

ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO  
PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL  
ÁREA NATURAL PROTEGIDA



RESERVA DE LA BIOSFERA

# CARIBE MEXICANO

Abril 2016

**MÉXICO**  
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



**SEMARNAT**  
SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



**CONANP**  
COMISIÓN NACIONAL  
DE ÁREAS NATURALES  
PROTEGIDAS

000001

Cítese:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2016. Estudio Previo Justificativo para la declaratoria de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, Quintana Roo. 305 páginas. Incluyendo tres anexos.

COTEJADO

#### DIRECTORIO

**Ing. Rafael Pacchiano Alaman**  
*Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales*

**Lic. Alejandro Del Mazo Maza**  
*Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas*

**Biól. David Gutiérrez Carbonell**  
*Encargado de la Dirección General de Conservación para el Desarrollo*

**Biól. Francisco Ricardo Gómez Lozano**  
*Director Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano*

**Biól. César Sánchez Ibarra**  
*Director de Representatividad y Creación de Nuevas Áreas Naturales Protegidas*

#### INTEGRO

Con fundamento en los artículos 19 fracción III y 43 último párrafo del Reglamento Interior de la SEMARNAT, publicado en Diario Oficial de la Federación el 26 de noviembre de 2012.

**Biól. César Sánchez Ibarra**  
*Director de Representatividad y Creación de Nuevas Áreas Naturales Protegidas*

#### SUPERVISÓ

Con fundamento en los artículos 19 fracción III, 43 último párrafo y 75 del Reglamento Interior de la SEMARNAT, publicado en Diario Oficial de la Federación el 26 de noviembre de 2012.

**Biól. David Gutiérrez Carbonell**  
*Encargado de la Dirección General de Conservación para el Desarrollo*



## CONTENIDO

<b>I. INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>10</b>
a) Nombre del área propuesta .....	10
b) Entidades federativas y municipios en donde se localiza el área .....	10
c) Superficie .....	14
d) Vías de acceso .....	16
e) Mapa que contenga la descripción limítrofe .....	18
f) Nombre de las organizaciones, instituciones, organismos gubernamentales o asociaciones civiles participantes en el Estudio Previo Justificativo .....	20
<b>II. EVALUACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>21</b>
a) Descripción de los ecosistemas, especies o fenómenos naturales que se pretende proteger .....	21
b) Razones que justifiquen el régimen de protección .....	86
c) Estado de conservación de los ecosistemas, especies o fenómenos naturales .....	92
d) Relevancia a nivel regional y nacional de los ecosistemas representados en el área propuesta .....	99
e) Antecedentes de protección del área .....	111
f) Ubicación respecto a las regiones prioritarias para la conservación determinadas por la CONABIO .....	122
<b>III. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA .....</b>	<b>132</b>
a) Características históricas y culturales .....	132
b) Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental .....	136
c) Usos y aprovechamientos, actuales y potenciales de los recursos naturales .....	145
d) Situación jurídica de la tenencia de la tierra .....	164
e) Proyectos de investigación que se hayan realizado o que se pretendan realizar .....	169
f) Problemática específica que deba tomarse en cuenta .....	170
g) Vulnerabilidad al cambio climático .....	181
h) Centros de población existentes al momento de elaborar el estudio .....	190
<b>IV. PROPUESTA DE MANEJO DEL ÁREA .....</b>	<b>192</b>
a) Zonificación y su subzonificación a que se refiere los artículos 47 BIS y 47 BIS 1 de la LGEEPA .....	192
b) Tipo o categoría de manejo .....	198
c) Administración .....	198
d) Operación .....	198
e) Financiamiento .....	200
<b>V. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>202</b>
<b>VI. ANEXOS .....</b>	<b>239</b>

COTEJADO

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. ANP colindantes con la propuesta Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	11
Figura 2. Entidades federativas y municipios dentro de la propuesta Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	13
Figura 3. Superficie marina y terrestre de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	15
Figura 4. Mapa con las vías de acceso de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	17
Figura 5. Mapa con los principales vértices de construcción de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	19
Figura 6. Regionalización de ambientes para la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	22
Figura 7. Ecorregiones Marinas Nivel II de CONABIO.....	24
Figura 8. Ecorregiones Marinas dentro de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	25
Figura 9. Localización del Banco Arrowsmith.....	39
Figura 10. Batimetría y Ecorregiones del ambiente marino para la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	41
Figura 11. Trayectoria de fenómenos meteorológicos en el Golfo de México y Mar Caribe. ....	54
Figura 12. Ecorregiones Terrestres Nivel II de CONABIO .....	58
Figura 13. Acercamiento de las Ecorregiones Terrestres Nivel II dentro de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	59
Figura 14. Tipos de suelo en el ambiente terrestre de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	63
Figura 15. Cuerpos de agua en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	65
Figura 16. Vegetación de ambiente terrestre en la propuesta Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	68
Figura 17. Diagrama de las principales características de las lagunas costeras.....	74
Figura 18. Uso de suelo y vegetación en la zona costera de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	80
Figura 19. Patrones migratorios de tortugas marinas ( <i>Chelonia mydas</i> y <i>Eretmochelys imbricata</i> ) en áreas críticas de conservación. ....	82
Figura 20. Evaluación del estado de conservación de la zona Noreste de la Península de Yucatán. ....	95
Figura 21. Reporte de salud del Arrecife Mesoamericano.....	98
Figura 22. Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad de México, en la región. ....	100
Figura 23. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad de México, en la región. ....	101



