez percibe ingresos menores a 2 salarios mínimos, mientras que un 22.35 % habita en viviendas particulares con hacinamiento y 1.61 % reportan no tener agua entubada en sus viviendas particulares. En síntesis, en este municipio se registra un grado de marginación muy bajo que lo sitúa en el lugar 2,385 a nivel nacional.

Escolaridad

Para los habitantes del municipio de Benito Juárez se reportó un grado promedio de escolaridad de 10.56 % en toda la población. La población femenina cuenta con un promedio de 10.41 %, mientras que los hombres con un 10.71 %.

Derivado de lo anterior, el 27 % de la población de 15 años en adelante cuenta con una educación secundaria completa y el 3 % con una educación secundaria incompleta, seguido de la primaria incompleta con un 5 %. En lo que respecta a la población de más de 18 años y más, el 54 % cuenta con educación posbásica (Tabla 10).

Tabla 10. Escolaridad de los habitantes del municipio de Benito Juárez.

Población de 15 años y más				Población 18 años y más
Primaria completa	Primaria incompleta	Secundaria completa	Secundaria incompleta	Educación Posbásica
11 %	5 %	27 %	3 %	54 %

Fuente: INEGI, 2021a.

Ocupación y empleo.

La Población Económicamente Activa (PEA) se encuentra integrada por todas las personas de 12 y más años que realizaron algún tipo de actividad económica (población ocupada), o que buscaron activamente hacerlo (población desocupada abierta), en los dos meses previos a la semana de levantamiento de información por parte del INEGI.

En el municipio de Benito Juárez, la PEA se conforma mayoritariamente por hombres con un 59.41 %, mientras las mujeres participan con el 40.59 %. Asimismo, se registra una tasa de ocupación del 98.20 %, sin detectarse diferencias significativas por género (Figura 30).

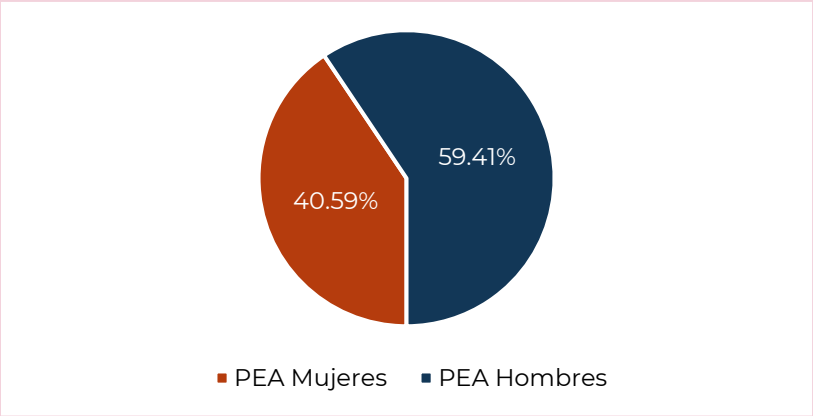


Figura 30. Población económicamente activa por género del municipio de Benito Juárez (INEGI, 2021a).

Mientras que la Población No Económicamente Activa (PNEA), se compone del 31 % de la población, siendo las mujeres las de mayor porcentaje con un 70.11 %. De los diferentes motivos, el principal lo tienen las personas dedicadas al quehacer de su hogar con un 43 %, seguido de estudiantes con un 39 %, siendo el último motivo, las personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar con un 2 % (Figura 31).

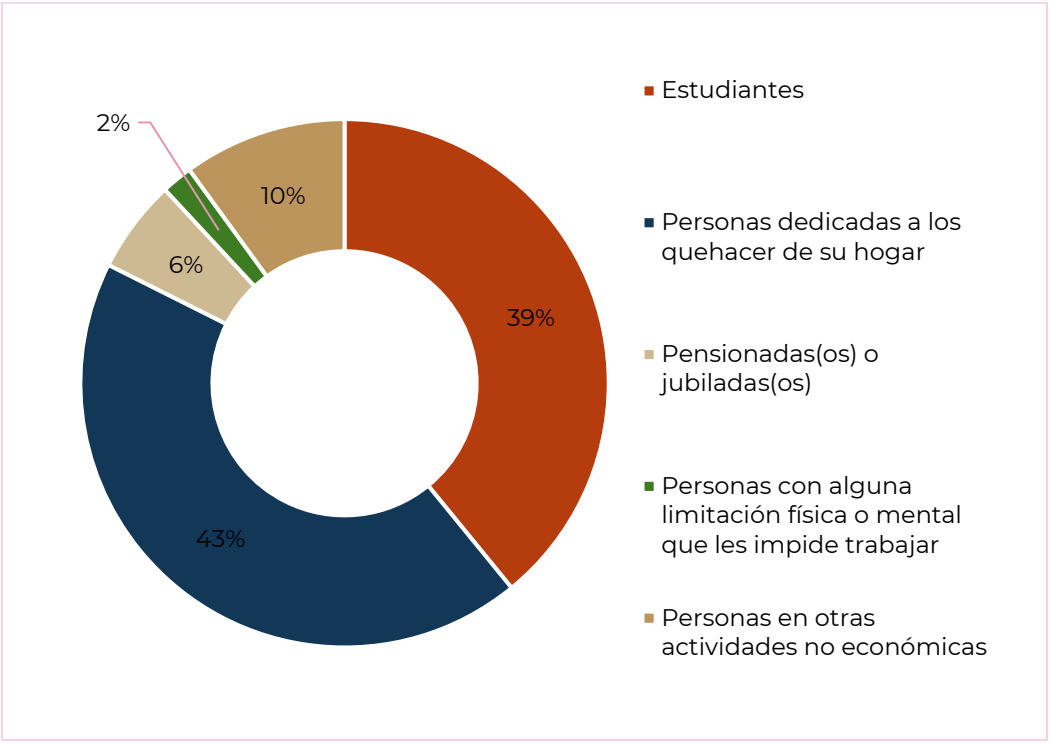


Figura 31. Población no económicamente activa en el municipio de Benito Juárez (INEGI, 2021a).

Unidades económicas.

De acuerdo con datos de INEGI (2022a), en el municipio de Benito Juárez se ubican 29 mil 615 unidades económicas (Tabla 11), entre las que destacan las de comercio al por menor (11,304 unidades) y otros servicios excepto actividades gubernamentales (5,054 unidades).

Tabla 11. Unidades económicas en el municipio de Benito Juárez.

Actividad	No. De Unidades Económicas
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza.	14
Minería	0
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	35
Construcción	188
Industrias manufactureras	1,482
Comercio al por mayor	951
Comercio al por menor	11,304
Transportes, correos y almacenamiento	46
Información en medios masivos	123
Servicios financieros y de seguros	1,319
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	640
Servicios profesionales, científicos y técnicos	754
Corporativos	6
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	730
Servicios educativos	834
Servicios de salud y de asistencia social	963
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	331
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	4,567
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	5,054
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	274
Total	29,615

Fuente: INEGI, 2022a.

Salud.

A nivel estatal, el 73.5 % de la población se encuentra afiliada a algún instituto de salud, siendo el de mayor afiliación el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) con un 60.60 %; mientras que en el municipio de Benito Juárez el 72.6 % de la población se encuentra afiliada, siendo igualmente el IMSS el de mayor afiliación con un 76.20 % (Tabla 12).

Tabla 12. Afiliación a servicios de salud de la población del municipio de Benito Juárez.

Estado/ municipio	IMSS	INSABI	ISSSTE O ISSSTE Estatal	IMSS BIENESTAR	Pemex, Defensa o Marina	Institución Privada	Otras instituciones
Quintana Roo	60.60 %	28.10 %	8.20 %	0.50 %	0.80 %	2.50 %	0.60 %
Benito Juárez	76.20 %	15.80 %	4.90 %	0.50 %	0.30 %	3.00 %	0.70 %

Fuente: INEGI (2021a).

Producto Interno Bruto.

El Producto Interno Bruto (PIB) es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un periodo determinado. La participación porcentual del PIB de Quintana Roo en el PIB nacional mostró una tendencia alcista en el periodo 2003-2019, con una leve caída en 2009 a raíz de la crisis financiera que estalló en ese año. Sin embargo, a partir de 2019 su participación comenzó a caer al pasar de 1.57 % en ese año a 1.31 % en 2020. Una posible explicación radica en los efectos negativos de la pandemia por COVID-19 y las afectaciones, sobre todo, al sector servicios, el cual representa la mayor parte del PIB estatal. Hacia 2021 su participación repuntó, aunque sin alcanzar los niveles previos a 2019 (Figura 32).

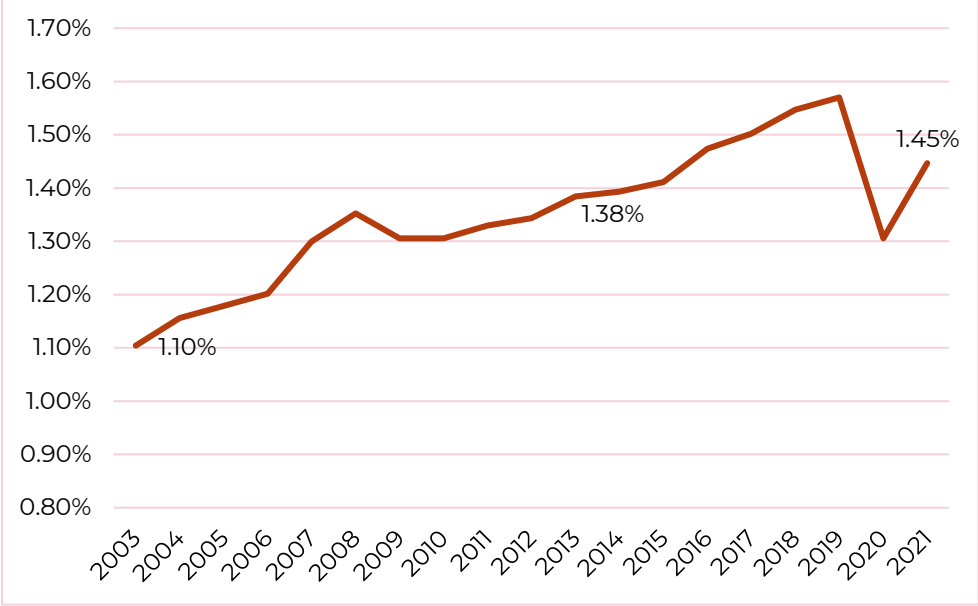


Figura 32. Participación porcentual del PIB de Quintana Roo en el PIB nacional (INEGI, 2022b).

Como se mencionó con anterioridad, las actividades terciarias son el componente principal del PIB estatal de Quintana Roo abarcando, en promedio, un 86.6 % del PIB total del estado. Siguen en orden de importancia las actividades secundarias con 12.4% en promedio y, finalmente, las actividades primarias que aportaron 0.9% (Figura 33).

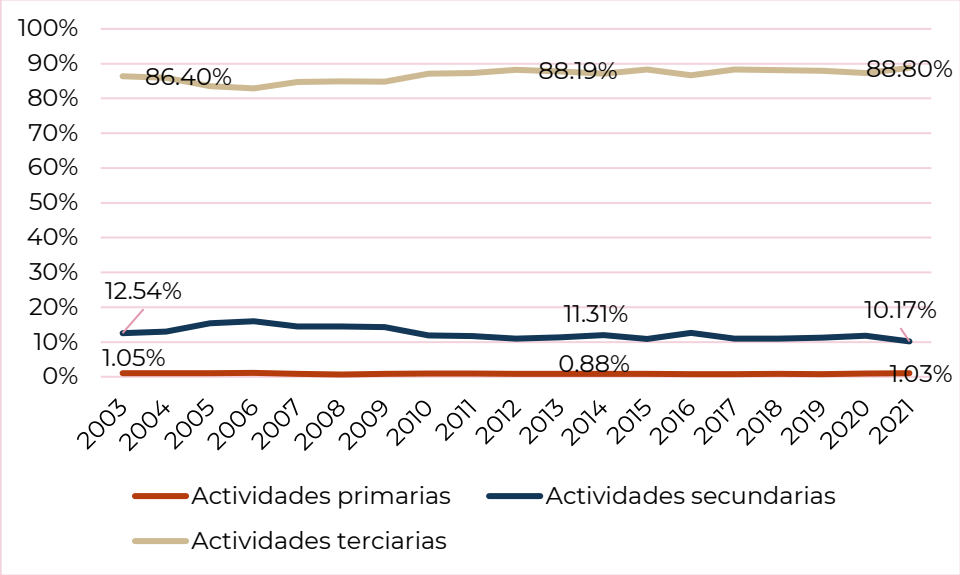


Figura 33. Composición del PIB de Quintana Roo por tipo de actividad económica (INEGI, 2022b).

Dentro del sector terciario, el de mayor peso en la economía de la entidad, las actividades de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (19.27 % del PIB estatal), servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (16.05 % del PIB estatal) y comercio al por menor (14.14 %) son las de mayor relevancia. Cabe resaltar que en 2016 hubo un incremento de la participación de las actividades secundarias a raíz de un impulso que recibieron las actividades de construcción, pues pasaron de contribuir con un 7.73 % del PIB estatal en 2015 a un 9.54 % en 2016.

Turismo

La actividad turística en el estado de Quintana Roo es relevante, pues la participación del PIB turístico en el PIB total de la entidad representa un 34.5 %, el valor más alto de todos los estados del país (DATATUR, 2023). Además, la derrama económica directa por turismo en Quintana Roo entre junio de 2021 y junio de 2022 alcanzó aproximadamente 1 billón de pesos (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2022).

Respecto a la afluencia turística, en el estado de Quintana Roo se registró un total de 19 millones 749 mil visitantes que corresponden a 15 millones 929 mil turistas, 3 millones 647 mil cruceristas y 171 mil 777 que ingresaron por la frontera entre México y Belice (Secretaría de Turismo. 2021).

Respecto al año anterior, en Cancún, que representa el destino más visitado tanto del estado como del municipio de Benito Juárez, hubo una ocupación hotelera con un promedio del 76 %, los meses con mayor ocupación identificados fueron julio y diciembre (Figura 34).

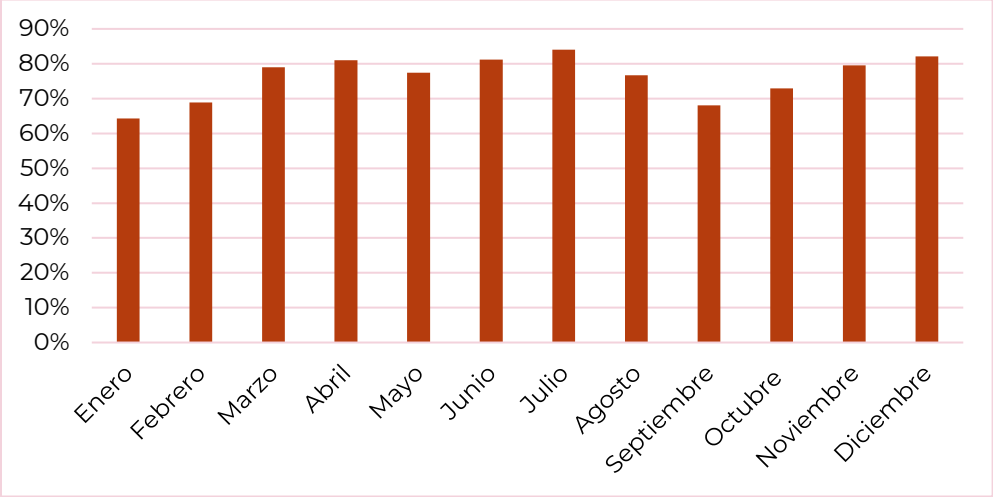


Figura 34. Ocupación hotelera promedio en Cancún durante 2021 (Secretaría de Turismo, 2022a).

C) USOS Y APROVECHAMIENTOS, ACTUALES Y POTENCIALES DE LOS RECURSOS NATURALES

Con el fin de reconocer la importancia económica de los recursos naturales asociados a los polígonos del ANP propuesta, se revisan los principales usos que le da la población en el municipio de Benito Juárez a sus recursos naturales.

C.1) Usos actuales

Agricultura

De acuerdo con datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023a), en el estado de Quintana Roo, existe un total de 111 mil 641.49 ha sembradas y 110 mil 286.59 ha cosechadas, lo que generó un valor de producción de 3 millones 325 mil 894 pesos, para el año agrícola 2021.

Se tiene registro de dos cultivos, de los cuales el limón es el de mayor superficie, tanto sembrada como cosechada, así como el mayor valor de producción. Sin embargo, es claro que la actividad agrícola en el municipio es escasa, por lo tanto, la superficie sembrada y cosechada en el municipio representa el 0.016 % de manera estatal (Tabla 13).

Tabla 13. Producción agrícola en el municipio de Benito Juárez.

CULTIVO	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (UDM/ha)	Valor Producción (Miles De Pesos)
	Sembrada	Cosechada	Siniestra			
Limón	16.50	16.50	0.00	73.95	4.48	285.35
Papaya	1.00	1.00	0.00	40.40	40.40	221.76

Fuente: SIAP, 2023a.

Ganadería

En lo que respecta a la actividad ganadera, el valor de la producción de carne en canal en el estado de Quintana Roo representa alrededor de 893 millones 786 mil 890 pesos. La producción en toneladas

de carne de canal, así como el valor de producción del municipio alcanzan el 0.13 % y 0.16 % de manera estatal (Tabla 14).

Tabla 14. Volumen y valor de la producción de carne en canal en el municipio de Benito Juárez.

ESPECIE	PRODUCCIÓN (TONELADAS)	PRECIO (PESOS POR KILOGRAMO)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (MILES DE PESOS)
Bovino	3.345	78.00	260.920
Porcino	8.778	68.87	604.502
Ovino	1.583	101.95	161.392
Ave	3.557	48.40	172.170
Guajolote	2.451	36.54	198.85
Total	19.714		1397.834

Fuente: SIAP, 2023b.

Otros productos de origen animal

De acuerdo con el SIAP (2023b), en el municipio de Benito Juárez solo hay registro para huevo de plato que alcanza una producción de 1.17 toneladas y un valor de 42 mil 960 pesos, por lo que comparándolo con la producción a nivel estatal representa el 0.24 %, mientras su valor de producción representa el 0.25 %.

Turismo

Esta actividad, al ser el principal motor que impulsa la economía del municipio Benito Juárez, ofrece mayores facilidades a la inversión y a la generación de empleos, debido a que el desarrollo de la zona turística se extiende en todo el municipio.

De acuerdo con el Programa Integral para el Desarrollo de Proyectos Estratégicos en Cancún, se busca hacer turismo sustentable, donde aporte de forma positiva en la vida de la población y la prosperidad de los involucrados. Derivado de lo anterior, se han establecido algunos programas de ordenamiento ecológico como el Corredor de Cancún-Tulum y el de la región denominada Sistema lagunar Nichupté, así como el Plan Maestro de Turismo Sustentable (PMTS) del estado de Quintana Roo 2030 (Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo. 2022)[3] el cual se compone de cuatro fases: planear, hacer, verificar y mejorar, así como diseñar e implementar proyectos de desarrollo ecoturísticos y arqueológicos que sean estratégicos para la entidad.

Debido a que el Programa de diversificación y desarrollo del turismo[4] impulsado por la Secretaría de Turismo del Gobierno del estado de Quintana Roo, busca apoyar a los municipios en la gestión de fondos, como de elaboración de planes de turismo y sus actividades relacionadas, este busca implementar un programa de construcción, ampliación y modernización de la infraestructura cuidando el medio ambiente, mismos que incluyen un enorme puente sobre el sistema lagunar

[3] Publicado por la Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado de Quintana Roo en el siguiente sitio web: https://sedeturqroo.gob.mx/pmts2030/planmaestro.php.

[4] Publicado por la Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado Quintana Roo en el siguiente sitio web: https://sedeturqroo.gob.mx/pmts2030/documentos/marco_normativo/Programa Sectorial de Diversificación y Desarrollo Integral del Turismo.pdf.

Nichupté que consta de una longitud de 8.8 kilómetros, al 2023 se han colado 114 columnas, 174 pilas de cimentación y 106 capiteles. Con el claro objetivo de preservar el manglar de manera impecable, los responsables del proyecto implementan de manera enérgica un novedoso y tecnológico proceso de cimentación, garantizando el estado de conservación del APFF Manglares de Nichupté, la cual colinda con la propuesta de ANP, sin generar daño ecológico, buscando también impulsar la accesibilidad en todos los destinos turísticos (Relevancia México, 2023).

El plan incorpora una innovadora clasificación de los destinos. En el caso de Maya Ka'an y la Ruta turística de Río Hondo, se les clasifica como destinos potenciales, por lo que se ha establecido una estrategia de intervención enfocada a la planeación y el desarrollo sustentable de los destinos. En coordinación con FONATUR, como parte del Programa de Asistencia a Estados y Municipios del Fondo Nacional de Fomento al Turismo, se han realizado Talleres de Planeación Estratégica, con el fin de impulsar los proyectos y productos turísticos que deriven a partir del proyecto del Tren Maya, en el marco del modelo que establece el PMTS, enfocado al desarrollo turístico de mayor calidad, innovador y que resguarde los recursos naturales, sociales y culturales de la región (Gobierno del Estado de Quintan Roo, 2021).

C.2) Usos potenciales

El modelo que se utilizará respecto a la Competitividad del Turismo en Quintana Roo tiene como base la premisa de que no puede desarrollarse turismo si este no es sustentable o no incide con que la gente viva mejor, si no se logra a través de este, se debe asegurar un futuro próspero para todos los involucrados en la actividad: solo así, habrá un sector competitivo y en línea con la Agenda Internacional (Secretaría de Turismo, 2022a).

También se busca impulsar programas como Viajemos por Quintana Roo, Mundo Maya en México, así como diseñar un programa de cultura turística para la difusión de los sectores empresariales y educativos.

D) SITUACIÓN JURÍDICA DE LA TENENCIA DE LA TIERRA

La propuesta del ANP comprende propiedad pública, de conformidad con la escritura pública No. 61,599 de fecha 17 de julio de 1974, pasada ante la fe del Notario Público número 30 del entonces Distrito Federal, mediante la cual se hace constar la protocolización del acta que contiene el contrato de compra venta en el que, el "Banco de México", Sociedad Anónima en su carácter de fiduciaria del Gobierno Federal transmite adcorpus los derechos que como fiduciario tiene sobre la propiedad y el dominio de diversos inmuebles, a Nacional Financiera, Sociedad Anónima en su carácter de fiduciario del gobierno federal, para el manejo del fideicomiso denominado Fondo Nacional de Fomento al Turismo. Inscrita el 30 de agosto de 1974 en el Tomo Décimo Tercero, Sección 1a del Registro Público de la Propiedad y del Comercio en Chetumal, Quintana Roo.

De los inmuebles objeto de la escritura mencionada anteriormente, 4.882817 hectáreas corresponden a la propuesta del área natural protegida.

E) PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE SE HAYAN REALIZADO O QUE SE PRETENDAN REALIZAR

Se consultaron los trabajos de investigación realizados por diversas instituciones académicas para la zona de estudio; en este sentido, fueron incorporados aquellos proyectos que, por su delimitación temática y geográfica, aportan conocimiento de utilidad para el análisis integral de la propuesta de ANP.

A partir de lo anterior, se identificó que en su mayoría se han desarrollado investigaciones a escala estatal y municipal, destacando aquellos relacionados con la actividad turística y sus impactos económicos y sociales; no obstante, también se identificaron proyectos orientados a la biodiversidad y restauración ambiental que deriva de dicha actividad (Tabla 15).

Tabla 15. Proyectos de investigación realizados en la propuesta de ANP.

NO.	ORGANIZACIÓN O UNIVERSIDAD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	RESULTADOS
TRABAJOS DE LICENCIATURA					
1	Universidad de Colima	El color de la arena y su efecto en la percepción del paisaje de playa en el Pacífico y Caribe mexicanos. Caso de estudio: Colima y Quintana Roo	Gisele Ortíz Oseguera	2020	Construye la línea base con información sobre las características de los granos de arena, aunado a la percepción de los usuarios de las playas. Para Playa Delfines se identificó que la composición de la arena es de arrecifes de coral y pedazos de concha. El tamaño de los sedimentos registrados fue de 0.42 mm, lo que refiere a una playa conformada por arenas medias y finas.
Trabajos de doctorado					
2	Universidad Politécnica de Cataluña	La configuración del espacio turístico en Cancún, Quintana Roo, México	Guadalupe Aldape Pérez	2010	Descripción del sitio de estudio “Playa Delfines” como una zona que ha estado en diversos proyectos turísticos y residenciales colindantes a la propuesta de ANP, quedando como una de las pocas playas públicas en esta ciudad.
Otras publicaciones					
3	Universidad Nacional Autónoma de México	Abundance and diversity of microfungi in three coastal beaches of Mexico	Maria del Carmen González, Teófilo Herrera, Miguel Ulloa y Richard T. Hanlin	1998	Estudio de la abundancia y diversidad de micro hongos en tres playas costeras de México. En particular, para Playa Delfines se registró una ocurrencia de 340 organismos distribuidos en 20 especies de los grupos Ascomycetes, Blastomycetes, Hyphomycetes y Coelomycetes.
4	Universidad Nacional Autónoma de México	Potential use of marine arenicolous ascomycetes as bioindicators of ecosystem disturbance on sandy Cancun beaches: *Corollospora maritima* as a candidate species	Maria del Carmen González y Richard T. Hanlin	2010	Estudio a escala cuantitativa para estimar el nivel de perturbación en diez playas turísticas con acceso público, en la cual se estimaron los valores de frecuencia de aparición de ascomicetos, en particular se determinó la presencia de *Corollospora maritima*. Para el caso de Playa Delfines se registró una frecuencia de 68 de esta especie de los años 2000-2009, lo cual indica un nivel bueno para el sitio.

NO.	ORGANIZACIÓN O UNIVERSIDAD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	RESULTADOS
5	Universidad Nacional Autónoma de México	Diagnóstico de las necesidades y probabilidades de restauración en las dunas costeras de Quintana Roo	María Luisa Martínez, Debora Lithgow, Gabriela Vázquez y José Guadalupe García Franco	2016	Diagnóstico de las necesidades y probabilidades de restauración en las dunas costeras de Quintana Roo en el cual identificaron un índice Re-Duna que es una herramienta multidisciplinaria de diagnóstico que permite determinar las necesidades y posibilidades de realizar acciones de restauración o rehabilitación, así como priorizar entre las zonas donde se recomienda tomar estas acciones. Se realizó para los 25 sitios de estudio, entre ellos Playa Delfines, el cual obtuvo un índice Re-Duna de 39 y una decisión de restaurar este sitio con probabilidades de éxito relativamente buenas.
6	Universidad del Caribe	Evaluación de la capacidad de carga turística como elemento del análisis de desempeño de un destino turístico: caso Cancún	Christine Mc Coy	2016	Identifica que en los inicios del proyecto original de la ciudad se tenían contempladas 14 playas públicas en la zona hotelera. En la actualidad en el Plan de Desarrollo Urbano 2014-2030, únicamente se contemplan dos: Playa Delfines y Playa Coral (también nombrada Playa Nizuc) bajo el uso de playa pública. Por lo que, el 85 % de playas públicas han sido concesionadas a hoteles.
7	Universidad del Caribe	Causas y efectos de un destino no sustentable: Caso playas públicas de Cancún, Quintana Roo	Christine Mc Coy y Ana Pricila Sosa Ferreira	2016	Identifican que en los inicios del proyecto original de la ciudad se tenían contempladas 14 playas públicas en la zona hotelera. En la actualidad en el Plan de Desarrollo Urbano 2014-2030, únicamente se contemplan dos: Playa Delfines y Playa Coral (también nombrada Playa Nizuc) bajo el uso de playa pública. Por lo que, el 85 % de playas públicas han sido concesionadas a hoteles.

De los trabajos listados en el periodo de 1998 a 2020, uno fue elaborado para la obtención de título de licenciatura y uno para doctorado. Por otro lado, cinco de los trabajos identificados no fueron realizados para la obtención de algún grado, sino publicaciones realizadas por instituciones de investigación, o bien publicadas en revistas.

F) PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA QUE DEBA TOMARSE EN CUENTA

Las problemáticas identificadas que justifican en parte la creación del APFF Playa Delfines, dos sobresalen como las más importantes. La primera problemática es referente a la expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población. La segunda es la perturbación por complejos turísticos.

Por otra parte, se considera conveniente evaluar el impacto del turismo en el APFF Playa Delfines, ya que en los alrededores de la zona de interés, y específicamente en la Zona Arqueológica de El Rey, existe un flujo de turistas y visitantes, lo que denota las potencialidades turísticas del APFF; sin embargo, esto refleja el dinamismo de una actividad que, sin el soporte técnico y control riguroso,

podría llegar a ser una amenaza contra la biodiversidad y los ecosistemas que dan valor ambiental a la propuesta de APFF Playa Delfines.

Respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez, publicado el 27 de febrero de 2014 en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo, el polígono de la propuesta de ANP presenta la siguiente problemática: presión de los recursos naturales; expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población en las colindancias de Playa Delfines, ya que no existen centros de población en la propuesta de APFF; presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos; incremento en la incidencia y de incendios forestales; carencia de servicios de recolección y disposición final de los residuos sólidos urbanos; incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; necesidades de infraestructura en zonas urbanas de Cancún; cambios de uso de suelo no autorizados. (Periódico Oficial del estado de Quintana Roo, 2014).

La propuesta de ANP presenta una problemática de erosión de playas que se está presentando en la zona turística de Cancún incluida la isla barrera, que obedece a la interacción de los procesos climáticos, meteorológicos, hidrodinámicos y sedimentarios con la morfología costera y con la batimetría del fondo de la zona cercana a la costa, lo que ha ocasionado un retroceso de la línea de costa, así como también a las acciones a veces irresponsables del hombre en su afán por explotar los recursos naturales sin considerar la sustentabilidad de los mismos, a partir de esto es que se considera la creación de zonas protegidas con las que se pueda preservar la biodiversidad de la zona y proteger en lo posible a la zona contra las eventualidades climáticas.

De igual manera, en la localidad donde se ubica la propuesta para el ANP presenta la problemática de contaminación y deterioro por el crecimiento exponencial del turismo y de la zona urbana de Cancún. El deterioro del complejo lagunar y la zona costera debido a la contaminación por aguas residuales, a los daños ocasionados por huracanes y a los cambios morfológicos de origen antropogénico, se ha convertido en una preocupación de las autoridades y de la industria turística (Romero-Sierra *et al.,* 2018).

F.1) VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

F.1.1.) Efectos climáticos históricos y potenciales sobre la salud y seguridad de la población, la economía regional y los medios de vida, la infraestructura estratégica, el patrimonio cultural tangible, los ecosistemas y la biodiversidad

En esta sección se presentan proyecciones de cambio climático para el estado de Quintana Roo, basado en la información del Atlas interactivo del Grupo de Trabajo I del IPCC (INECC, SEMARNAT, 2023) con respecto a la climatología 1981-2010. Estas proyecciones muestran las anomalías de las temperaturas y el porcentaje de cambio de la precipitación, con respecto a las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por sus siglas en inglés) y las Trayectorias de Concentración Representativa (RCP, por sus siglas en inglés), que proyectan las condiciones climáticas para los períodos de 2015 a 2039, 2045 a 2069 y 2075 a 2099. Los diferentes escenarios de cambio climático corresponden a cuatro modelos de circulación global: MPI-ESM-LR (Alemania), GFDL-CM3 (Estados Unidos), HADGEM2-ES (Reino Unido) y CNRMCM5 (Francia).

Las proyecciones, que describen cuatro trayectorias distintas en el siglo XXI, se basan en los factores que determinan las emisiones de gases de efecto invernadero, tales como el tamaño de la población, la actividad económica, el estilo de vida, la pérdida y degradación de la vegetación natural y la política en torno al clima.

F.1.1.1.) Ondas de calor

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el municipio de Benito Juárez, al cual pertenecen la propuesta del APFF Playa Delfines, tiene un grado bajo de peligro por ondas de calor; sin embargo, se han reportado dos declaratorias de emergencia asociadas a este fenómeno meteorológico en junio y agosto de 2018 (CENAPRED, 2021).

Si bien no se cuenta con datos específicos para el municipio de Benito Juárez, el CENAPRED (2022) sí cuenta con registros de afectaciones a la población por temperaturas altas extremas en general para el estado de Quintana Roo. En un periodo de datos entre el año 2000 y el 2020, se tiene registro de que a partir de 2014 iniciaron las afectaciones climáticas que prosiguen durante todos los años subsecuentes (2014 - 2020). Estas afectaciones han representado la defunción de 21 personas por golpe de calor y el requerimiento de atención hospitalaria para 77 personas.

La vulnerabilidad ante estos fenómenos en el municipio de Benito Juárez podría incrementarse en un contexto de cambio climático. La herramienta "*Climate Information Platform*", desarrollada por el Instituto Meteorológico e Hidrológico Sueco con apoyo de la Organización Meteorológica Mundial y el Fondo Verde del Clima (SMHI, 2023), muestra que a partir de un escenario con RCP 4.5 en el horizonte temporal cercano entre 2011 y 2040 las temperaturas máximas promedio de la zona, cuyo valor de referencia es de 31.7 °C para el periodo 1981-2010 (estación meteorológica 23155; SMN, 2023), podrían aumentar entre 0.9 °C y 1.4 °C. Por otro lado, en un escenario de altas emisiones (RCP 8.5) las temperaturas máximas promedio podrían aumentar entre 0.7 °C y 1.9 °C. Estos escenarios son soportados por todos los modelos de circulación general considerados por la plataforma para la región. El aumento de la temperatura máxima promedio podría verse reflejado en aumentos de temperatura máxima puntuales importantes. De hecho, la estación meteorológica 23155 (SMN, 2023) cercana a la zona ha registrado temperaturas máximas considerables, de entre 33 °C y 41.5 °C, que pueden tener repercusiones en la población, los ecosistemas y las actividades económicas.

Los efectos que las ondas de calor derivadas del cambio climático pueden ocasionar en la población incluyen deshidratación y favorecimiento de eventos vasculares trombóticos. En zonas con alta humedad, la sudoración no es tan efectiva como respuesta a las altas temperaturas lo que puede producir agotamiento por calor que se presenta como náusea, contracturas musculares y mareo. Además, los golpes de calor implican delirios, resequedad en la piel y pérdida de la consciencia que puede derivar en la muerte. Las personas más vulnerables a estos efectos negativos son los niños y ancianos, las personas con enfermedades cardíacas, del sistema respiratorio y renales (Fortoul van der Goes, 2022). Este problema puede ser particularmente importante en zonas urbanas como Cancún donde se pueden producir islas de calor por el asfalto y concreto en sustitución de la vegetación (Chapman *et al*., 2013). Debido al aumento de la temperatura, a las alteraciones en la distribución de la lluvia y a la tendencia general a su disminución, las poblaciones de flora y fauna se pueden ver afectadas directa e indirectamente en su fenología y las interacciones bióticas. Los cambios poblacionales impactarán la estructura y funcionamiento de las comunidades bióticas, la integridad

ecológica y los ciclos de materia y energía de los ecosistemas; esto favorecería la expansión de especies invasoras. El aumento en la concentración de CO2 causará cambios en la capacidad fotosintética de las plantas, favoreciendo la productividad en algunas especies y limitando la de otras. El aumento en la frecuencia de los eventos meteorológicos extremos favorece el aumento en la producción de material combustible y, por ende, la mayor incidencia de incendios que reducen la conectividad de los ecosistemas (March *et al*., 2011).

Dada la importancia para la región que tienen las actividades turísticas y las relacionadas con la atención a los turistas, hay que considerar que los sitios afectados por eventos de calentamiento intenso son menos atractivos para la recreación y tienen una disminución en su valor socioeconómico (Smale *et al*., 2019). Además, el calentamiento global ya ha afectado el turismo, y se prevén mayores riesgos con un calentamiento de 1.5 °C, los destinos de sol y playa están entre los más sensibles. Los riesgos para el turismo costero, sobre todo en regiones subtropicales y tropicales, aumentarán con la degradación relacionada con la temperatura (calor extremo) o la pérdida de activos de playas y arrecifes de coral (Hoegh-Guldberg *et al*., 2018).