Figura 24. Mapa de las unidades clave para la conservación marina para el Arrecife Mesoamericano. ....	102
Figura 25. Mapa de los <i>hotspots</i> identificados por <i>Conservation International</i> a nivel mundial.....	103
Figura 26. Corredor biológico identificado por la CONABIO en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (2012).....	104
Figura 27. Tiburón ballena ( <i>Rhincodon typus</i> ).....	105
Figura 28. Tiburón toro ( <i>Carcharhinus leucas</i> ).....	106
Figura 29. Mantarraya nariz de vaca ( <i>Rhinoptera bonasus</i> ). ....	107
Figura 30. Fauna marina en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	109
Figura 31. Zonas de Refugio: A) El Faro, B) El Faro-Langosta, C) Anegado de Chal, D) Laguna de Cancbé Balam, ubicadas en Punta Herrero y D) 40 Cañones, ubicada en Banco Chinchorro, Quintana Roo. ....	114
Figura 32. Zona de refugio pesquero en la Bahía de Akumal.....	116
Figura 33. Regiones Terrestres Prioritarias en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	123
Figura 34. Regiones Marinas Prioritarias en la zona propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	126
Figura 35. Regiones Hidrológicas Prioritarias en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	128
Figura 36. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	130
Figura 37. Porcentaje de población con respecto a los municipios. ....	137
Figura 38. Grado promedio escolar por género en las localidades de cada municipio, para el estado de Quintana Roo.....	139
Figura 39. Porcentaje de población total derechohabiente a servicios de salud, para los municipios de Quintana Roo considerados en la propuesta.....	140
Figura 40. Porcentaje de localidades bajo los diferentes grados de marginación.....	142
Figura 41. Porcentaje de población indígena con respecto al total poblacional en las comunidades con presencia de grupos indígenas.....	144
Figura 42. Composición porcentual de los puestos de trabajo remunerados en el sector turismo. ....	145
Figura 43. Rutas de navegación en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	149
Figura 44. Arribo de pasajeros a los principales puertos en el estado de Quintana Roo, 2011. ....	150
Figura 45. Tenencia de la tierra en la superficie terrestre de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	166
Figura 46. Propiedad social dentro de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	168

Figura 47. Línea Divisoria Internacional entre México y Belice.....	172
Figura 48. Daños a tiburón ballena, presumiblemente causadas por propelas de embarcaciones. ....	176
Figura 49. Zonas vulnerables a inundación ante un incremento del nivel del mar. En color rojo, zonas con mayor probabilidad de inundación. ....	183
Figura 50. Mapa de elevación del territorio, Holbox, Chiquilá y Cabo Catoche. ....	184
Figura 51. Histórico de trayectorias de huracanes desde 1851 al 2006. ....	185
Figura 52. Isla Blanca – Chacmochuch, Quintana Roo, antes y después del huracán Wilma. ....	186
Figura 53. Secuencia de imágenes en la Isla Grande Holbox. ....	186
Figura 54. Suspensión de sedimentos antes y días después del Huracán Wilma en el área de estudio. ....	187
Figura 55. Porcentaje poblacional con relación a municipios. ....	190
Figura 56. Centros de población ubicados dentro del área que se propone como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	191
Figura 57. Zonas núcleo en la propuesta Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	194
Figura 58. Zona núcleo Laguna Chacmochuch. ....	195
Figura 59. Zona núcleo Laguna Conil o Yalahau -Cabo Catoche.....	196
Figura 60. Zonas núcleo Playa X'cachel-X'cachelito.....	197