Las macroalgas marrones tropicales flotantes, llamadas comúnmente sargazo, que asedian las costas caribeñas son habituales en la región desde hace mucho tiempo, especialmente durante los meses de otoño e invierno. Sin embargo, en los últimos años, la región ha sido testigo de una explosión de densidades de sargazo con una extensión y frecuencia inusitadas. Actualmente, el cambio climático global y las temperaturas más altas de lo normal se consideran el principal factor. Mientras tanto, la acumulación de estas algas en las playas sigue teniendo un tremendo impacto en el turismo de la región, así como en el equilibrio de los ecosistemas marinos e incluso en la salud de las poblaciones locales afectadas. Por otro lado, esta invasión sin precedentes parece ofrecer varias oportunidades económicas en el sector energético y agrícola (Louime *et al*., 2017).

Sólo en Cancún, las autoridades mexicanas en todos sus niveles han destinado millones de pesos para controlar los efectos negativos principalmente sobre la economía, causados por los arribazones masivos de sargazo. En términos generales, se ha especulado que la inversión del gobierno federal para su recolección y manejo durante el 2018 fue de alrededor de 300 millones de pesos, asignados a empresas de servicio de recolección en agua y playa, mientras que para el 2019 se presupuestaron más de 400 millones de pesos. El gobierno de Quintana Roo ha estimado costos de alrededor de 200 millones de pesos anuales para colocar barreras con embarcaciones recolectando el sargazo en agua. Otro monto similar se estima que pueda ser necesario para la limpieza de la playa. Se propuso la colocación de celdas de disposición final cercanas a las playas de mayor interés, con una inversión inicial de acondicionamiento y operación de entre 40 y 50 millones de pesos (Uribe-Martínez, *et al*., 2020).

También se ha alertado sobre los posibles efectos del cambio climático en sitios con importancia histórica y cultural. La zona arqueológica El Rey, colindante a la propuesta de APFF Playa Delfines, constituye el asentamiento prehispánico más notable del área isleña de Cancún, se trata de una zona religiosa y administrativa, en la que se conservan fragmentos de pintura mural, alusivos a dioses y elementos iconográficos de la vida religiosa de los mayas posclásicos del norte de Quintana Roo (INAH, 2023). Este tipo de restos arqueológicos es particularmente vulnerable a los aumentos en la temperatura y la exposición al sol (ICOMOS, 2019), por lo que resulta necesario tomar medidas para su

protección, incluyendo un mayor esfuerzo del Programa de Prevención de Desastres en materia de Patrimonio Cultural del Instituto Nacional de Antropología e Historia (Peña, 2016).

En cuanto a la infraestructura crítica en ciudades, se espera que el incremento de la temperatura genere problemas principalmente con la infraestructura eléctrica debido al impacto del calor sobre los transformadores, reduciendo su eficiencia y la vida útil de los equipos. Esto se puede ver agravado por el aumento de la carga que soportan las redes eléctricas por la necesidad del uso de aire acondicionado y refrigeración. El impacto sobre la red eléctrica puede provocar afectaciones sobre otra infraestructura; por ejemplo, la de telecomunicaciones que depende de la energía y el transporte público eléctrico que se promueve para la mitigación de emisiones (Chapman *et al*., 2013). Las altas temperaturas también podrían afectar los caminos y vías férreas por el derretimiento del asfalto y pandeo de vías férreas (Forzieri *et al*., 2018).

Por otro lado, las altas temperaturas pueden tener efectos negativos importantes sobre los ecosistemas y la biodiversidad. El incremento de la temperatura y de la frecuencia de las ondas de calor, a causa del cambio climático, pueden afectar organismos y procesos ecosistémicos, tal es el caso de especies de fauna afectadas por golpes de calor. La variabilidad de la temperatura puede provocar cambios en la distribución de especies, la proliferación de plagas y enfermedades, así como en la estructura de la vegetación, lo que impacta directamente en el funcionamiento de los ecosistemas. Asimismo, las altas temperaturas y el estrés hídrico pueden provocar incendios en las zonas forestales (Malhi *et al*., 2020; CEPAL, 2015).

F.1.1.2.) Ciclones tropicales, lluvias intensas, inundaciones

El CENAPRED considera que el municipio de Benito Juárez, dentro del cual se ubican el polígono propuesto para la ANP Playa Delfines, tiene un grado alto de peligro por la presencia de ciclones tropicales (CENAPRED, 2021). De acuerdo con la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos de América (NOAA, por sus siglas en inglés); en los últimos 171 años (1852 a 2023), este municipio ha sido afectado por el impacto de 92 ciclones tropicales (Figura 35), que han alcanzado categorías de depresión tropical, tormenta tropical, así como huracanes categoría 1 a 5 en la escala Saffir-Simpson, los cuales han ocurrido en los meses de mayo a noviembre. Destacan los años 1980, 1988 y 2005 por la presencia de huracanes mayores: Allen, Gilbert, Wilma y Emily todos de categoría 5. La presencia de estos eventos ha provocado cuatro declaratorias de desastre y siete declaratorias de emergencia ante este fenómeno hidrometeorológico (CENAPRED, 2021).

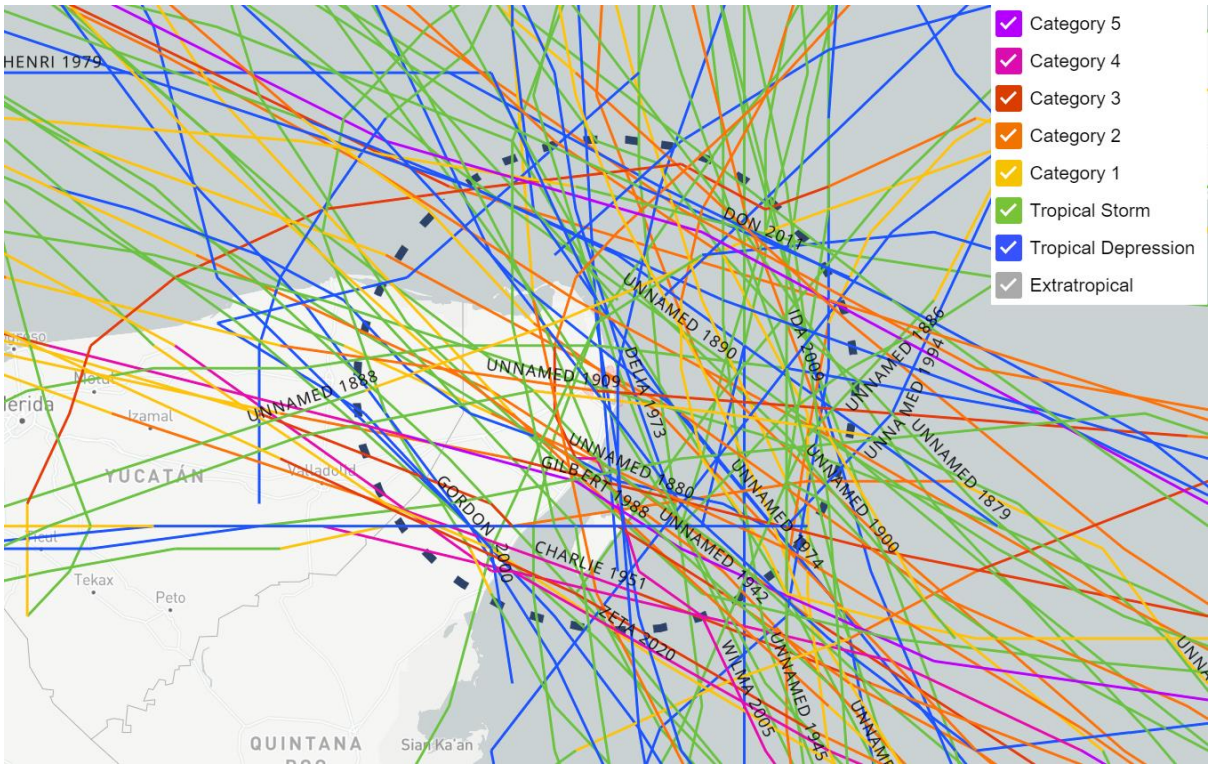


Figura 35. Tormentas tropicales que han afectado el municipio de Benito Juárez. La figura fue generada con la herramienta interactiva de mapeo de trayectorias de tormentas tropicales de la NOAA. Esta herramienta de mapeo interactivo se utiliza para ver, analizar y compartir datos de seguimiento de los conjuntos de datos IBTrACS del Centro Nacional de Huracanes de la NOAA HURDAT2 y los Centros Nacionales de Información Ambiental de la NOAA (https://coast.noaa.gov/hurricanes/#map=4/32/-80).

Aunado a los ciclones tropicales, el CENAPRED reconoce que el municipio de Benito Juárez tiene un nivel de peligro alto por inundación, y que su valor umbral de precipitación[5] acumulada en 12 horas es de 111.66 mm. (CENAPRED, 2021); sin embargo, existen condiciones que con precipitaciones de menor valor podrían generar inundaciones, por ejemplo, cuando ocurren lluvias continuas durante varios días, éstas saturan el suelo y con ello se pierde capacidad de infiltración del agua de lluvia. En zonas urbanizadas, la falta de mantenimiento a la infraestructura hidráulica y a los sistemas de drenaje disminuye la capacidad de desalojo de agua pluvial, por lo que una cantidad de precipitación menor al umbral podría generar afectaciones por inundación (CENAPRED, 2016).

Un indicativo de la incidencia de inundaciones en el municipio de Benito Juárez es el número de declaratorias de emergencia o desastre por lluvia severa e inundación fluvial y pluvial emitidas para la entidad y publicadas en el Diario Oficial de la Federación. Para este caso, se cuenta con 11 emitidas desde 2000 hasta 2019. Por otra parte, la Subdirección de Riesgos por Inundación lleva a cabo el proyecto Catálogo de Inundaciones, que compila la información del Centro Nacional de

[5] Se entiende por umbral al valor de lluvia acumulada a partir del cual se pueden esperar afectaciones por inundación (CENAPRED, 2021)

Comunicación y Operación de Protección Civil (CENACOM) y de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) correspondiente a los eventos de inundación ocurridos en las entidades municipales desde 2015 al 2020, reporta que en este municipio existen 18 registros de eventos de inundación, tres en 2015, dos en 2016, dos en 2017, tres en 2018, cinco en 2019 y tres en 2020 (CENAPRED, 2021).

La exposición del municipio de Benito Juárez ante ciclones tropicales, lluvias torrenciales e inundaciones ha generado impactos importantes en la zona (CENAPRED, 2022):

- Junio de 2003: varias personas fueron desalojadas por las fuertes lluvias y se registraron encharcamientos por la tormenta tropical “Bill”.
- Julio de 2005: el huracán Emily dañó viviendas y se ofreció refugio temporal a 10,112 personas; hubo daños en infraestructura turística, hidráulica, educativa y de salud. Se generaron daños por 1,111 millones de pesos.
- Agosto de 2007: el ciclón tropical Dean generó pérdidas por 2,337 millones de pesos.
- Mayo de 2014: fuertes lluvias provocaron afectaciones en 63 viviendas por penetración de agua por lo que se dio apoyo en especie a la población. Los sectores turístico, cultural, carretero, urbano y educativo se vieron afectados.
- Octubre de 2014: debido a fuertes lluvias se dio apoyo en especie a la población.
- Junio y octubre de 2015: por lluvias severas se dio apoyo en especie a la población y se apoyó ante afectaciones al sector de la vivienda, cultural, hidráulico, carretero, educativo, naval, de salud y urbano.
- Mayo de 2020: debido a un ciclón tropical se reportaron afectaciones en 1,634 viviendas, 1 deslizamiento de tierra, siete vías de comunicación afectadas, 2 cauces desbordados y 43 postes colapsados.
- Octubre de 2020: los ciclones tropicales Gamma y Delta provocaron lesiones en 5 personas, afectación general a 98 personas, evacuación de 9,400 personas, traslado de 1,793 personas a 184 refugios temporales, afectaciones a 40 viviendas, caída de 80 postes de energía eléctrica y un corte carretero.

Además, derivado de las lluvias severas y los huracanes en el municipio de Benito Juárez se han registrado graves daños a la infraestructura turística y pública, así como la pérdida de playas. Las actividades turísticas se han visto afectadas al declararse toda la costa de Quintana Roo en estado de emergencia. Se estima que, en 2007, con el paso del huracán Dean, se desplazaron más de 80,000 turistas que estaban en la zona (CIG, 2018).

Los ecosistemas de la región también han resentido los efectos de los ciclones tropicales y las lluvias intensas. Algunas semanas después del impacto del huracán Dean en 2007 al sur de Quintana Roo, autoridades locales declararon dañadas más de un millón de hectáreas forestales, principalmente de manglar y selva mediana subperennifolia (Islebe *et al*., 2009). Las zonas costeras son ecosistemas con

un alto grado de vulnerabilidad ante estos fenómenos. Los huracanes Gilberto (1998), Iván (2004) y Emily (2005) produjeron importantes pérdidas de arena en las playas del municipio de Benito Juárez. En octubre de 2005, después del paso del huracán Wilma, la playa de Cancún desapareció en más del 70 % de su extensión (CIG, 2018) y en octubre de 2020 los ciclones tropicales Gamma y Delta provocaron la caída de 348 árboles (CENAPRED, 2022).

Los impactos de ciclones tropicales, lluvias extremas e inundaciones asociadas podrían intensificarse en un contexto de cambio climático, esto debido a que, en la región, las principales inundaciones se dan por eventos de precipitaciones extremas. Una variable importante para considerar en temas de inundaciones pluviales es la precipitación acumulada, esta variable tiene la característica de proporcionar la cantidad de agua que puede tener una región durante su temporada de lluvias. Tomando en cuenta las normales climatológicas para el municipio Benito Juárez, se puede observar que la estación climática de Cancún registra acumulados medios mensuales de más de 1,000 mm en el mes estadísticamente más lluvioso (octubre). Por otro lado, la herramienta "*Climate Information Platform*" (SMHI, 2023) en un escenario de bajas emisiones RCP 4.5 con un horizonte cercano (2011-2040), indica que para la precipitación media anual se espera un incremento del 2.79 % respecto al histórico. Por otro lado, en el horizonte medio (2041-2070), los modelos de circulación general coinciden en un aumento de 2.89 % en la disponibilidad del recurso hídrico y para el periodo lejano (2071-2100) una disminución al 0.16 %. El aumento en el porcentaje de lluvia acumulada anual supone una mayor disponibilidad del recurso hídrico, lo que podría resultar en eventos de precipitación diaria que puedan sobrepasar el umbral medio de precipitación diaria lo que resultaría en un aumento en las inundaciones pluviales.

Haciendo el mismo ejercicio, pero para un escenario de altas emisiones RCP 8.5 los resultados de los modelos de circulación general coinciden en un aumento para el periodo cercano de 2.64 %; para el periodo medio indican una disminución de 0.45 % y para el periodo lejano una disminución del 5.6 % en los acumulados de precipitación anual. Esta señal es congruente con lo mostrado por el escenario de bajas emisiones; sin embargo, el cambio en disponibilidad de agua es mayor durante un escenario de altas emisiones.

El incremento de la precipitación en los horizontes cercanos de cambio climático podría generar afectaciones importantes sobre la población de Cancún, ciudad más cercana a la propuesta de ANP. Los impactos en esta ciudad podrían ser considerables tomando en cuenta que su población en 2020 ascendía a 888,797 habitantes en 2020 y de los cuáles, como grupos vulnerables, el 6.5 % correspondía a mayores de 60 años, mientras que el 23.4 % correspondía a personas de hasta 14 años (INEGI, 2020b). Los impactos de ciclones tropicales e inundaciones sobre la población pueden implicar ahogamientos, electrocución, hacinamiento en refugios que promueve la propagación de enfermedades, pérdida de vidas, lesiones físicas y daños al patrimonio de las personas. Además, las inundaciones pueden contaminar las fuentes de agua dulce con químicos y patógenos, incrementando el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y dando lugar a criaderos de insectos portadores de enfermedades, como los mosquitos. Y los impactos en la vida de las personas pueden derivar en enfermedades psiquiátricas como trastorno por estrés postraumático, ansiedad y depresión.

En este sentido, es importante considerar las condiciones en que viven las poblaciones marginadas debido a que tienen alguna discapacidad y que no cuentan con acceso a sistemas de salud, son más vulnerables a los ciclones tropicales, lluvias severas e inundaciones asociadas (Goodwin *et al*., 2017). En el municipio de Benito Juárez, para el año 2020, la pobreza se encontraba en un 38% de la población y cerca del 6 % se encontraba en condiciones de pobreza extrema (CONEVAL, 2021). En cuanto a la vulnerabilidad diferenciada por género en el municipio de Benito Juárez existe una mayor proporción de mujeres con bajos ingresos (24.4 %) y baja escolaridad (3.8 %) (INECC, 2019), factores que se reconocen pueden incrementar la susceptibilidad ante el impacto de ciclones e inundaciones. Para el caso de los hombres, se ha identificado que en general son más susceptibles a morir por ahogamiento durante ciclones tropicales (Goodwin *et al*., 2017).

A nivel municipal el INECC (2019) cuenta con el análisis de vulnerabilidad de la población ante inundaciones bajo cambio climático. En dicho análisis resalta que los principales factores de vulnerabilidad del municipio de Benito Juárez son la respuesta hidrológica de la cuenca, dada por su forma y el porcentaje de vegetación natural en la misma; la baja capacidad adaptativa por la escasez de sistema para regular las avenidas de agua, y la falta de más iniciativas de protección y restauración de ecosistemas para prevenir inundaciones.

Por otro lado, en el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres-Puerto Morelos (PACC-CIMPM) (CONANP - PNUD, 2019) se realizó un análisis de vulnerabilidad de los asentamientos humanos por inundaciones, en donde se encontró que el desarrollo urbano en Cancún ha provocado la interrupción del flujo hídrico de los manglares dando como resultado inundaciones en vialidades de la zona. Además de que el mal manejo de los residuos sólidos provoca obstrucciones en el alcantarillado promoviendo las inundaciones. La Figura 36 representa espacialmente las zonas de vulnerabilidad a inundaciones identificadas en el estudio antes mencionado, donde se puede observar que las zonas cercanas a la propuesta de ANP tienen una vulnerabilidad alta.

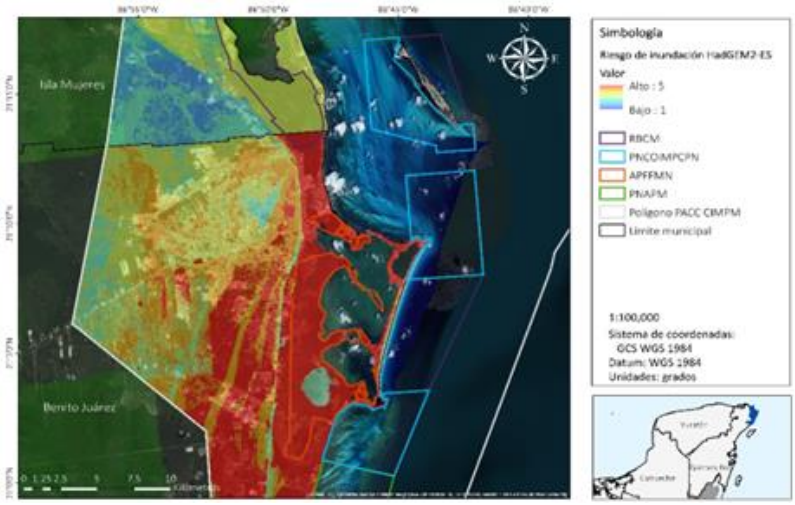


Figura 36. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante inundaciones considerando el modelo general de circulación HAD-GEM2-ES con forzamiento radiativo de 8.5 W/m2 en el periodo 2015-2039.

Las condiciones ambientales, al ser de primera importancia para la industria turística, la reducida estética del paisaje, la erosión costera, las inundaciones y los daños a la infraestructura, derivados de las alteraciones en los niveles de precipitación y los ciclones tropicales, a causa del cambio climático, tendrán impactos adversos sobre el turismo (Ivanova-Bonchera, 2010).

Además de los impactos considerados anteriormente, es importante resaltar que la Ciudad de Cancún, en la región donde se propone establecer la propuesta de ANP, alberga infraestructura clave para el bienestar de la población y buena parte de la ciudad se encuentra en zonas de alta vulnerabilidad a inundaciones (Figura 36). En cuanto a las principales vías de comunicación que podrían verse afectadas por inundaciones se encuentran la Avenida José López Portillo que atraviesa la ciudad de Cancún y comunica con la carretera Federal 180 Mérida-Puerto Juárez. También resalta el Boulevard Luis Donaldo Colosio que corre paralelo a la costa, en una zona de mayor vulnerabilidad a la inundación, y que conecta con la carretera Federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez (INEGI, 2021c). En cuanto a las vías férreas, el trazo del Tren Maya también se encuentra en la zona (Secretaría de Turismo, 2022b). Además, en esta ciudad y sus alrededores existen más de 270 edificios de gobierno de impartición de justicia y seguridad pública; alrededor de 300 hospitales, clínicas o consultorios de salud pública y privada; 836 instituciones educativas; dos estaciones de televisión y 13 estaciones de radio; el aeropuerto de Cancún, terminales de autobuses, e infraestructura náutica; 5 plantas de generación de energía e importante infraestructura de transmisión de energía y sistemas hidráulicos (INEGI, 2021d). Buena parte de esta infraestructura está asentada en zonas de alta vulnerabilidad a inundaciones.

El cambio climático está dando lugar a eventos hidrometeorológicos extremos más frecuentes que están conduciendo a un desplazamiento del área de distribución de la biota costera y la alteración de sus interacciones, afectando las funciones de los ecosistemas y, en consecuencia, la prestación de importantes servicios ecosistémicos, como la protección de las costas, el mantenimiento de la pesca, la mitigación de la contaminación y la captura de carbono (He y Silliman, 2019). Los ecosistemas de Quintana Roo son altamente vulnerables a los ciclones y las lluvias extremas. Entre los principales efectos de este tipo de eventos se proyectan cambios en la diversidad específica y distribución de especies y tipos de vegetación. Además, es de esperarse que se produzcan sinergias que incrementen las afectaciones que normalmente producirían, como es el caso de la presión por el desarrollo y crecimiento de la población humana en la zona costera. Por lo tanto, como medida de adaptación al cambio climático se debe proteger de manera efectiva a los ecosistemas adyacentes (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2013).

F.1.1.3.) Aumento del nivel del mar

Para las zonas costeras se prevé que el aumento del nivel del mar contribuya a intensificar la fragmentación y la pérdida de hábitats (IPBES, 2019). Asimismo, el aumento del nivel del mar amenaza con empeorar la erosión costera y poner en peligro la existencia de playas naturales en todo el mundo (Vitousek *et al*., 2017).

Las principales causas del incremento del nivel del mar actual están relacionadas con el cambio climático debido al agua agregada por el derretimiento de las capas de hielo y glaciares, así como por la expansión del agua de mar a medida que se calienta (NASA, 2018). En su último informe, el IPCC (2021) reportó que el nivel medio del mar se incrementó entre 0.15 y 0.25 metros entre 1901 y 2018. Por

otro lado, en el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres-Puerto Morelos (CONANP - PNUD, 2019) se encontró que durante el periodo 1993 a 2017, el incremento en el nivel medio del mar en la zona propuesta para la nueva ANP se ha incrementado a una tasa promedio de 4.04 mm al año.

Con la intención de contar con información sobre los escenarios de aumento del nivel del mar para la región donde se ubica la propuesta de ANP, se utilizó la herramienta de proyección del nivel del mar de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA, 2023). Para ello, se tomó el punto más cercano, que corresponde a Cabo de San Antonio, en Cuba, el cual cuenta con información disponible en la plataforma. En la Figura 37 se observa que bajo un forzamiento radiativo de 4.5 W/m^2, un nivel de aumento de 0.5 metros respecto al período 1995-2014 se podría alcanzar entre 2059 y 2082; mientras que, bajo un forzamiento radiativo de 8.5 W/m^2, este aumento de nivel del mar se alcanzaría entre 2055 y 2075. Por otro lado, un aumento de un metro se podría alcanzar entre 2097 y hasta después de 2150 bajo un forzamiento de 4.5 W/m^2; mientras que bajo un forzamiento radiativo 8.5 W/m^2, este aumento del nivel del mar se alcanzaría entre 2086 y 2130.

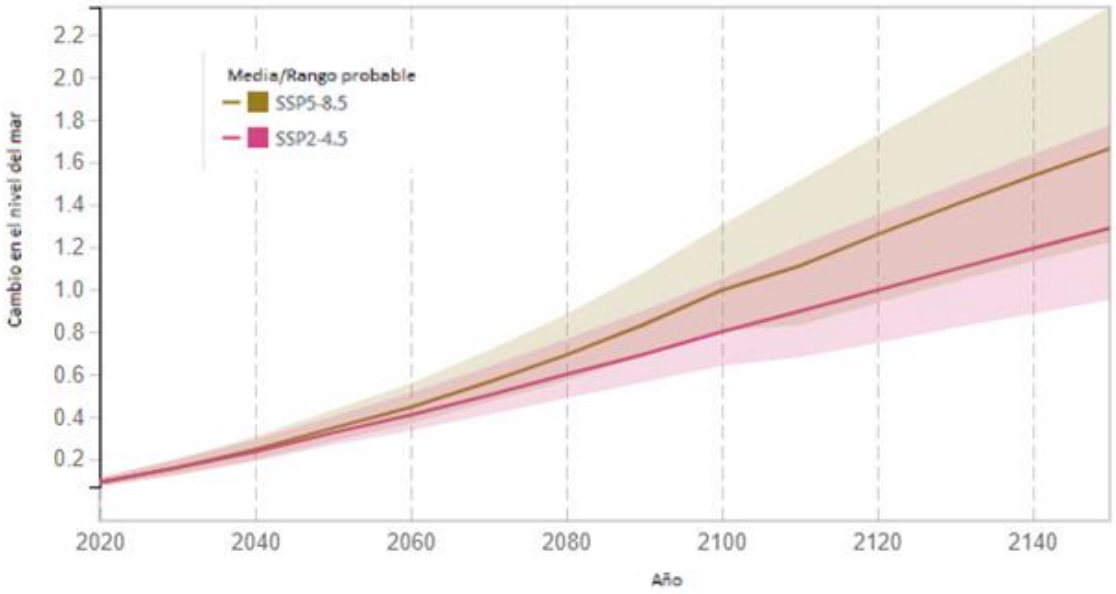


Figura 37. Aumento del nivel del mar bajo los escenarios de cambio climático SSP2-4.5 y 8.5 para Cabo de San Antonio, Cuba. Adaptado de NASA (2023).

Los niveles de aumento del nivel del mar antes mencionados se consideraron ya que ambos valores podrían presentarse durante el presente siglo y, además, la herramienta de mapa de zonas de riesgo por aumento del nivel del mar, generada por Climate Central (2023), maneja intervalos de aumento de 0.5 m. El uso de esta herramienta permitió reconocer que las áreas urbanizadas cercanas a la propuesta de ANP Playa Delfines podrían verse afectadas con ambos niveles de aumento del nivel del mar.

Tomando en cuenta lo anterior, el patrimonio y en especial, las viviendas de la población en las costas cercanas a la propuesta de ANP podrían verse directamente afectadas por el aumento del nivel del mar. Con este aumento, el oleaje del mar durante tormentas y ciclones tropicales también podría afectar zonas que previamente no recibían impactos. El municipio de Benito Juárez en Quintana Roo podría ser uno de los más afectados del estado, con un potencial de afectación a 44 mil personas con un costo estimado de 5,713 millones de pesos, tomando en cuenta un aumento de un metro (Pedrozo-Acuña, 2012). El aumento del nivel del mar puede tener también repercusiones importantes para el acceso de la población al agua debido a la intrusión salina en el acuífero. Esto podría tener sinergia con los eventos de reducción de la precipitación generando mayor escasez de agua. En la región, un aumento de 0.6 m podría afectar un total de 52 km^2 de acuífero, mientras que un aumento de 1 metro podría afectar 77 km^2 (Figura 38) (CONANP – PNUD, 2019).

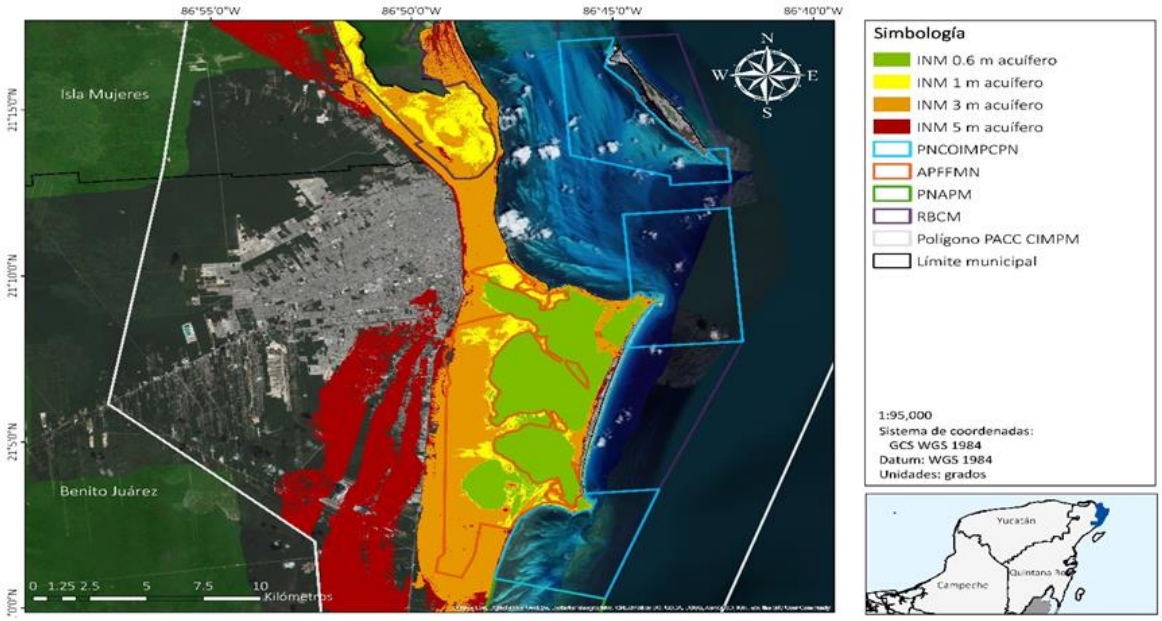


Figura 38. Zonas del acuífero que podrían verse potencialmente afectadas por distintos niveles de aumento del nivel del mar en la región donde se ubica la propuesta de ANP. Tomado de CONANP - PNUD (2019).

En cuanto al valor total de la afectación a las actividades económicas por la elevación del nivel del mar en Quintana Roo, el costo total estimado en un escenario bajo (1 m) es de 1,342 millones de pesos; para el escenario medio (3 m) asciende a los 4,454 millones de pesos y; para el escenario alto alcanza los 11,771 millones de pesos. La alta concentración de los establecimientos comerciales e industriales sobre la zona costera, ocasionan una gran afectación a este rubro derivada de la sobre elevación del nivel del mar (Tabla 16).

El sector más afectado en cada escenario modelado es el sector hotelero y los servicios relacionados al turismo. El municipio de Benito Juárez, en especial la ciudad de Cancún es una de las zonas de mayor susceptibilidad ante el incremento del nivel medio del mar por efectos del cambio climático (Pedrozo-Acuña, 2012). En particular, el destino turístico Cancún se caracteriza por sus extensas playas, de poca pendiente y baja altura, estas condiciones las hacen altamente vulnerables al aumento del nivel del mar (ANIDE, 2014).

Tabla 16. Establecimientos afectados por actividad económica para escenarios de afectación por elevación del nivel del mar en Quintana Roo. Tomado de Pedrozo Acuña, 2012.

	Unidades afectadas			Estructura (%)		
Establecimiento	**1 m**	**3 m**	**5 m**	**1 m**	**3 m**	**5 m**
Comercio	8	29	97	0.5	1.8	6.01
Industrias manufactureras	15	56	168	0.54	2.01	6.03
Hoteles y restaurantes	12	38	101	3.53	11.5	29.1

Por su ubicación, la zona arqueológica El Rey, puede verse afectada por un aumento en el nivel del mar. Al respecto, serán requeridas medidas para su documentación y salvamento, ya que los yacimientos arqueológicos están considerados como los lugares patrimoniales más vulnerables al cambio del nivel del mar (ICOMOS, 2019). Asimismo, la erosión costera, las inundaciones, el aumento de la humedad y otros impactos asociados con el incremento del nivel del mar agravan los daños a las zonas arqueológicas (Paredes *et al.,* 2018; UNESCO, 2019).

Además de la infraestructura turística, el resto de la infraestructura estratégica cercana a la costa en Cancún (descrita en impactos de inundaciones y ciclones tropicales) podría verse afectada por inundaciones debido a mareas de tormentas exacerbadas por el aumento del nivel del mar, esto sería importante en escenarios de aumento del nivel del mar mayores a un metro (ANIDE, 2014). Sin embargo, es importante resaltar que el aumento del nivel del mar aunado a la vulnerabilidad por erosión costera podría afectar seriamente a la propuesta de APFF Playa Delfines y por consiguiente la carretera que corre tras la playa (ANIDE, 2014).

De acuerdo con el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres-Puerto Morelos (PACC-CIMPM) de 2019, para cuatro escenarios de incremento del nivel del mar (0.6, 1, 3 y 5 m), en la región. En el caso del municipio de Benito Juárez, se presentarían daños a este ecosistema a lo largo de la línea de costa (3 m), y en la parte sur (5 m). Los principales impactos que se generarían están relacionados con la migración del manglar hacia el interior de la región y cambio en el dominio y composición de especies presentes, la modificación en su crecimiento por el aumento de nutrientes, la inmersión de estos ecosistemas, el declive en el aprovechamiento de especies de interés comercial, la disminución de la biodiversidad y el incremento de riesgos futuros de inundación. Mientras que, la vegetación de selva sería afectada en menor proporción con un 0.01 %, 0.09 %, 1.91 % y 17.14 % de superficie. Se producirían alteraciones al sur de Benito Juárez, en un escenario de 3 m, y al sur de la zona urbana de Cancún (5 m). Los impactos identificados para este ecosistema son la pérdida de vegetación y biodiversidad, así como cambios en el proceso de filtración del agua.

F.1.1.4.) Posibles modificaciones en la biodiversidad

En las próximas décadas, el impacto del cambio climático se verá reflejado en modificaciones de la composición y funcionamiento de los ecosistemas. Los aumentos de temperatura y cambios en el ciclo hidrológico tendrán como resultado un aumento en la tasa de pérdida de hábitat y modifiquen

la distribución de especies, al disminuir la diversidad biológica y los servicios ambientales que generan (CONANP, 2010). La evidencia científica sugiere que las especies no se adaptan fácilmente a cambios drásticos y rápidos (Challenger, 2010).

Para el caso de la propuesta de ANP es posible tomar como referencia los escenarios para la biodiversidad presentados en el Explorador de Cambio Climático y Biodiversidad (CONABIO *et al*., 2023) para el Parque Nacional Costa Occ. de I. Mujeres, Pta. Cancún y Pta. Nizuc y Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nipchupté que se encuentran adyacentes y cercanos al área propuesta. En estos es posible observar la riqueza potencial futura (2020-2040) de los anfibios endémicos y nativos de México, utilizando el modelo GFDL_CM3_2050, en el escenario RPC 4.5 (CONABIO, 2021b), que indica que se tendrá una pérdida del 5 % de la riqueza potencial (40 a 38 especies) de este grupo. Mientras que para los mamíferos se realiza un cálculo a partir de las distribuciones potenciales de los mamíferos terrestres de México, a través del modelo BCC-CSM2-MR, SPP2, en el escenario RPC 4.5, que indica un aumento de la riqueza potencial del 2 % en comparación con la actual (0-150 especies).

F.1.1.5.) Conectividad estructural

Además de las áreas de alto valor biológico, también se han identificado áreas que favorecen la conectividad estructural del paisaje, es decir, rutas con menor transformación humana que evitan cambios bruscos en el clima y que permitirían mantener en alguna medida la conectividad entre fragmentos de vegetación nativa en buen estado de conservación. La importancia de delimitar y conservar estas rutas es porque se espera que ante el cambio global los corredores climáticos faciliten que los organismos no queden aislados y encuentren hábitats para su supervivencia.

Para identificar las rutas de 'menor costo' se consideró el gradiente climático, la distancia euclidiana y el impacto humano entre fragmentos de vegetación en nativa en estado 'primario'. Se identificaron 4,504 rutas de menor costo para todo el país, de las cuales 129 corresponden al estado de Quintana Roo (CONABIO-CONANP-PNUD, 2020). Destaca el traslapo de dos de estas rutas con el APFF Manglares de Nichupté, ocho rutas con la RB Sian Ka’an y una ruta para el APFF Uaymil.