COTEJADO





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficies por ambiente en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	14
Tabla 2. Superficies por municipios en la propuesta de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	14
Tabla 3. Ambientes y características de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	21
Tabla 4. Principales recursos pesqueros y aporte a la producción pesquera 2004-2010. ....	49
Tabla 5. Tipos de suelo en el ambiente terrestre de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	62
Tabla 6. Resumen del análisis de viabilidad de los objetos de conservación costeros en la Península de Yucatán. ....	93
Tabla 7. Resumen del análisis de viabilidad de los objetos de conservación en el ambiente terrestre. ....	94
Tabla 8. Resumen del análisis de viabilidad de los objetos de conservación marinos en la zona noreste de la Península de Yucatán. ....	94
Tabla 9. Índice de Salud Arrecifal (ISA). ....	95
Tabla 10. Sitios marinos prioritarios en la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta. ....	99
Tabla 11. Áreas naturales protegidas en la región. ....	111
Tabla 12. Acuerdos de veda que aplican en la propuesta de RB Caribe Mexicano. ....	118
Tabla 13. Normas Oficiales Mexicanas pesqueras y acuícolas que aplican en la propuesta de RB Caribe Mexicano. ....	119
Tabla 14. Tipos de vegetación en la RTP 146. ....	122
Tabla 15. Porcentaje de viviendas con piso diferente a tierra y servicios de electricidad, agua entubada, sanitario y drenaje. ....	138
Tabla 16. Afluencia de turistas y derrama económica en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, para el estado de Quintana Roo, en 2011. ....	146
Tabla 17. Infraestructura hotelera en el área de estudio propuesta, para el estado de Quintana Roo. ....	147
Tabla 18. Actividades típicas del turismo de naturaleza. ....	147
Tabla 19. Especies de importancia para la pesca en el área propuesta Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. ....	152
Tabla 20. Aportación estatal de la pesca y acuicultura en el volumen y valor de la producción nacionales, 2014. ....	153
Tabla 21. Participación en la producción pecuaria estatal para los municipios del estado de Quintana Roo considerados en la propuesta. 2011. ....	162

Tabla 22. Distribución de terrenos de acuerdo al tipo de tenencia.....	165
Tabla 23. Ubicación de ejidos dentro de la superficie terrestre para la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	167
Tabla 24. Localidades ubicadas dentro del área que se propone como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	190

### ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Listado de fauna en la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta. ....	239
Anexo 2. Listado de flora en la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta. ....	276
Anexo 3. Fotografías representativas de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta.....	300

COTEJADO



Secretaría  
de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales



## INTRODUCCIÓN

México, representa a nivel mundial uno de los países más diversos en cuanto a flora y fauna, sin embargo, los procesos de desarrollo económico del país y el repoblamiento del territorio propiciaron transformación de los sitios originales, a ecosistemas con grados significativos de destrucción o perturbación, la contaminación de acuíferos, la erosión del suelo y la deforestación, entre otros fenómenos de deterioro ecológico.

Por lo anterior, una de las estrategias primarias para enfrentar problemas ambientales, es proteger los ecosistemas terrestres y marinos más valiosos, relevantes y representativos del país, así como especies silvestres que lo requieran, a través de la creación de áreas naturales protegidas (ANP), en las que se establezcan modalidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales, se ejecuten programas de conservación, protección, vigilancia y restauración; se concrete la coordinación de los tres órdenes de gobierno y se fomente la participación de los sectores social y privado para apoyar la conservación de los recursos naturales, buscando la solución de problemas económicos y sociales.

La creación de nuevas ANP competencia de la federación considera diversos factores. En el contexto nacional el estado de conservación de los ecosistemas, su riqueza biológica, la presencia de endemismos y especies en riesgo, son determinantes para el establecimiento de nuevos decretos. La existencia de recursos naturales estratégicos a nivel regional y nacional es otro de los principios fundamentales para definir prioridades en el incremento de la superficie sujeta a conservación.

Es indispensable considerar el contexto social y económico propicio para la declaratoria de áreas protegidas. La convicción de los diferentes actores locales a favor del establecimiento de un ANP es tan relevante como las características ecológicas del sitio, ya que la imposición unilateral de regímenes de conservación, no asegura en el largo plazo la viabilidad de proyectos y programas. En este sentido, la declaratoria de un área protegida es el resultado de consensos sociales en favor de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Por otro lado, la diversidad biológica sostiene el funcionamiento de los ecosistemas y proporciona los servicios ambientales esenciales para el bienestar humano. Ella propicia la seguridad alimentaria, la salud humana, el suministro de aire y agua potable, contribuye a los medios locales de subsistencia, y al desarrollo económico, y su conservación y mantenimiento son esenciales para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, incluyendo la reducción de la pobreza. Sin embargo, a pesar de su importancia, la diversidad biológica se sigue deteriorando. Es dentro de este contexto que, en 2010 en Nagoya, Japón, las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica, aprobaron el Plan Estratégico de la Diversidad Biológica 2011-2020, con el propósito de inspirar acciones a gran escala que serán comprendidas por todos los países y las partes interesadas en apoyar la diversidad biológica durante la próxima década. Reconociendo la

urgente necesidad de acción, la Asamblea General de Naciones Unidas ha declarado 2011-2020 como el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Biodiversidad.

Por último y con relación a la implementación del Plan Estratégico 2011-2020, México se ha fijado acciones para cumplir con las metas que ahí se señalan, entre las que destaca el incremento en la superficie de Áreas Naturales Protegidas Marinas a nivel nacional, de un 6% a un 10%<sup>1</sup>.

**COTEJADO**



<sup>1</sup> [http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/plan\\_estrategico.html#](http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/plan_estrategico.html#)



## I. INFORMACIÓN GENERAL

### a) Nombre del área propuesta

#### RESERVA DE LA BIOSFERA CARIBE MEXICANO

El tipo y características del área objeto de estudio, corresponden a lo considerado en los artículos 46 y 48 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que identifican como **Reserva de la Biosfera**. El nombre **Caribe Mexicano** obedece a que la región ha sido conocida como tal al relacionársele con los habitantes originarios. En 1492, en el diario de su primer viaje a América, el genovés Cristóbal Colón tomó nota de unos "caribes" o "canibales", a partir de lo cual los europeos bautizaron como "caribes" a los habitantes que resistieron la conquista en las Antillas (Gaztambide, 2003).

### b) Entidades federativas y municipios en donde se localiza el área

La propuesta de Reserva de la Biosfera (RB) Caribe Mexicano se localiza al noreste de la Península de Yucatán, distribuida en sus porciones costera y terrestre en los municipios de Lázaro Cárdenas, Isla Mujeres, Benito Juárez y Tulum del estado de Quintana Roo (Figura 2). En su porción marina el área propuesta se ubica frente a los municipios de Lázaro Cárdenas, Isla Mujeres, Benito Juárez, Solidaridad, Puerto Morelos\*, Cozumel, Tulum, Felipe Carrillo Puerto, Bacalar y Othón P. Blanco del estado de Quintana Roo. La superficie que se propone para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera es de 5,662,859.1 hectáreas, con una porción marina de 5,546,075.3 hectáreas y una porción terrestre de 116,783.8 hectáreas (Figura 3).

En su porción marina, colinda con las siguientes áreas naturales protegidas de carácter federal:

	Categoría de ANP	Nombre
1	Parque Nacional	Isla Contoy
2	Parque Nacional	Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc
3	Parque Nacional	Arrecife de Puerto Morelos
4	Área de Protección de Flora y Fauna	Isla Cozumel
5	Parque Nacional	Arrecifes de Cozumel
6	Parque Nacional	Tulum
7	Reserva de la Biosfera	Sian Ka'an
8	Reserva de la Biosfera	Arrecifes de Sian Ka'an
9	Reserva de la Biosfera	Banco Chinchorro
10	Parque Nacional	Arrecifes de Xcalak
11	Reserva de la Biosfera	Tiburón Ballena
12	Área de Protección de Flora y Fauna	Yum Balam
13	Área de Protección de Flora y Fauna	Manglares de Nichupté
14	Área de Protección de Flora y Fauna	Uaymil

\* El municipio de Puerto Morelos es de reciente creación (6 de enero de 2016), razón por la cual el Marco Geostadístico de INEGI (2014) versión 6.2, no lo considera en la cobertura actual, empleada en este estudio.