Al interior de estas ANP, también se ha evaluado la tendencia temporal de la conectividad de la vegetación con el fin de contar con una estimación sobre los cambios en la conectividad de los fragmentos de vegetación por cambio climático y el porcentaje de conectividad con la ecorregión en donde se encuentran.

Para el APFF Manglares de Nichupté, en lo que respecta a la fragmentación al interior del ANP, se observa una clara tendencia a la disminución de superficie conectada, sin importar la distancia de dispersión. En adición, en la Tabla 17 se presenta el porcentaje de conectividad estimado para tres de los niveles de las ecorregiones terrestres bajo cuatro distancias, relacionadas con la capacidad de dispersión diferenciada de varios grupos taxonómicos como anfibios, reptiles, aves y grandes mamíferos (2, 10, 30 y 100 km, respectivamente). Se observa que el mayor porcentaje, 17.04 %, se alcanza con una distancia de dispersión de 100 km con el nivel III.

Tabla 17. Conectividad del APFF Manglares de Nichupté con respecto a las ecorregiones terrestres.

Distancia de dispersión (km)	Ecoregión		
	Nivel I	*Nivel II*	*Nivel III*
	Selvas Cálido-Húmedas	Planicie y Lomeríos de la Península de Yucatán	Planicie Oriental Yucateca con Selva Perennifolia
2	4.27 %	7.28 %	16.13 %
10	4.28 %	7.28 %	16.14 %
30	4.28 %	7.31 %	16.21 %
100	4.66 %	8.15 %	17.04 %

G) CENTROS DE POBLACIÓN EXISTENTES AL MOMENTO DE ELABORAR EL ESTUDIO

A la fecha de la elaboración del presente estudio previo justificativo no existen centros de población en la superficie que comprende la propuesta de área natural protegida Área de Protección de Flora y Fauna Playa Delfines.

IV. PROPUESTA DE MANEJO DEL ÁREA

A) ZONIFICACIÓN Y SUBZONIFICACIÓN A QUE SE REFIEREN LOS ARTÍCULOS 47 BIS Y 47 BIS 1 DE LA LGEEPA

El artículo 47 BIS de la LGEEPA señala que para el cumplimiento de las disposiciones de dicha ley con relación al establecimiento de las áreas naturales protegidas, se realizará una división y subdivisión que permita identificar y delimitar porciones del territorio que la conforman, acorde con sus elementos biológicos, físicos y socioeconómicos, por lo que, cuando se realice la delimitación territorial de las actividades en las áreas naturales protegidas, esta se llevará a cabo a través de las zonas y subzonas, de acuerdo con su categoría de manejo.

Asimismo, el artículo 47 BIS 1, de la LGEEPA, establece que:

> *"ARTÍCULO 47 BIS 1.- Mediante las declaratorias de las áreas naturales protegidas, podrán establecerse una o más zonas núcleo y de amortiguamiento, según sea el caso, las cuales a su vez, podrán estar conformadas por una o más subzonas, que se determinarán mediante el programa de manejo correspondiente, de acuerdo a la categoría de manejo que se les asigne.*
>
> *En el caso en que la declaratoria correspondiente sólo prevea un polígono general, éste podrá subdividirse por una o más subzonas previstas para las zonas de amortiguamiento, atendiendo a la categoría de manejo que corresponda."*

En este sentido, y acorde a las características señaladas en el presente estudio, la superficie total de la propuesta de Área Natural Protegida que nos ocupa se establecerá como zona de amortiguamiento, conforme al artículo 47 BIS, fracción II de la LGEEPA:

> *""Artículo 47 BIS.*
>
> ...
>
> II. Las zonas de amortiguamiento, tendrán como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo..."

Cabe hacer mención que dicha zona de amortiguamiento podrá estar conformada por una o más subzonas, de conformidad con el artículo 47 BIS 1 de la LGEEPA, que se determinarán mediante el programa de manejo correspondiente, de acuerdo con la categoría de manejo que se asigne al área, y a lo establecido en la declaratoria. En este sentido, dicha zona podría estar conformada por las siguientes subzonas, previstas en el artículo 47 BIS, fracción II, de la mencionada LGEEPA:

a) De preservación: superficies en buen estado de conservación que contienen ecosistemas relevantes o frágiles, o fenómenos naturales relevantes, en las que el desarrollo de actividades requiere de un manejo específico, para lograr su adecuada preservación, en las que sólo se permitirán la investigación científica y el monitoreo del ambiente, las actividades de educación ambiental y las actividades productivas de bajo impacto ambiental que no impliquen modificaciones sustanciales de las características o condiciones

naturales originales, promovidas por las comunidades locales o con su participación, y que se sujeten a una supervisión constante de los posibles impactos negativos que ocasionen.

b) De uso tradicional: superficies en donde los recursos naturales han sido aprovechados de manera tradicional y continua, sin ocasionar alteraciones significativas en el ecosistema, relacionadas particularmente con la satisfacción de las necesidades socioeconómicas y culturales de los habitantes del área protegida. No podrán realizarse actividades que amenacen o perturben la estructura natural de las poblaciones y ecosistemas o los mecanismos propios para su recuperación, sólo se podrán realizar actividades de investigación científica, educación ambiental y de turismo de bajo impacto ambiental; así como la infraestructura de apoyo que se requiera, utilizando ecotécnias y materiales tradicionales de construcción propios de la región, aprovechamiento de los recursos naturales para la satisfacción de las necesidades económicas básicas y de autoconsumo de los pobladores, utilizando métodos tradicionales enfocados a la sustentabilidad, conforme lo previsto en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

c) De aprovechamiento sustentable de los recursos naturales: superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas, se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable, y se permitirán exclusivamente el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables, siempre que estas acciones generen beneficios preferentemente para los pobladores locales, la investigación científica, la educación ambiental y el desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto ambiental. Asimismo, el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre podrá llevarse a cabo siempre y cuando se garantice su reproducción controlada o se mantengan o incrementen las poblaciones de las especies aprovechadas y el hábitat del que dependen; y se sustenten en los planes correspondientes autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, conforme a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

d) De aprovechamiento sustentable de los ecosistemas: superficies con usos agrícolas, pesqueros y pecuarios actuales, en las que se podrán realizar actividades agrícolas y pecuarias de baja intensidad que se lleven a cabo en predios, o zonas que cuenten con aptitud para este fin, y en aquellos en que dichas actividades se realicen de manera cotidiana, y actividades de agroforestería y silvopastoriles, siempre y cuando sean compatibles con las acciones de conservación del área, y que en su caso contribuyan al control de la erosión y evitar la degradación de los suelos. La ejecución de las prácticas agrícolas, pecuarias, agroforestales y silvopastoriles que no estén siendo realizadas en forma sustentable, deberán orientarse hacia la sustentabilidad y a la disminución del uso de agroquímicos e insumos externos para su realización.

e) De aprovechamiento especial: superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conformen, y en las que sólo se podrán ejecutar obras públicas o privadas para la instalación de infraestructura o explotación de recursos naturales, que generen beneficios públicos, que guarden armonía con el paisaje, que no provoquen desequilibrio ecológico grave y que estén sujetos a estrictas regulaciones de uso sustentable de los recursos naturales, con apego estricto a los programas de manejo emitidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

f) De uso público: superficies que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, en donde es posible mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas, y en las que sólo se podrá llevar a cabo exclusivamente la construcción de instalaciones para el desarrollo de servicios de apoyo al turismo, a la investigación y monitoreo del ambiente, y la educación ambiental, congruentes con los propósitos de protección y manejo de cada área natural protegida.

g) De recuperación: superficies en las que los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados, y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación, por lo que no deberán continuar las actividades que llevaron a dicha alteración, y en las que sólo podrán utilizarse para su rehabilitación, especies nativas de la región o en su caso, especies compatibles con el funcionamiento y la estructura de los ecosistemas originales cuando científicamente se compruebe que no se afecta la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Una vez integrado el presente estudio se realizó un análisis biológico y físico del territorio propuesto como área natural protegida y se plantea que los tres polígonos que la conforman se dividan en zonas de amortiguamiento (Tabla ; Figura 39).

Tabla 18. Zonificación de la propuesta de APFF Playa Delfines.

ZONA	NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
Amortiguamiento	Polígono 1	3-57-49.16
Amortiguamiento	Polígono 2	0-92-15.26
Amortiguamiento	Polígono 3	0-38-63.75
TOTAL		**4-88-28.17**

Figura 39. Zonificación de la propuesta de ANP

B) TIPO O CATEGORÍA DE MANEJO

De acuerdo con la información reportada en el presente estudio para la propuesta de área natural protegida, considerando lo establecido en el artículo 46, fracción VII de la LGEEPA, se propone que la superficie descrita se declare bajo la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, de conformidad con el artículo 54 de la referida Ley, que señala:

> *"ARTÍCULO 54.- Las áreas de protección de la flora y la fauna se constituirán de conformidad con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Pesca y demás aplicables, en los lugares que contienen los hábitat de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres.*
>
> *En dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia.*
>
> *Asimismo, podrá autorizarse el aprovechamiento de los recursos naturales a las comunidades que ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva, o que resulte posible según los estudios que se realicen, el que deberá sujetarse a las normas oficiales mexicanas y usos del suelo que al efecto se establezcan en la propia declaratoria."*

C) ADMINISTRACIÓN

De conformidad con los artículos 32 Bis, fracciones I, II, VI y VII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, fracciones I, II, III y IV, 5o, fracción VIII, 11, fracción I, y 47, de la LGEEPA; 4o, primer párrafo, 5o y 6o del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas y, 67, fracción II y 77, fracción I del Reglamento Interior de la SEMARNAT, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Julio de 2022, el establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia federal serán administradas por la SEMARNAT a través de la CONANP, quien promoverá la participación de sus habitantes, propietarios o poseedores, gobiernos locales, pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, y demás organizaciones sociales, públicas y privadas, con el objeto de propiciar el desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

Para tal efecto, la SEMARNAT por conducto de la CONANP, podrá suscribir con los interesados los convenios de coordinación con los gobiernos estatales y municipales, y convenios de concertación con ejidos, comunidades agrarias, pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, grupos y organizaciones sociales y empresariales, universidades, centros de educación e investigación y demás personas físicas o morales interesadas.

La administración de las áreas naturales protegidas se efectuará de acuerdo con su categoría de manejo, de conformidad con lo establecido en la LGEEPA, su Reglamento en materia de ANP, el Decreto de creación, las normas oficiales mexicanas, su programa de manejo y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y se deberán adoptar:

I. Lineamientos, mecanismos institucionales, programas, políticas y acciones destinadas a:

a) La conservación, preservación, protección y restauración de los ecosistemas.

b) El uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

c) La inspección y vigilancia.

II. Medidas relacionadas con el financiamiento para su operación.

III. Instrumentos para promover la coordinación entre los distintos niveles de gobierno, así como la concertación de acciones con los sectores público, social y privado.

IV. Acciones tendientes a impulsar la capacitación y formación del personal técnico de apoyo.

Asimismo, en cumplimiento a los artículos 8o y 9o del Reglamento de la LGEEPA en Materia de ANP, la administración y manejo del área natural protegida se efectuará través de un Director, que nombre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

D) OPERACIÓN

La operación de la propuesta de área natural protegida se llevará a cabo por la Dirección del ANP, responsable de coordinar e integrar todas las actividades y recursos humanos y financieros para alcanzar los objetivos de conservación del ANP, mediante una estrategia integral que incluya la protección de los recursos naturales, la restauración de áreas degradadas y su aprovechamiento sustentable, en las que se tendrán las siguientes líneas de trabajo:

Inspección y vigilancia– La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, realizará las acciones de inspección y vigilancia para asegurar el cumplimiento de lo dispuesto en el decreto de creación y la correcta ejecución del programa de manejo respectivo, así como las normas aplicables vigentes.

Protección y preservación. Desarrollar actividades de protección en los sitios que deban ser atendidos por su prioridad ambiental, así como actividades encaminadas a la protección de especies de fauna emblemática que son indicadoras de la calidad de hábitat para esta región.

Participación social. Establecer y coordinar los mecanismos que permitan la participación de todos los sectores sociales interesados en el ANP, principalmente en la identificación y análisis de problemáticas, en la formulación de propuestas y en el diseño e implementación de acciones en beneficio de las comunidades aledañas, que aseguren la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

Conocimiento e investigación. Desarrollar, impulsar y coordinar actividades de investigación que realicen instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales, tanto nacionales como extranjeras.

Monitoreo. Realizar o coordinar acciones de monitoreo sistemático de los indicadores ecológicos, productivos y sociales que se definan para el área natural protegida.

Educación ambiental. Diseñar y desarrollar un programa de educación ambiental, que incluya los valores ambientales, sociales, culturales y arqueológicos de la región, así como los retos, amenazas y la propuesta para superarlos.

Restauración y repoblación. Identificar las zonas para restauración que presentan indicadores de degradación ambiental y realizar las acciones de recuperación correspondientes, como obras de conservación de suelos en las áreas que presenten altos índices de degradación y actividades de repoblamiento de especies, para los casos en que sea necesario.

Aprovechamiento. Aprovechar de forma ordenada y sustentable; para ello, la Dirección del ANP deberá elaborar un registro de usuarios del ANP. Definir, en coordinación con las autoridades correspondientes, el establecimiento de políticas de aprovechamiento compatibles con la conservación de los recursos y especialmente con la conservación del hábitat y especies protegidas que se distribuyen en la zona, promoviendo el uso de tecnologías para la protección de los ecosistemas y evitar aquellas que los alteren.

Asimismo, el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024 señala objetivos con diversas estrategias y líneas de acción para un manejo eficiente que serán consideradas para la operación, acorde a las características y la categoría de la propuesta de área natural protegida (Tabla):

Tabla 19. Objetivos del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024.

OBJETIVO	ESTRATEGIAS
1. Manejo Efectivo de las ANP	
Fortalecer el manejo efectivo de las ANP e impulsar el incremento de la superficie de conservación para mantener la representatividad de la biodiversidad, la conectividad y funcionalidad de los ecosistemas y la provisión de sus servicios ambientales para el mejoramiento de la calidad de vida de las actuales y futuras generaciones.	1.1. Evaluar y fortalecer el Manejo Efectivo de las ANP terrestres y marinas. 1.2. Incrementar la superficie protegida a través de ANP y otras modalidades de conservación. 1.3. Fomentar el enfoque de manejo integrado del paisaje (MIP) y la conectividad ecológica. 1.4. Fomentar y fortalecer mecanismos de participación social y gobernanza en ANP. 1.5. Promover la generación y difusión de conocimiento para la conservación y el manejo efectivo de las ANP.
2. Participación Comunitaria	

OBJETIVO	ESTRATEGIAS
Impulsar la participación comunitaria en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las ANP para mejorar sus medios de vida y reducir su vulnerabilidad.	2.1. Fomentar proyectos y emprendimientos productivos sustentables que fortalezcan a las comunidades locales y disminuyan su vulnerabilidad en ANP y zonas de influencia. 2.2. Impulsar acciones de restauración con fines productivos en ANP y zonas de influencia. 2.3. Coadyuvar en las medidas para la prevención de contingencias y gestión comunitaria de riesgos en las Áreas Naturales Protegidas y zonas de influencia y promoviendo soluciones naturales basadas en ecosistemas.
3. Restauración de ecosistemas y conservación de especies prioritarias y su hábitat	
Promover la restauración de ecosistemas, así como acciones de protección y monitoreo para la conservación y recuperación de especies prioritarias y sus hábitats en las ANP y zonas de influencia.	3.1. Promover la restauración de ecosistemas terrestres, insulares, marinos y de agua dulce, considerando el contexto del cambio climático. 3.2. Impulsar la protección y conservación de especies prioritarias y de interés y sus hábitats.
4. Gestión efectiva institucional	
Fortalecer las capacidades institucionales para el logro de los objetivos sustantivos de la Comisión, optimizando la coordinación y articulación intra e interinstitucional con otras dependencias y actores involucrados con las Áreas Naturales Protegidas y fomentando y fortaleciendo la participación y cooperación internacional.	4.1. Fortalecer las capacidades institucionales para el manejo efectivo de las ANP. 4.2. Fortalecer a las ANP como soluciones naturales para el Cambio Climático (adaptación y mitigación). 4.3. Optimizar la coordinación y articulación interinstitucional para lograr el cumplimiento del PNANP. 4.4. Fomentar y fortalecer la participación y la cooperación internacional en materia de conservación.

E) FINANCIAMIENTO

El financiamiento para la operación del ANP provendrá de los recursos fiscales aportados por el Gobierno Federal a través de la CONANP. Adicionalmente se diseñarán los mecanismos para el financiamiento del ANP mediante estrategias e instrumentos que permitan asegurar la sustentabilidad económica del ANP, la identificación y gestión de fuentes alternativas de recursos económicos.

Dentro de las fuentes de financiamiento interno y externo destacan, de manera enunciativa más no limitativa, las siguientes:

- Recaudación y administración de fondos adicionales a los recursos fiscales con que contará el Área Natural Protegida.

- Cobro de derechos por el uso y aprovechamiento del Área Natural Protegida.

- Aportaciones de organismos financieros internacionales.

- Donaciones privadas y de fundaciones nacionales e internacionales a través de asociaciones civiles.

- Fideicomisos locales y regionales de apoyo a las Áreas Naturales Protegidas.

- Aportaciones en especie por parte de fundaciones, instituciones académicas o personas físicas (realización de estudios e investigaciones, acciones de monitoreo, equipo e infraestructura, entre otras).

Asimismo, con el objeto de asegurar el uso sustentable de los recursos y cumplir con los objetivos del área natural protegida, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales podrá diseñar y aplicar los instrumentos económicos establecidos en la LGEEPA enfocados a promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del ANP.

V. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre-Acosta, E., M. Ulloa, S. Aguilar, J. Cifuentes y R. Valenzuela. 2014. Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Supl. 85: S76-S81.

Aldape-Pérez, G. 2010. La configuración del espacio turístico en Cancún, Quintana Roo, México. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Cataluña.

ANIDE. 2014. Estudio de la Vulnerabilidad y Programa De Adaptación ante La Variabilidad Climática y el Cambio Climático en Diez Destinos Turísticos Estratégicos, así como Propuesta de un Sistema de Alerta Temprana a Eventos Hidrometeorológicos Extremos. Sección III Vulnerabilidad del Destino Turístico Cancún. Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C - Secretaría de Turismo, Centro de Estudios Superiores en Turismo y CONACYT. Disponible en: https://www.sectur.gob.mx/programas/planeacion-y-politica-turistica/ordenamiento-turistico-sustentable/cambio-climatico/estudio-de-vulnerabilidad-al-cambio-climatico-en-el-sector-turistico/. Fecha de consulta: 25 de abril de 2023.

Araújo, M. B., D. Alagador, M. Cabeza, D. Nogués-Bravo y W. Thuiller. 2011. Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters*. 14(5): 484-492.

Ayuntamiento de Benito Juárez, 2022. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. Plan Municipal de Desarrollo Municipio de Benito Juárez. PMD 2021-2024. Ayuntamiento de Benito Juárez. Disponible en: https://cancun.gob.mx/planeacion-municipal/wp-content/uploads/sites/7/2023/01/PLAN-MUNICIPAL-DESARROLLO-MBJ-2021-2024.pdf. Fecha de consulta: 23 de abril de 2023.

Berlanga, H., V. Rodríguez-Contreras, A. Oliveras de Ita, M. Escobar, L. Rodríguez, J. Vieyra y V. Vargas. 2022. Red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO. Disponible en: http://avesmx.conabio.gob.mx/Inicio.html. Fecha de consulta: 6 de marzo de 2023.

Calderón-Mandujano, R. R. y J. R. Cedeño-Vázquez. 2011. Reptiles. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 247-251.

Camacho, V. 2018 El Patrón de asentamiento en la Costa Oriental de la Península de Yucatán. Diario de Campo, número 77, pp. 59-67, INAH, Ciudad de México.

Carnevali, F. C. G., J. L. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano e I. Ramírez. 2010. Flora ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. México.

Cedeño-Vázquez, J. R. y R. R. Calderón-Mandujano. 2011. Anfibios. En: Pozo, C. (Ed.). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 242-246.

CENAPRED. 2016. Índice de Peligro por Inundación (IPI), Subdirección de Riesgos por Inundación. (Centro Nacional de Prevención de Desastres. Disponible en http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Metodologias/Inundacion.pdf. Fecha de consulta: 16 de abril de 2023.

CENAPRED. 2021. Información básica de peligros naturales a nivel municipal. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Disponible en: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/info_basica_municipal.html. Fecha de consulta: 15 de abril de 2023. México.

CENAPRED. 2022. Base de datos sobre el impacto socioeconómico de los daños y pérdidas ocasionados por los desastres en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Disponible en: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Impactos_Base_Histo_Anual_Publica_2000_2020.xlsx. Fecha de consulta 30 de abril de 2023. México.

CEPAL. 2015. El Cambio Climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1. Fecha de consulta: 25 de abril de 2023.

Challenger, A. 2010. Taller de expertos CONANP-FMCN para la elaboración de la ECCAP, México, D.F.

Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: Soberón, J., G. Halfter y J. Llorente-Bousquets (Comps.). Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 87-108.

Chapman, L., J. A. Azevedo y T. Prieto-Lopez. 2013. Urban heat & critical infrastructure networks: A viewpoint. *Urban Clim*. 3: 7–12.

CICC. 2017. Estrategia Nacional para REDD+ 2017-2030. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático Comisión Nacional Forestal. Disponible en: http://www.enaredd.gob.mx/wp-content/uploads/2017/09/Estrategia-Nacional-REDD+-2017-2030.pdf. Fecha de consulta: 29 de abril de 2023.

CIG. 2018. Atlas de Riesgo del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Centro de Información Geográfica, Universidad de Quintana Roo. Secretaría de Desarrollo Territorial y Urbano. Programa de Prevención de Riesgos. 291 p.

Clements, J. F., T. S. Schulenberg, M. J. Iliff, T. A. Fredericks, J. A. Gerbracht, D. Lepage, S. M. Billerman, B. L. Sullivan, y C. L. Wood. 2022. The eBird/Clements checklist of Birds of the World: v2022. Disponible en: https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/. Fecha de consulta: 8 de marzo de 2023.

Climate Central. 2023. Sea level tools and analysis by Climate Central. Disponible en: https://ss2.climatecentral.org/#8/19.552/-91.198?show=satellite&projections=0-K14_RCP85-SLR&level=2&unit=meters&pois=hide. Fecha de consulta: 29 de abril de 2023.

CMNUCC. 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf. Fecha de consulta: 11 de marzo de 2023.

COEPROC. 2023. Coordinación Estatal de Protección Civil. Gobierno del Estado de Quintana Roo. Fecha de Consulta: 26 de abril de 2023 Disponible en: https://qroo.gob.mx/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal.

CONABIO. 2022a. Catálogo de autoridades taxonómicas de especies de flora y fauna con distribución en México. Base de datos SNIB-CONABIO. México.

CONABIO, IB-UNAM, CONANP-SEMARNAT, PNUD, INECC. 2023. Explorador de cambio climático y biodiversidad, versión 1.0. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en: https://servicios.conabio.gob.mx/ECCBio/. Fecha de consulta: 30 de abril del 2023.

CONABIO. 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. 2020. Sistema de Información sobre especies Invasoras. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. México. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

CONABIO. 2021a. Sitios de conservación de los parientes silvestres de cultivos. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion/sitios-psilvestres. Fecha de consulta: 27 de abril de 2023.

CONABIO. 2021b. Riqueza potencial futura de los anfibios endémicos y nativos a México, GFDL_CM3: 2050, RCP 4.5. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONABIO. 2022b. Ecorregiones terrestres. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/ecorregiones.html Fecha de consulta: 18 de abril de 2022.

CONABIO. 2023. Base de Datos Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. S/F a. *Metopium brownei*. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/2-anaca3.pdf. Fecha de consulta: 28 de abril de 2023.

CONABIO. S/F b. *Bursera simaruba*. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf. Fecha de consulta: 28 de abril de 2023.

CONABIO. S/F c. *Coccoloba uvifera*. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/57-polyg2m.pdf. Fecha de consulta: 28 de abril de 2023.

CONABIO-CONANP. 2010. Sitios prioritarios epicontinentales para la conservación de la biodiversidad. Disponible en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/spec1mgw.html. Fecha de consulta: 25 de abril de 2023.

CONABIO-CONANP-PNUD. 2020. Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad de México: Rutas de menor costo, escala: 1:250000. edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Ciudad de México.

CONACYT - CONAGUA. 2012. Estudio interdisciplinario de los humedales de la república mexicana: desarrollo metodológico para el inventario nacional de humedales y su validación a nivel piloto. México.

CONAFOR. 2017. Bosques y Cambio Climático. Disponible en https://www.gob.mx/conafor/documentos/bosques-y-cambio-climatico-23762. Fecha de consulta: 30 de abril de 2023.

CONAGUA. 2020. Actualización de la disponibilidad media anual del agua en el acuífero de Península de Yucatán (3105) en el estado de Yucatán.

CONAGUA. 2023. Variables climáticas de precipitación y temperatura en la estación Cuetzalan. México. Disponible en: https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=qroo. Fecha de consulta: 25 de abril de 2023.

CONANP. 2010. Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas. 2ª edición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

CONANP. 2015. Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: Una Convocatoria para la Resiliencia de México (2015-2020). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

CONANP. 2022. Listado de las Áreas Naturales Protegidas de México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. Disponible en: http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/listanp/. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

CONANP-PNUD. 2019. Resiliencia. Áreas Naturales Protegidas: Soluciones naturales a retos globales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México.

CONAPO. 2020. Índice de marginación (carencias poblacionales) por localidad, municipio y entidad. Disponible en: https://datos.gob.mx/busca/dataset/indice-de-marginacion-carencias-poblacionales-por-localidad-municipio-y-entidad. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

CONEVAL. 2019. Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México. Tercera edición. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. 142 pp. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Metodologia-medicion-multidimensional-3er-edicion.pdf. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

CONEVAL. 2021. Medición de la pobreza. Índice de Rezago Social 2020 a nivel nacional, estatal, municipal y localidad. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2020.aspx. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

Copernicus. 2023. Imágenes de satélite SENTINEL-2. Disponible en https://www.copernicus.eu/es/sobre-copernicus. Fecha de consulta: 8 de junio de 2023.

Correa, S. J. y B. MacKinnon. 2011. Aves. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 252-266.

Côté, I. M. y E. S. Darling. 2010. Rethinking Ecosystem Resilience in the Face of Climate Change. *PLoS Biol* 8(7): e1000438. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000438.

DATATUR. 2023. El PIB Turístico Estatal y Municipal 2018-2019. Edición 2018-2020 Disponible en: https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/PibTuristicoEstatalMunicipal.aspx. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

De la Fuente, J. I., J. García-Jiménez, C. Y. López, I. Oros-Ortega, R. Y. Vela-Hernández, G. Guevara-Guerrero, F. Garza-Ocañas, J. A. Chay-Casanova, L. E. Ibarra-Garibay y V. M. Bandala. 2020. An annotated checklist of the macrofungi (Ascomycota, Basidiomycota and Glomeromycota) from Quintana Roo, Mexico. *Check List* 16(3): 627-648.

DOF. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 08 de mayo de 2023.

DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión,

exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Publicado el 30 de diciembre de 2010.

DOF. 2012. Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 11 de mayo de 2022.

DOF. 2014. Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Diario Oficial de la Federación. 5 de marzo de 2014.

DOF. 2019. MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

DOF. 2020. FE de erratas a la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010, publicada el 14 de noviembre de 2019. Publicada el 4 de marzo de 2020.

Ek, D. A. 2011. Vegetación. En: Pozo, C., N. Armijo-Canto y S. Calmé (Eds.). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México.

Escobedo, C. E. 2011. Mamíferos terrestres. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 267-271.

Espinosa, O. D. y S. Ocegueda. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En: Soberón, J., G. Halfter y J. Llorente-Bousquets (Comps.). Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 33-65.

Everard, M., P. Johnston, D. Santillo y C. Staddon. 2020. The role of ecosystems in mitigation and management of COVID-19 and other zoonoses. *Environmental Science and Policy*, 111: 7–17. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.05.017.

Fortoul van der Goes, T. I. 2022. Cambio climático, la onda de calor y sus efectos en la salud. *Revista de la Facultad de Medicina* 65 (5): 3-6. México.

Forzieri, G., A. Bianchi, F. B. E. Silva, M. A. Marin-Herrera, A. Leblois, C. Lavalle, J. C. J. H. Aerts y L. Feyen. 2018. Escalating impacts of climate extremes on critical infrastructures in Europe. *Glob. Environ. Change* 48: 97–107.

Frost, D. R. 2021. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.1 American Museum of Natural History, New York, USA. Disponible en: https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php. Fecha de consulta: 12 de abril de 2023.

García, E. - CONABIO. 2008. 'Climas' (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

García, E. 1990. Climas, 1: 4000 000. IV.4.10. Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.

GBIF. 2022. Global Biodiversity Information Facility Home Page. Disponible en: https://www.gbif.org. Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2022.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2013. Programa de Acción Estatal ante el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. Chetumal, Quintana Roo. 102 p.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2021. Detona Quintana Roo la actividad turística del Sur, a través de los Programas de Desarrollo Turístico con la Ruta Río Hondo y el Destino Maya Ka´an. Disponible en: http://cgc.qroo.gob.mx/detona-quintana-roo-la-actividad-turistica-del-sur-a-traves-de-los-programas-de-desarrollo-turistico-con-la-ruta-rio-hondo-y-el-destino-maya-kaan/. Fecha de consulta: 24 de abril de 2023.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2022. Sexto Informe de Gobierno 2021-2022: Anexo Estadístico. Gobierno del Estado de Quintana Roo. Disponible en: http://www.sefiplan.qroo.gob.mx/coplade/informesn.php. Fecha de consulta: 18 de abril de 2023.

González, M. C. y R. T. Hanlin. 2010. Potential use of marine arenicolous ascomycetes as bioindicators of ecosystem disturbance on Sandy Cancun beaches: *Corollospora maritima* as a candidate species. *Botanica Marina* 53: 577-580.

González, M. C., T. Herrera, M. Ulloa y R. T. Hanlin. 1998. Abundance and diversity of microfungi in three coastal beaches of Mexico. *Mycoscience* 39: 115-121.

González, M. F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Goodwin, T., C. Thronton, R. Proffitt, A. Bender, S. Seal y A. Corley. 2017. Climate change-related water disasters impact on population health. *Journal of Nursing Scholarship*. 49(6): 625–634.

Hannah, L., M. Ikegami, D. G. Hole, C. Seo, S. H. Butchart, A. T. Peterson y P. R. Roehrdanz. 2013. Global climate change adaptation priorities for biodiversity and food security. *PloS one*. 8(8): e72590.

He, Q. y B. R. Silliman. 2019. Climate Change, Human Impacts, and Coastal Ecosystems in the Anthropocene. *Current Biology* 29: R1021–R1035.

Hoegh-Guldberg, O., D. Jacob, M. Taylor, M. Bindi, S. Brown, I. Camilloni, A. Diedhiou, R. Djalante, K. L. Ebi, F. Engelbrecht, J. Guiot, Y. Hijioka, S. Mehrotra, A. Payne, S. I. Seneviratne, A. Thomas, R. Warren, y G. Zhou. 2018. Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. En: Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, y T. Waterfield (Eds.). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 175-312.

Hyde, K. D., E. B. G. Jones, E. Leaño, S. B. Pointing, A. D. Poonythi and L. L. P. Vrijmoed. 1998. Role of fungi in marine ecosystems. *Biodiv. Conserv.* 7: 1147–1161.

ICOMOS. 2019. The Future of Our Pasts: Engaging Cultural Heritage in Climate Action, International Council on Monuments and Sites, Climate Change and Cultural Heritage Working Group. Disponible en: http://openarchive.icomos.org/id/eprint/2459/. Fecha de consulta: 27 de abril de 2023.

INAH 2023. Sistema de Información Cultural. Quintana Roo: zonas arqueológicas. Instituto Nacional de Arqueología e Historia. Disponible en: https://sic.gob.mx/ficha.php?table=zona_arqueologica&table_id=91. Fecha de Consulta: 27 de abril de 2023.

INECC. SEMARNAT. 2023. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Instituto de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/index.html#zoom=7&lat=27.6747&lon=-97.8438&layers=1. Fecha de consulta 29 de abril de 2023.

INECC. 2019. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. Disponible en: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/. Fecha de consulta: 24 de abril de 2023.

INEGI. 2009. Carta Topográfica (F16D41e) Escala 1:20,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2002. Estudio hidrológico del Estado de Quintana Roo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática México.

INEGI. 2013. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática México.

INEGI. 2014. Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000 Serie V. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2017. Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo, 2017. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825095130.pdf .Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

INEGI. 2020a. Red Nacional de Caminos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. 2020b. Censo de Población y Vivienda 2020. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Publicaciones. Fecha de consulta: 21 de abril de 2023.

INEGI. 2021a. Censo Nacional de Población y Vivienda, 2020. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

INEGI. 2021b. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Conjunto Nacional, escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.

INEGI. 2021c. Red Nacional de Caminos (RNC) 2021. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/caminos/2021/889463842798_s.zip. Fecha de consulta: 27 de abril de 2023.

INEGI. 2021d. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx. Fecha de consulta: 26 de abril de 2023.

INEGI. 2022a. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, Quintana Roo, Benito Juárez. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx.

INEGI. 2022b. Subsistema de Información Económica, PIB por Entidad Federativa (PIBE). Base 2013. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/#Tabulados. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

INEGI. 2022c. Marco Geoestadístico, diciembre 2022. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas. Fecha de consulta: 16 de abril de 2023.

INEGI-CONABIO-INE. 2008. Ecorregiones terrestres de México. Escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto Nacional de Ecología. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/. Fecha de consulta: 18 de abril de 2022. México.

IPBES. 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Díaz S.,, J. Settele, E. S. Brondízio, H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, y C. N. Zayas (Eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 p.

IPCC. 2021. Summary for Policymakers. En: Climate Change 2021: The Physycal Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). Cambridge *University Press*. doi:10.1017/9781009157896.001. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/.

Islebe, G. N. Torrescano-Valle, M. Valdez-Hernández, M. Tuz-Novelo y H. Weissenberger. 2009. Efectos del impacto del huracán Dean en la vegetación del sureste de Quintana Roo, México. *Foresta Veracruzana* 11(1):1-6.

Ivanova-Bonchera, A. 2010. El turismo frente al cambio climático: adaptación y mitigación. En: Delgado, G. C., C. Gay, M Imaz y M. A. Martínez (Eds.). México frente al cambio climático. Retos y oportunidades. UNAM. Colección El Mundo Actual. México. pp.177-195.

Jones, K. R., A. J. Plumptre, J. E. Watson, H. P. Possingham, S. Ayebare, A. Rwetsiba, F. Wanyama, D. kujirakwinja y C. J. Klein. 2016. Testing the effectiveness of surrogate species for conservation planning in the Greater Virunga Landscape, *Africa. Landscape and Urban Planning*. 145: 1-11.

Kohlmeyer, J. y E. Kohlmeyer. 1979. Marine mycology. The higher fungi. *Academic Press*, New York. 690 pp.

Lhumeau, A. y D. Cordero. 2012. Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Quito, Ecuador. Disponible en: https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-004.pdf. Fecha de consulta: 22 de abril de 2023.

Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: Soberón, J., G. Halffter y J. Llorente-Bousquets (Comps.). Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 283-322.

Locatelli, B. 2016. Ecosystem Services and Climate Change. En: Potschin, M., R. Haines-Young, R. Fish y R. K. Turner (Eds.), Routledge Handbook of Ecosystem Services (pp. 481-490) Routledge, London y Nueva York. https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BLocatelli160138.pdf.

López, C. Y., G. Guevara y J. I. Alonso. 2011. Hongos macromicetos. En: Pozo, C. (Ed.). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 24-29.

Louime, C., J. Fortune y G. Gervais. 2017. Sargassum Invasion of Coastal Environments: A Growing Concern. *American Journal of Environmental Sciences*. 13(1): 58.64.

MacKinnon, B. 2017. Sal a Pajarear Yucatán (Guía de aves) Segunda edición. La Vaca Independiente S.A. de C.V. Ciudad de México, México.

Malhi, Y., J. Franklin, N. Seddon, M. Solan, M. G. Turner, C. B. Field y N. Knowlton. 2020. Climate change and ecosystems: threats, opportunities, and solutions. *Philos. T. Roy. Soc. B*, 375: 20190104, https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0104.

Mansourian, S., A. Belokurov y P. J. Stephenson. 2009. The role of forest protected areas in adaptation to climate change. *Unasylva*, 60: 63–69.