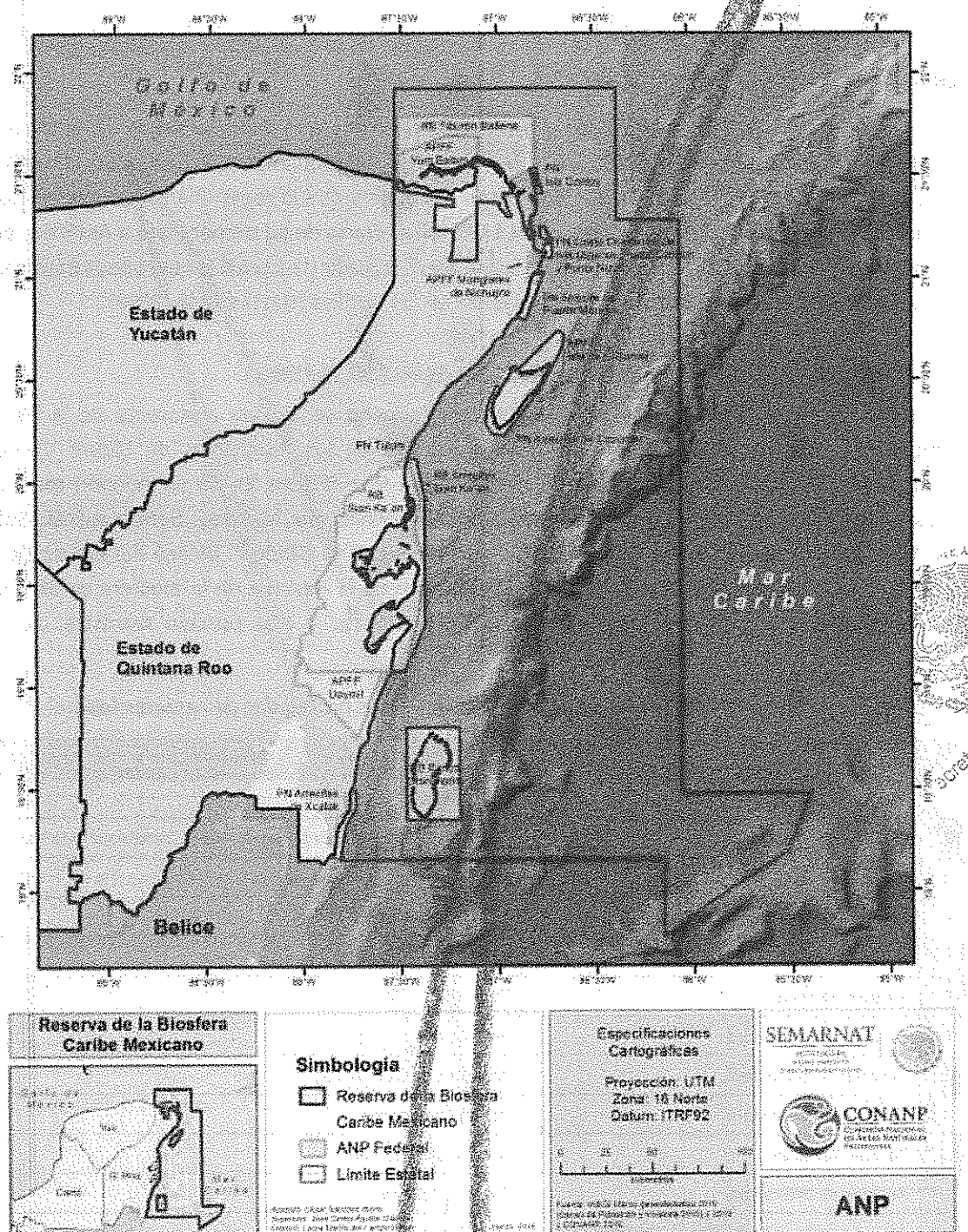


Figura 1. ANP colindantes con la propuesta Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Este estudio plantea, en el espacio concreto, una concepción cualitativamente superior a la de la conservación tradicional, basada en un enfoque de ecorregiones en donde la protección de la biodiversidad se logra mediante la promoción y manejo de un mosaico de paisajes integrados, que incluyen toda una gama de zonas de diferentes tamaños, formas y con distintas categorías y grados de intensidad de manejo y, por lo mismo, inmersas en diversas dinámicas ecosistémicas y paisajísticas (Toledo, 2005). Con ello, se supera el enfoque común de creación y mantenimiento de un área natural protegida como un sitio aislado.

La propuesta de reserva se ubica en cinco Ecorregiones Marinas Nivel II, establecidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2008): Plataforma del Golfo de México Sur, Plataforma del Caribe Mesoamericano, Talud del Caribe Mesoamericano, Cuenca de Yucatán y Cadena Montañosa Caimán. Estas regiones poseen características ambientales excepcionales, no sólo por la variedad de los elementos naturales que las conforman, sino por los eventos biológicos que ahí se desarrollan y que han permitido la permanencia de especies que se originaron inclusive en Eras geológicas anteriores al ser humano, tales como los quelonios; o por los fenómenos oceanográficos que favorecen la disponibilidad de alimento para las especies carismáticas que habitan en el área como el tiburón ballena (*Rhincodon typus*).

Del mismo modo, las porciones costera y terrestre de la zona propuesta, corresponden a la Ecorregión Terrestre Nivel II, identificada como Selvas Cálido-Húmedas, Planicies y Lomeríos de la Península de Yucatán (CONABIO, 2008), que se caracteriza esencialmente por la riqueza de vegetación que favorece el desarrollo de especies de flora y fauna que enriquecen la biodiversidad de la zona, destacándose entre éstas las aves predominantemente migratorias, que comparten los tres ambientes característicos del área objeto de estudio: marino, costero y terrestre.

La propuesta de conjuntar dentro de un mismo esquema de conservación a las cinco Ecorregiones antes señaladas, tiene como finalidad respetar no solo la interacción natural existente entre ellas, que se refleja en una mayor riqueza biológica, sino favorecer la continuidad de los esfuerzos de conservación y aprovechamiento sustentable que hasta la fecha se han realizado en la zona, armonizando el desarrollo de actividades antropogénicas de forma que se promueva la conectividad, el desplazamiento y el desarrollo de las especies que ahí habitan.

La propuesta busca implementar un enfoque de manejo integrado de ecosistemas que actualmente se constituye en un nuevo paradigma (Lara en CONABIO, 2008) para la protección de los recursos naturales, que permite un efecto sinérgico en el que los resultados de conservación son mayores que los que se pueden obtener de manera aislada, así bien, no se desatenderán los objetos de conservación de cada una de las áreas protegidas de competencia federal que coinciden con el polígono propuesto.