March, I. J., H. Cabral, Y. Echeverría, M. Bellot y J. M. Frausto (Eds.), 2011. Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas del Caribe de México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México. *Serie Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas de México*. No. 1, 109 pp.

Martínez, M. L., D. Lithgow, G. Vázquez y J. G. García. 2016. Diagnóstico de las necesidades y probabilidades de restauración en las dunas costeras de Quintana Roo. En: Ceccon, E., C. Martínez-Garza (Coords.). Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas. Capítulo 18. México. pp. 409-431.

Mc Coy, C. 2016. Evaluación de la capacidad de carga turística como elemento de análisis del desempeño de un destino turístico: caso Cancún. *Revista Internacional Administración & Finanzas*. Vol. 9. No. 6. pp. 59-80.

Mc Coy, C., A. P. Sosa-Ferreira. 2016. Causas y efectos de un destino no sustentable: caso playas públicas de Cancún, Quintana Roo. *El periplo sustentable*. No. 31, 00006.

Miranda, F. 1958. Rasgos fisiográficos (de interés para los estudios biológicos). En: Beltran, E. (Ed.). Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Tomo II. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C. México. pp. 161-173.

Miranda, F. y X. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad de Botánica de México*. 28: 29-176.

NASA. 2018. Global Climate Change. Vital Signs if the Planet. National Aeronautics and Space Administration. Disponible en: https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level//. Fecha de consulta: 28 de abril de 2023.

NASA. 2023. The NASA Sea Level Projection Tool. National Aeronautics and Space Administration. Disponible en: https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool. Fecha de consulta: 25 de abril de 2023.

Navarro-Sigüenza, A. G., M. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. Townsend-Peterson, H. Berlanga-García y L. A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de las aves de México. *Rev. Mex. Biodiv*., Supl. 85: 476-495.

Ortíz-Oseguera, G. 2020. El color de la arena y su efecto en la percepción del paisaje de playa en el Pacífico y Caribe mexicanos. Caso de estudio: Colima y Quintana Roo. Tesis de Licenciatura. Universidad de Colima. Facultad de Ciencias Marinas. México.

Paredes, M. H., N. J. Cedeño, M. J. Marcos, S. E. Palma, S. J. Baró y B. F. Carreto. 2018. Deterioro y afectaciones por siniestros naturales, antropogénicos y ambientales en zonas arqueológicas: una nueva perspectiva para la mitigación integral de la geografía aplicada a la arqueología ante el cambio climático. Disponible en: https://revistas.inah.gob.mx/index.php/cr/article/view/14006/15103. Fecha de consulta: 29 de abril de 2023.

Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Rev. Mex. de Biodiver.,* Supl. 85: S460-S466.

PEACC. 2013. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo. México.

Pedrozo-Acuña, A. 2012. Impactos del incremento en el nivel medio del mar en la zona costera del Estado de Quintana Roo, México. Secretaría de Ecología y Medio Ambiente de Quintana Roo-Banco Mundial. Disponible en: http://ccpy.gob.mx/agenda-qroo/banco-mundial/escenarios-aumento-nivel-mar.php. Fecha de consulta: 30 de abril de 2023.

Peña, T. M. B. 2016. El cambio climático y sus repercusiones en el patrimonio cultural. *Gaceta De Museos* (65): 35–43.

Periódico Oficial del estado de Quintana Roo. 2013. Ley de Acción de Cambio Climático en el estado de Quintana Roo. Publicada el 30 de abril de 2013.

Periódico Oficial del estado de Quintana Roo. 2014. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Secretaría de Ecología y Medio Ambiente. México.

Pompa, G. A., E. Aguirre, A. V. Encalada, A. de Anda, J. Cifuentes y R. Valenzuela. 2011. Los Macromicetos del Jardín Botánico de ECOSUR "Dr. Alfredo Barrera Marín", Puerto Morelos, Quintana Roo. Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Diálogos/ Número 6. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Pozo, C., N. Armijo-Canto y S. Calmé (Eds.). 2011. Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México.

Prezas, H. B. 2011. Áreas naturales protegidas en Quintana Roo. En: Pozo, C., N. Armijo-Canto y S. Calmé, (Eds). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 300.

Prieto-Torres, D. A., L. D. Vázquez-Reyes, L. M. Kiere, L. A. Sánchez-González, R. Pineda-López, M. del Coro Arizmendi, A. Gordillo-Martínez, R. C. Almazán-Núñez, O. R. Rojas-Soto, P. Ramírez-Bastida, A. Townsend Peterson y A. G. Navarro-Sigüenza. 2023. Mexican Avifauna of the Anthropocene. En: Jones, R. W., C. P. Ornelas-García, R. Pineda-López y F. Álvarez (Eds.). Mexican Fauna in the Anthropocene. Springer, Cham. pp. 153–180.

Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruíz, A. Gardner y J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of recent land mammals of Mexico. Special Publications. Museum of Texas Tech University. *Natural Science Research Laboratory* 63: 1-69.

Relevancia México. 2023. Se construye en México el puente más largo de América, tiene una longitud de 8.8km y es muy... Relevancia México. Obtenido de: https://www.youtube.com/watch?v=Xqi_gRfxUQ4&ab_channel=RELEVANCIAMEXICO. Fecha de consulta: 20 de abril de 2023.

Robert, V., G. Stegehuis y J. Stalpers. 2005. The MycoBank engine and related databases. Disponible en: https://www.mycobank.org/. Fecha de consulta: 12 de abril de 2023.

Romero-Montero, J. A. y E. A. Ellis. 2016. Selva baja subperennifolia en el sureste de México. *Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable* Vol. 1(2): 48-56.

Romero-Sierra, P., D. Rivas, A. Almazán-Becerril, y L. Hernández-Terrones. 2018. Hydrochemistry and hydrodynamics of a Mexican Caribbean Lagoon: Nichupté Lagoon System. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 215. 10.1016/j.ecss.2018.10.012.

Sánchez-Cordero, V., F. Botello, J. J. Flores-Martínez, R. A. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Rev. Mex. Biodiv.,* Supl. 85: S496-S504.

Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo. 2022. Plan Maestro de Turismo Sustentable. Disponible en: https://sedeturqroo.gob.mx/pmts2030/. Fecha consulta: 17 de abril de 2023.

Secretaría de Turismo. 2021. Indicadores Turísticos enero-diciembre 2021. Disponible en: https://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/indicadores/Indicador-Tur-EneDic-2021.pdf. Fecha consulta: 17 de abril de 2023

Secretaría de Turismo. 2022a. Quintana Roo ¿Cómo vamos en turismo? Disponible en: https://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/como_vamos_202212.pdf. Fecha consulta: 17 de abril de 2023.

Secretaría de Turismo. 2022b. Trazo-Proyecto Tren Maya. Disponible en: https://www.trenmaya.gob.mx/trazo/. Fecha de consulta: 27 de abril de 2023.

SGM. 2006. Carta Geológica Minera Cancún F16-8. 2006. Escala 1:250, 000. Servicio Geológico Mexicano. México.

SIAP. 2023a. Anuario Estadístico de Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/. Fecha de Consulta: 13 de abril de 2023.

SIAP. 2023b. Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

Smale, D. A., T. Wernberg, E. Oliver, M. Thomsen, B. Harvey, S. Straub, M. Burrows, L. Alexander, J. Benthuysen, M. Donat, M. Feng, A. Hobday, N. Holbrook, S. Perkins-Kirkpatrick, H. Scannell, A Sen Gupta, B. Payne y P. Moore. 2019. Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. *Nature Climate Change* 9: 306–312.

SMHI. 2023. Climate Information. Swedish Meteorological and Hydrological Institute. Disponible en: https://climateinformation.org/. Fecha de consulta: 26 de abril de 2023.

SMN. 2023. Normales Climatológicas por Estado. Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en: https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=oax. Fecha de consulta: 27 de abril de 2023.

Sosa-Escalante, J. E., J. M. Pech-Canché, M. C. MacSwiney y S. Hernández-Betancourt. 2013. Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. *Rev. Mex. Biodiv.* 84(3): 1-21.

Suazo-Ortuño, I., A. Ramírez-Bautista y J. Alvarado-Díaz. 2023. Amphibians and Reptiles of Mexico: Diversity and Conservation. En: R. W. Jones, C. P. Ornelas-García, R. Pineda-López y F. Álvarez. (Eds.) Mexican Fauna in the Anthropocene. Springer, Cham. pp. 105-128.

Tropicos. 2022. Missouri Botanical Garden. Disponible en: https://tropicos.org. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

UNESCO. 2019. World Heritage and Tourism in a Changing Climate. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, France. Disponible en: https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7603. Fecha de consulta: 23 de abril de 2023.

Uribe-Martínez, A., F. Guzmán-Ramírez, Arreguín-Sánchez y E. Cuevas. 2020. El sargazo en el Caribe mexicano, revisión de una historia impensable. En: 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 (Eds.). Gobernanza y Manejo de las Costas y Mares ante la Incertidumbre. 743-768 pp. Una Guía para Tomadores de Decisiones. Universidad Autónoma de Campeche, RICOMAR.

Valdez-Hernández, M. y G. A. Islebe. 2011. Tipos de Vegetación en Quintana Roo. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 32-36.

Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Rev. Mex. Biodiv.* 87: 559-902.

Vitousek, S., P. L. Barnard y P. Limber. 2017. Can beaches survive climate change? *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*. 122: 1060–1067.

Wilson, D. E. y D. M. Reeder (Eds.). 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3° ed.). Johns Hopkins University Press 2: 142 pp. Disponible en: http://www.press.jhu.edu. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

Woolrich-Piña, G.A., J.A. Lemos-Espinal, P. Ponce-Campos, E. Miramontes, I. Sierra-Rodríguez y J.P. Ramírez-Silva. 2021. Reptiles. En: CONABIO (Ed.). La biodiversidad en Nayarit. Estudio de Estado. Volumen II. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Gobierno del Estado de Nayarit. México. pp. 219-224.

WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences IUSS Working Group, Vienna, Austria.

VI. ANEXOS

ANEXO 1. Lista de especies presentes en la propuesta de ANP

En la lista se integran taxones aceptados y válidos conforme a los sistemas de clasificación y catálogos de autoridades taxonómicas correspondientes a cada grupo biológico. La validación nomenclatural y de la distribución geográfica de los taxones, así como el estatus de residencia de las especies de aves se verificó en los siguientes referentes de información especializada: MycoBank (Robert *et al*., 2005), Tropicos.org (Tropicos, 2022), Amphibian Species of the World (Frost, 2021), The Reptile Database (Uetz, 2022), Red de Conocimientos sobre las Aves de México (Berlanga *et al*., 2022), Checklist of Birds of the World by The Cornell Lab of Ornithology (Clements *et al*., 2022), Mammal Species of the World (Wilson y Reader, 2005), List of recent mammals of Mexico (Ramírez-Pulido *et al*., 2014), Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2022), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (CONABIO, 2023), Catálogo de autoridades taxonómicas de especies de flora y fauna con distribución en México (CONABIO, 2022a) y Sistema de Información sobre Especies Invasoras (CONABIO, 2020).

Las categorías de riesgo se presentan conforme a la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes abreviaturas: A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial; P: en peligro de extinción y E: probablemente extinta en el medio silvestre.

Se indican con un triángulo (▲) las especies prioritarias conforme al Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación, publicado en el DOF el 5 de marzo de 2014.

Las especies endémicas de México se indican con un asterisco (*), además, se agrega la abreviatura PBPY (^{*PBPY}) a los taxones endémicos a la Provincia Biótica Península de Yucatán que comprende los estados mexicanos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, así como los departamentos de Belice, Corozal y Orange Walk en Belice y el departamento del Petén en Guatemala (Miranda, 1958; Carnevali *et al*., 2010).

Se señalan con dos asteriscos (**) las especies exóticas y con tres asteriscos (***) las especies exóticas-invasoras.

En el caso de las aves, se indica el estatus de residencia con las siguientes abreviaturas: Residente (R), Migratoria de Invierno (MI), Migratoria de Verano (MV) y Transitoria (T).

FLORA

Hongos (División Ascomycota)

Orden	Familia	Especie
Cladosporiales	Cladosporiaceae	*Cladosporium cladosporioides*
Cladosporiales	Cladosporiaceae	*Cladosporium herbarum*
Cladosporiales	Cladosporiaceae	*Cladosporium sphaerospermum*
Dothideales	Saccotheciaceae	*Aureobasidium pullulans*
Eurotiales	Aspergillaceae	*Aspergillus flavus*
Eurotiales	Aspergillaceae	*Aspergillus nidulans*
Eurotiales	Aspergillaceae	*Aspergillus niger*
Eurotiales	Aspergillaceae	*Aspergillus terreus*
Hypocreales	Hypocreaceae	*Trichoderma viride*
Hypocreales	Nectriaceae	*Fusarium incarnatum*
Hypocreales	Nectriaceae	*Neocosmospora solani*
Lulworthiales	Lulworthiaceae	*Lindra thalassiae*
Microascales	Halosphaeriaceae	*Arenariomyces parvulus*
Microascales	Halosphaeriaceae	*Arenariomyces trifurcatus*
Microascales	Halosphaeriaceae	*Corollospora maritima*
Microascales	Halosphaeriaceae	*Corollospora pulchella*
Microascales	Halosphaeriaceae	*Halosphaeria salina*
Pleosporales	Pleosporaceae	*Pyrenophora biseptata*
Saccharomycetales	Metschnikowiaceae	*Clavispora lusitaniae*
Xylariales	Apiosporaceae	*Nigrospora oryzae*

Plantas vasculares (División Tracheophyta)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Arecales	Arecaceae	*Coccothrinax readii**PBPY	palma nakás	A
Arecales	Arecaceae	*Thrinax radiata*	palma chit	A

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Boraginales	Cordiaceae	*Cordia sebestena*	anacahuite	
Brassicales	Caricaceae	*Carica papaya*	papaya	
Caryophyllales	Nyctaginaceae	*Guapira costaricana*	zapotillo	
Caryophyllales	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	uvero	
Ericales	Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	canistel	
Ericales	Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	caimitillo	
Fabales	Fabaceae	*Canavalia rosea*	frijol de playa	
Fabales	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	tepeguaje dormilón	
Gentianales	Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	campanilla	
Gentianales	Apocynaceae	*Rauvolfia tetraphylla*	chililllo	
Malpighiales	Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida*	palo de asta	
Myrtales	Combretaceae	*Conocarpus erectus*▲	mangle botoncillo	A
Poales	Poaceae	*Distichlis spicata*	huizapol	
Sapindales	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	chechen prieto	
Sapindales	Burseraceae	*Bursera simaruba*	palo mulato	
Sapindales	Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	negrito	
Alismatales	Araceae	*Epipremnum aureum*	teléfono	
Arecales	Arecaceae	*Cocos nucifera***	coco	
Asparagales	Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	azucena de agua	
Asterales	Asteraceae	*Viguiera dentata*	tajonal	
Asterales	Goodeniaceae	*Scaevola plumieri*	uva de mar	
Asterales	Goodeniaceae	*Scaevola taccada***	miokal de la India	
Boraginales	Heliotropiaceae	*Tournefortia gnaphalodes*	tabaquillo	
Caryophyllales	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	tsakam	
Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia stricta*	nopal serrano, tuna	
Caryophyllales	Petiveriaceae	*Rivina humilis*	bajatripa	
Fabales	Fabaceae	*Acacia pennatula*	ch'i' may, k'ank' i ilische'	
Fabales	Fabaceae	*Caesalpinia bonduc*	cojón de gato	
Fabales	Fabaceae	*Macroptilium atropurpureum*	chorequillo	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Fabales	Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	guamuchil yucateco	
Fabales	Surianaceae	*Suriana maritima*	tabaquillo	
Gentianales	Apocynaceae	*Echites umbellatus*	papa del diablo	
Gentianales	Apocynaceae	*Rhabdadenia biflora*	enredadera de manglar	
Gentianales	Rubiaceae	*Ernodea littoralis*		
Lamiales	Plantaginaceae	*Bacopa monnieri*	verdolaga de puerco	
Lamiales	Verbenaceae	*Lantana involucrata*	orégano	
Malpighiales	Euphorbiaceae	*Ricinus communis****	higuerilla	
Malpighiales	Passifloraceae	*Passiflora ciliata*	maracuyá	
Malvales	Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	algodón	Pr (exclusivamente poblaciones silvestres)
Malvales	Malvaceae	*Melochia tomentosa*	sak chi'chi'bej	
Malvales	Malvaceae	*Waltheria indica*	tapacola, malva del monte	
Malvales	Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	capulincillo	
Solanales	Solanaceae	*Solanum donianum*	berenjena	

FAUNA

Invertebrados

Artrópodos (Phylum Athropoda)

Quelicerados (Subphylum Chelicerata)

Arañas (Clase Arachnida)

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Araneae	Salticidae	*Menemerus bivittatus*	araña saltarina gris de pared
Araneae	Theraphosidae	*Tliltocatl epicureanum**[PBPY]	tarántula de trasero oxidado de Yucatán

Hexápodos (Subphylum Hexapoda)

Insectos (Clase Insecta)

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Hymenoptera	Apidae	*Apis mellifera***	abeja de la miel
Lepidoptera	Erebidae	*Syntomeida epilais*	polilla de la adelfa
Orthoptera	Romaleidae	*Tropidacris cristata*	chapulín gigante

Vertebrados

Anfibios (Clase Amphibia)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Anura	Bufonidae	*Rhinella marina*	sapo gigante	
Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	sapo costero	
Anura	Hylidae	*Trachycephalus typhonius*	rana arborícola lechosa	
Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	rana arborícola mexicana	
Anura	Hylidae	*Dendropsophus microcephalus*	rana de árbol amarilla	
Anura	Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	rana boquita, sapo borracho	Pr

Reptiles (Clase Reptilia)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Squamata	Boidae	*Boa imperator*	mazacuata	A (Publicado en NOM-059-SEMARNAT 2010-Mod. Anexo Normativo III 2019 como *Boa constrictor*)
Squamata	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	culebra corredora de petatillos	
Squamata	Dipsadidae	*Ninia sebae*	coralillo falso	
Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura similis*▲	iguana negra	A
Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*▲	iguana verde	Pr
Squamata	Natricidae	*Thamnophis proximus*	culebra acuática	A

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Squamata	Teiidae	*Holcosus undulatus**	lagartija arcoíris	