COTEJADO

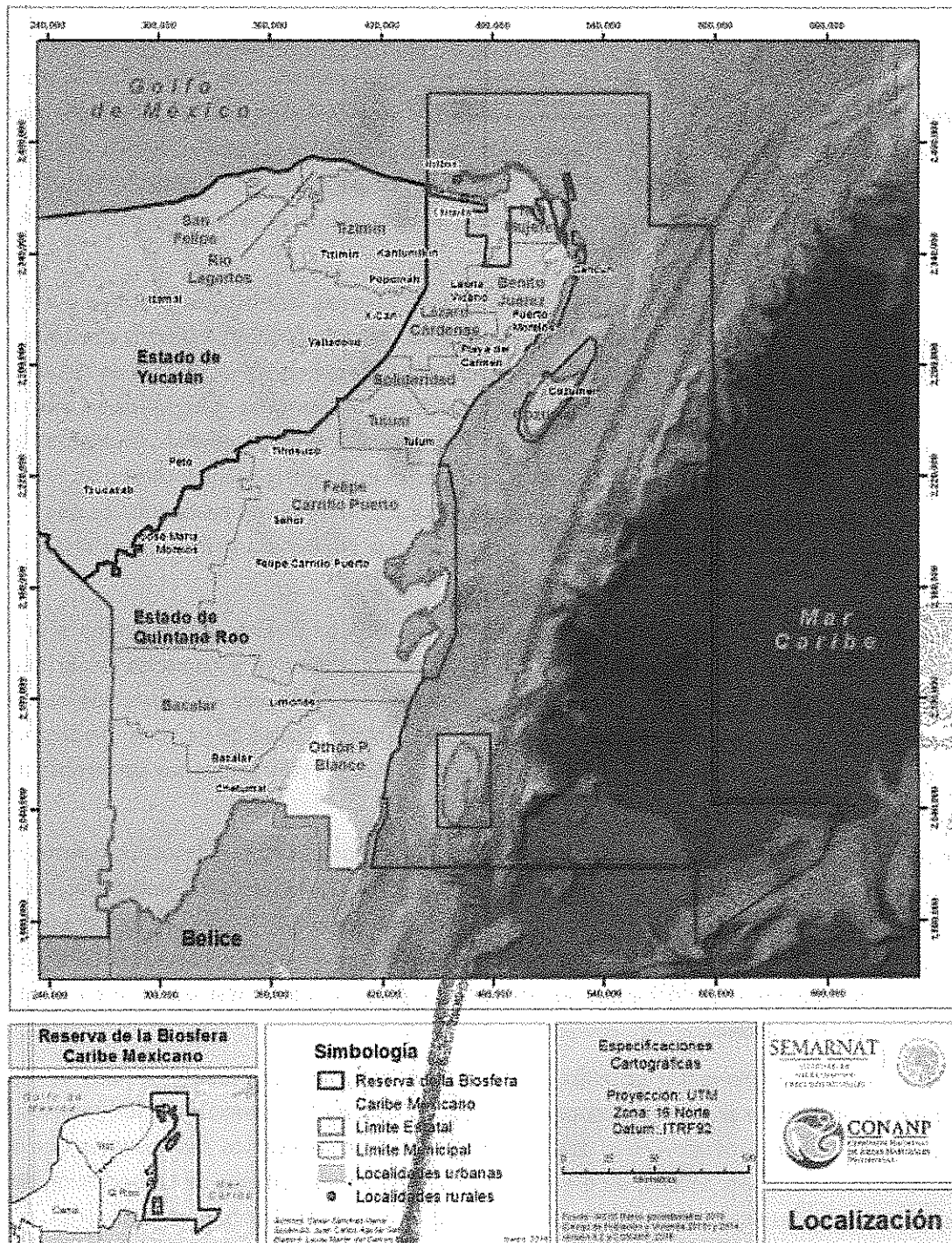


Figura 2. Entidades federativas y municipios dentro de la propuesta Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

c) Superficie

Tabla 1. Superficies por ambiente en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

	Ambientes	Superficie (hectáreas)
1	Marinos	5,546,075.3
2	Terrestres (incluye los ambientes costeros)	116,783.8
	<b>TOTAL</b>	<b>5,662,859.1</b>

Tabla 2. Superficies por municipios en la propuesta de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

	Entidad federativa	Municipios	Superficie total del municipio (hectáreas)	Superficie dentro de la propuesta de ANP (hectáreas)	Porcentaje de la superficie terrestre dentro de la propuesta de ANP ( % )
1	Quintana Roo	Benito Juárez	210,712	13,066	11.09
		Isla Mujeres	94,410	44,007	37.37
		Lázaro Cárdenas	333,278	59,794	50.77
		Tulum	201,713	13	0.01

COTEJADO



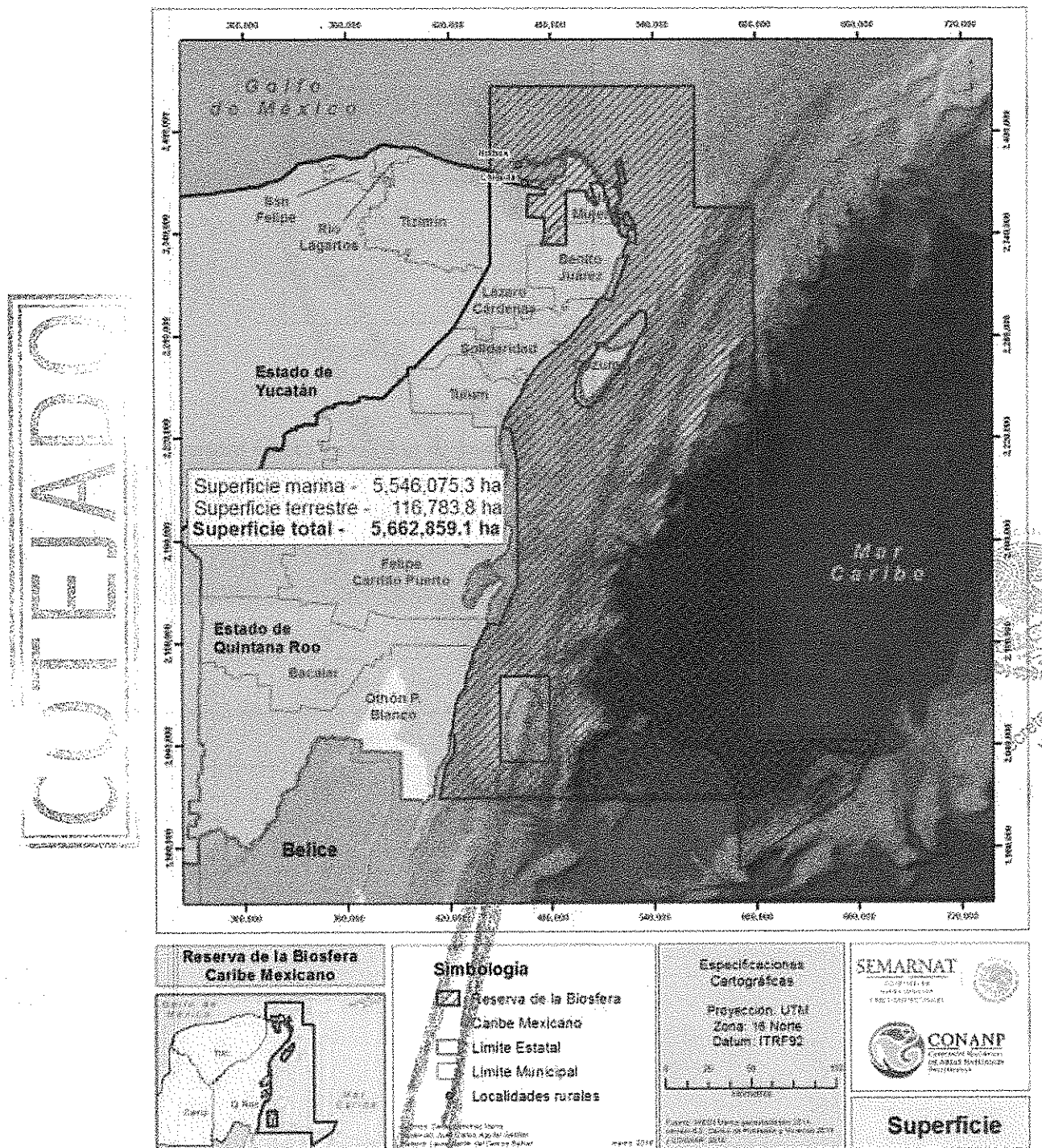


Figura 3. Superficie marina y terrestre de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.



d) Vías de acceso

Accesos vía terrestre:

- Desde la ciudad de Mérida, tomando la carretera número 180 hasta la ciudad de Cancún.
- Desde Cancún hacia Tulum por la carretera 307, con múltiples accesos a la costa por ejemplo, en la localidad de Puerto Morelos, Playa del Carmen, Akumal y Zona Arqueológica de Tulum.
- Desde Chetumal hasta Tulum por la carretera 307, con accesos a las costa, por ejemplo la carretera que comunica la población de Limones con Mahahual (Figura 4).

Accesos vía marina:

- Permiten el traslado desde tierra hacia el mar en la zona propuesta. Solamente se mencionan los más relevantes como Holbox, Chiquilá, Isla Mujeres, Puerto Juárez, Punta Cancún, Punta Nizuc, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Calica, Puerto Aventuras, Akumal y Tulum.