Aves (Clase Aves)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	gavilán pecho canela	Pr	MI
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	aguililla aura	Pr	MI
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	aguililla gris		R
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	aguililla negra menor	Pr	R
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	milano tijereta	Pr	T
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	aguililla cola blanca	Pr	R
Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	gavilán caracolero	Pr	R
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	aguililla caminera		R
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*▲	águila pescadora		MI
Anseriformes	Anatidae	*Spatula clypeata*▲ (Publicado en el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación como *Anas clypeata*)	pato cucharón norteño		MI
Anseriformes	Anatidae	*Spatula discors*▲ (Publicado en el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación como *Anas discors*)	cerceta alas azules		MI
Apodiformes	Apodidae	*Chaetura vauxi*	vencejo de Vaux		R
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	colibrí canelo		R
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia tzacatl*	colibrí cola canela		R
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	colibrí vientre canelo		R
Apodiformes	Trochilidae	*Anthracothorax prevostii*	colibrí garganta negra		R
Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	colibrí garganta rubí		MI

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Apodiformes	Trochilidae	*Chlorestes candida*	colibrí cándido		R
Apodiformes	Trochilidae	*Doricha eliza**	colibrí cola hendida	P	R
Apodiformes	Trochilidae	*Pampa curvipennis*	fandanguero mexicano		R
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	chotacabras menor		R
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	chotacabras zumbón		T
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	zopilote aura		R
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	zopilote sabanero	Pr	R
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	zopilote común		R
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	chorlo semipalmeado		MI
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	chorlo tildío		MI
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius wilsonia*	chorlo pico grueso		R
Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	chorlo gris		MI
Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana spinosa*	jacana norteña		R
Charadriiformes	Laridae	*Gelochelidon nilotica*	charrán pico grueso		MI
Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	gaviota reidora		MI
Charadriiformes	Laridae	*Onychoprion anaethetus*	charrán embridado		MI
Charadriiformes	Laridae	*Sterna forsteri*	charrán de Forster		MI
Charadriiformes	Laridae	*Sternula antillarum*	charrán mínimo	Pr	MV
Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus maximus*	charrán real		MI
Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus sandvicensis*	charrán de sandwich		MI
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	monjita americana		R
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	avoceta americana		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	playero alzacolita		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Arenaria interpres*	vuelvepiedras rojizo		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Bartramia longicauda*▲	zarapito ganga		T
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alba*	playero blanco		MI

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris fuscicollis*	playero rabadilla blanca		T
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris himantopus*	playero zancón		T
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	playero occidental	A	MI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	playero diminuto		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris pusilla*	playero semipalmeado		T
Charadriiformes	Scolopacidae	*Gallinago delicata*▲	agachona norteamericana		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus griseus*	costurero pico corto		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	patamarilla menor		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	patamarilla mayor		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	playero pihuiuí		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa solitaria*	playero solitario		MI
Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	cigueña americana	Pr	MI
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia****	paloma doméstica		R
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	tortolita pico rojo		R
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	tortolita canela		R
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila jamaicensis*	paloma caribeña		R
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	paloma arroyera		R
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	paloma morada		R
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas leucocephala*	paloma corona blanca	A	R
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto****	paloma de collar turca		R
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*▲	paloma alas blancas		R
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida aurita*	paloma aurita	Pr	R
Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	martín pescador norteño		MI
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	cuclillo pico amarillo		MV
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus minor*	cuclillo manglero		R
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	garrapatero pijuy		R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Falconiformes	Falconidae	*Falco columbarius*	halcón esmerejón		MI
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	halcón peregrino	Pr	MI
Falconiformes	Falconidae	*Falco rufigularis*	halcón murcielaguero		R
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	cernícalo americano		MI
Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	chachalaca oriental		R
Galliformes	Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	codorniz yucateca		R
Gruiformes	Rallidae	*Aramides albiventris*	rascón nuca canela		R
Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	gallareta americana		MI
Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	gallineta frente roja		MI
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	cardenal rojo		R
Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	colorín azul negro		R
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	picogordo azul		MI
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	colorín sietecolores	Pr	MI
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	colorín azul		MI
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	picogordo degollado		MI
Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga olivacea*	piranga escarlata		T
Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga rubra*	piranga roja		MI
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	chara yucateca		R
Passeriformes	Estrildidae	*Lonchura punctulata***	capuchino pecho escamoso		R
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	golondrina común		T
Passeriformes	Hirundinidae	*Progne chalybea*	golondrina pecho gris		MV
Passeriformes	Hirundinidae	*Progne subis*	golondrina azul negra		T
Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	golondrina manglera		R
Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	tordo sargento		R
Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	tordo cantor		R
Passeriformes	Icteridae	*Icterus auratus**PBPY	calandria dorso naranja		R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Passeriformes	Icteridae	*Icterus chrysater*	calandria dorso amarillo		R
Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	calandria dorso negro menor		R
Passeriformes	Icteridae	*Icterus galbula*	calandria de Baltimore		MI
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	calandria dorso negro mayor		R
Passeriformes	Icteridae	*Icterus prosthemelas*	calandria caperuza negra		R
Passeriformes	Icteridae	*Icterus spurius*	calandria castaña		MI
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	tordo ojos rojos		R
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	zanate mayor		R
Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	maullador gris		MI
Passeriformes	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris**PBPY	maullador negro	Pr	R
Passeriformes	Mimidae	*Mimus gilvus*	centzontle tropical		R
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis formosa*	chipe patilludo		MI
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis trichas*	mascarita común		MI
Passeriformes	Parulidae	*Helmitheros vermivorum*	chipe gusanero		MI
Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis peregrina*	chipe peregrino		MI
Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta varia*	chipe trepador		MI
Passeriformes	Parulidae	*Parkesia motacilla*	chipe arroyero		T
Passeriformes	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	chipe charquero		MI
Passeriformes	Parulidae	*Protonotaria citrea*	chipe dorado		MI
Passeriformes	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	chipe suelero		MI
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga americana*	chipe pecho manchado		MI
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga caerulescens*	chipe azul negro		MI
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga castanea*	chipe castaño		T
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga citrina*	chipe encapuchado		MI
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga coronata*	chipe rabilla amarilla		MI
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga discolor*	chipe de pradera		MI

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga dominica*	chipe garganta amarilla		MI
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga fusca*	chipe garganta naranja		T
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga magnolia*	chipe de magnolias		MI
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga palmarum*	chipe playero		MI
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga pensylvanica*	chipe flancos castaños		T
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	chipe amarillo		R
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	pavito migratorio		MI
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga striata*	chipe cabeza negra		T
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	chipe dorso verde		MI
Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	rascador oliváceo		R
Passeriformes	Passerellidae	*Passerculus sandwichensis*	gorrión sabanero		MI
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila bilineata*	perlita tropical		R
Passeriformes	Thraupidae	*Coereba flaveola*	reinita mielera		R
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator atriceps*	saltador cabeza negra		R
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	saltador gris		R
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	semillero de collar		R
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	tangara azul gris		R
Passeriformes	Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	semillero oliváceo		R
Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	semillero brincador		R
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	mosquero cabezón degollado		R
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	saltapared moteado		R
Passeriformes	Turdidae	*Catharus ustulatus*	zorzal de anteojos		T
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	mirlo pardo		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	mosquerito chillón		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cinereus*	papamoscas tropical		R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus virens*	papamoscas del este		T
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	mosquero elenia copetón		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia martinica*	mosquero elenia caribeño		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	papamoscas viajero		MI
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	papamoscas triste		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	papamoscas gritón		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus yucatanensis**PBPY	papamoscas yucateco		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis phoebe*	papamoscas fibí		MI
Passeriformes	Tyrannidae	*Todirostrum cinereum*	mosquerito espatulilla común		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	tirano cuír		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus dominicensis*	tirano gris		T
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	tirano pirirí		R
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	tirano dorso negro		T
Passeriformes	Vireonidae	*Pachysylvia decurtata*	verdillo gris	Pr	R
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo flavifrons*	vireo garganta amarilla		MI
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo griseus*	vireo ojos blancos		MI
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo magister*	vireo yucateco		R
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	vireo ojos rojos		T
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo pallens*	vireo manglero	Pr	R
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo philadelphicus*	vireo de filadelfia		MI
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	garza blanca		R
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea herodias*	garza morena		MI

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis****	garza ganadera		R
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	garcita verde		R
Pelecaniformes	Ardeidae	*Cochlearius cochlearius*	garza cucharón		R
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	garceta azul		MI
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta rufescens*	garza rojiza	P	R
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	garza dedos dorados		R
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta tricolor*	garza tricolor		MI
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	garza nocturna corona clara		R
Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	garza tigre mexicana	Pr	R
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	pelícano café, pelícano pardo		R
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	ibis blanco		R
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Platalea ajaja*▲	espátula rosada		MI
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Plegadis falcinellus*	ibis cara oscura		MI
Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	carpintero mexicano		R
Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	carpintero lineado		R
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	carpintero cheje		R
Piciformes	Picidae	*Melanerpes pygmaeus**PBPY	carpintero yucateco		R
Piciformes	Picidae	*Sphyrapicus varius*	carpintero moteado		MI
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	zambullidor pico grueso		R
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*▲	loro frente blanca	Pr	R
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona xantholora*▲	loro yucateco	A	R
Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula nana*▲ (Publicado en el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación como *Aratinga nana*)	perico pecho sucio	Pr	R
Suliformes	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	anhinga americana		R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	fragata tijereta		R
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritum*	cormorán orejón		MI
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	cormorán neotropical		R
Suliformes	Sulidae	*Sula leucogaster*	bobo café		R
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	trogón cabeza negra		R

Mamíferos (Clase Mammalia)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	zorra gris	
Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	coatí	
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	mapache	
Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia perspicillata*	murciélago cola corta	
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	armadillo de nueve bandas	
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	tlacuache sureño	
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	tlacuache	
Didelphimorphia	Didelphidae	*Philander vossi*	tlacuache cuatro ojos gris	
Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana* subsp. *mexicana*	oso hormiguero	P
Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus yucatanicus**PBPY	ratón yucateco	
Rodentia	Cricetidae	*Reithrodontomys gracilis*	ratón cosechero delgado	
Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	tepezcuintle	
Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	guaqueque centroamericano	
Rodentia	Erethizontidae	*Coendou mexicanus*	puercoespín tropical	A
Rodentia	Heteromyidae	*Heteromys gaumeri**	ratón de abazones	
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	ardilla yucateca	

ANEXO 2. Especies de flora y fauna en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010

En la lista se integran taxones aceptados y válidos conforme a los sistemas de clasificación y catálogos de autoridades taxonómicas correspondientes a cada grupo biológico.

Las categorías de riesgo se presentan con las siguientes abreviaturas: A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial; P: en peligro de extinción y E: probablemente extinta en el medio silvestre.

Se indican con un triángulo (▲) las especies prioritarias conforme al Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación publicada el 5 de marzo de 2014.

Las especies endémicas de México se indican con un asterisco (*), además, se agrega la abreviatura PBPY (*PBPY) a los taxones endémicos a la Provincia Biótica de la Península de Yucatán, cuya distribución comprende los estados mexicanos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán y los departamentos de Belice, Corozal y Orange Walk en Belice y el departamento del Petén en Guatemala (Carnevali *et al*., 2010).

En el caso de las aves, se indica el estatus de residencia con las siguientes abreviaturas: Residente (R), Migratoria de Invierno (MI), Migratoria de Verano (MV) y Transitoria (T).

FLORA

Plantas vasculares (División Tracheophyta)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Arecales	Arecaceae	*Coccothrinax readii**PBPY	palma nakás	A
Arecales	Arecaceae	*Thrinax radiata*	palma chit	A
Myrtales	Combretaceae	*Conocarpus erectus*▲	mangle botoncillo	A
Malvales	Malvaceae	*Gossypium hirsutum*	algodón	Pr (exclusivamente poblaciones silvestres)

FAUNA

Vertebrados

Anfibios (Clase Amphibia)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Anura	Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	rana boquita, sapo borracho	Pr

Reptiles (Clase Reptilia)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Squamata	Boidae	*Boa imperator*	mazacuata	A (Publicado en NOM-059-SEMARNAT 2010-Mod. Anexo Normativo III 2019 como *Boa constrictor*)
Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura similis*▲	iguana negra	A
Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*▲	iguana verde	Pr
Squamata	Natricidae	*Thamnophis proximus*	culebra acuática	A

Aves (Clase Aves)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	gavilán pecho canela	Pr	MI
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	aguililla aura	Pr	MI
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	aguililla negra menor	Pr	R
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	milano tijereta	Pr	T
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	aguililla cola blanca	Pr	R
Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	gavilán caracolero	Pr	R
Apodiformes	Trochilidae	*Doricha eliza**	colibrí cola hendida	P	R
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	zopilote sabanero	Pr	R
Charadriiformes	Laridae	*Sternula antillarum*	charrán mínimo	Pr	MV
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	playero occidental	A	MI
Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	cigüeña americana	Pr	MI
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas leucocephala*	paloma corona blanca	A	R
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida aurita*	paloma aurita	Pr	R
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	halcón peregrino	Pr	MI

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	colorín sietecolores	Pr	MI
Passeriformes	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris**PBPY	maullador negro	Pr	R
Passeriformes	Vireonidae	*Pachysylvia decurtata*	verdillo gris	Pr	R
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo pallens*	vireo manglero	Pr	R
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta rufescens*	garza rojiza	P	R
Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	garza tigre mexicana	Pr	R
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*▲	loro frente blanca	Pr	R
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona xantholora*▲	loro yucateco	A	R
Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula nana*▲	perico pecho sucio	Pr	R

Mamíferos (Clase Mammalia)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana* subsp. *mexicana*	oso hormiguero	P
Rodentia	Erethizontidae	*Coendou mexicanus*	puercoespín tropical	A

ANEXO. 3. LISTADO DE COORDENADAS

Área de Protección de Flora y Fauna
Playa Delfines
Superficie total (4-88-28.17 hectáreas)
Proyección UTM zona 16 norte
Datum ITRF08

POLÍGONO 1
Superficie (3-57-49.16 hectáreas)

Vértice	X	Y
1	522863.935964	2329218.047610
2	522863.938735	2329216.288450
3	522863.954873	2329214.529370
4	522862.687928	2329214.505040
5	522862.743292	2329211.622040
6	522864.010236	2329211.646370
7	522864.293458	2329204.661760
8	522864.787429	2329197.688880
9	522865.491700	2329190.734100
10	522866.405627	2329183.803760
11	522867.528378	2329176.904160
12	522868.858930	2329170.041610
13	522870.396068	2329163.222360
14	522870.613695	2329162.123640
15	522870.834881	2329161.025630
16	522871.059625	2329159.928350
17	522871.287925	2329158.831800
18	522871.519778	2329157.735990
19	522871.755182	2329156.640940
20	522871.994134	2329155.546660
21	522884.642758	2329098.967990
22	522886.309313	2329088.092390
23	522887.541913	2329077.159100
24	522888.338606	2329066.185430
25	522888.698131	2329055.188750

Vértice	X	Y
26	522888.619919	2329044.186470
27	522888.104093	2329033.196020
28	522887.151471	2329022.234780
29	522886.922024	2329020.420370
30	522886.677971	2329018.607850
31	522886.419325	2329016.797370
32	522886.146105	2329014.989020
33	522885.858328	2329013.182940
34	522885.556012	2329011.379230
35	522885.239178	2329009.578010
36	522884.635000	2329006.356040
37	522883.984368	2329003.143140
38	522883.287417	2328999.939960
39	522882.544293	2328996.747170
40	522881.755150	2328993.565450
41	522880.920153	2328990.395450
42	522880.039477	2328987.237840
43	522876.563814	2328975.117160
44	522870.563514	2328954.192330
45	522866.402900	2328940.998000
46	522858.449100	2328928.260500
47	522849.876100	2328909.308200
48	522845.562000	2328894.923700
49	522839.966635	2328885.579720
50	522833.999241	2328876.468830

Vértice	X	Y
51	522827.669513	2328867.605840
52	522820.987737	2328859.005140
53	522813.964770	2328850.680720
54	522806.612023	2328842.646100
55	522798.941443	2328834.914320
56	522743.027572	2328780.878050
57	522722.924461	2328801.842310
58	522751.150000	2328864.610000
59	522762.980000	2328936.720000
60	522764.500000	2328942.380000
61	522765.970000	2328948.220000
62	522786.010000	2329031.170000
63	522787.104329	2329039.246330
64	522787.220000	2329040.100000
65	522795.140000	2329072.750000
66	522791.320000	2329159.910000
67	522821.400000	2329161.170000
68	522821.920000	2329182.060000
69	522841.230000	2329181.700000
70	522841.750000	2329208.760000
71	522816.854203	2329209.406380
72	522816.990392	2329217.165630
73	522817.173159	2329217.204560
74	522817.355620	2329217.244910
75	522817.537765	2329217.286650
76	522817.719582	2329217.329810
77	522817.901061	2329217.374360

Vértice	X	Y
78	522818.082190	2329217.420310
79	522818.262960	2329217.467660
80	522835.103099	2329217.074560
81	522842.397979	2329255.376980
82	522852.382942	2329282.473660
83	522853.483990	2329285.067130
84	522854.399057	2329287.256750
85	522855.058443	2329288.791080
86	522856.102159	2329290.792700
87	522858.830935	2329295.751970
88	522860.754991	2329297.450490
89	522862.195675	2329298.102630
90	522865.172316	2329298.534190
91	522865.276507	2329298.517560
92	522865.380550	2329298.500020
93	522865.484438	2329298.481590
94	522865.588162	2329298.462250
95	522865.691714	2329298.442020
96	522865.795087	2329298.420890
97	522865.898274	2329298.398860
98	522865.877119	2329297.546340
99	522864.122600	2329226.840900
100	522864.058547	2329225.082910
101	522864.007854	2329223.324490
102	522863.970525	2329221.565730
103	522863.946561	2329219.806730
1	522863.935964	2329218.047610

POLÍGONO 2
Superficie (0-92-15.26 hectáreas)

Vértice	X	Y
1	522795.959865	2328780.711990
2	522904.346894	2328738.892980
3	522885.837773	2328671.915920
4	522742.893284	2328729.268870
1	522795.959865	2328780.711990

POLÍGONO 3
Superficie (0-38-63.75 hectáreas)

Vértice	X	Y
1	523014.302607	2329117.397400
2	522997.492817	2329066.552160
3	522939.541669	2329074.332130
4	522943.079998	2329120.680000
5	522944.159998	2329139.410000
1	523014.302607	2329117.397400