Directorio Ambiental  
Áreas Naturales  
Protegidas  
Nacional de

COTEJADO

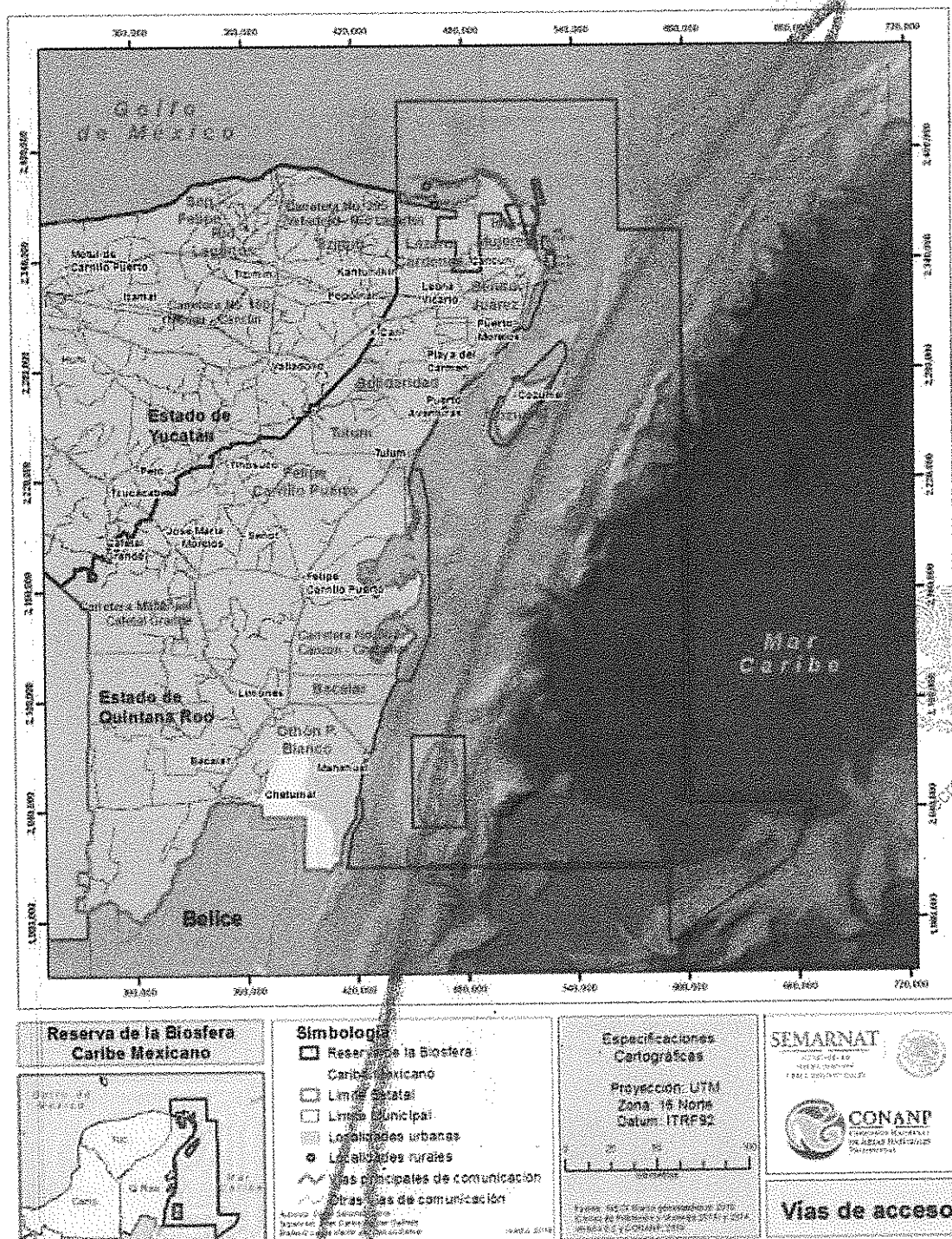


Figura 4. Mapa con las vías de acceso de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

e) Mapa que contenga la descripción limítrofe

Coordenadas	X	Y	Latitud	Longitud
1	444760	2425742	21° 56' 6.43"	87° 32' 5.69"
2	564826	2426002	21° 56' 13.72"	86° 22' 20.12"
3	564826	2355020	21° 17' 45.09"	86° 22' 30.06"
4	598924	2355050	21° 17' 40.51"	86° 2' 46.71"
5	599788	2043988	18° 29' 2.14"	86° 3' 17.29"
6	669226	2044446	18° 29' 1.11"	85° 23' 49.9"
7	656653	2012165	18° 11' 34.6"	85° 31' 7.46"
8	589553	1966606	17° 47' 6.17"	86° 9' 18.38"
9	589553	2008444	18° 9' 47.41"	86° 9' 11.9"
10	413898	2008444	18° 9' 47.92"	87° 48' 50.63"
11	489638	2333211	21° 5' 59.76"	87° 5' 59.18"
12	474806	2333237	21° 6' 0.09"	87° 14' 33.28"
13	444590	2376289	21° 29' 18"	87° 32' 5.66"
14	444760	2425742	21° 56' 6.43"	87° 32' 5.69"

COTEJADO

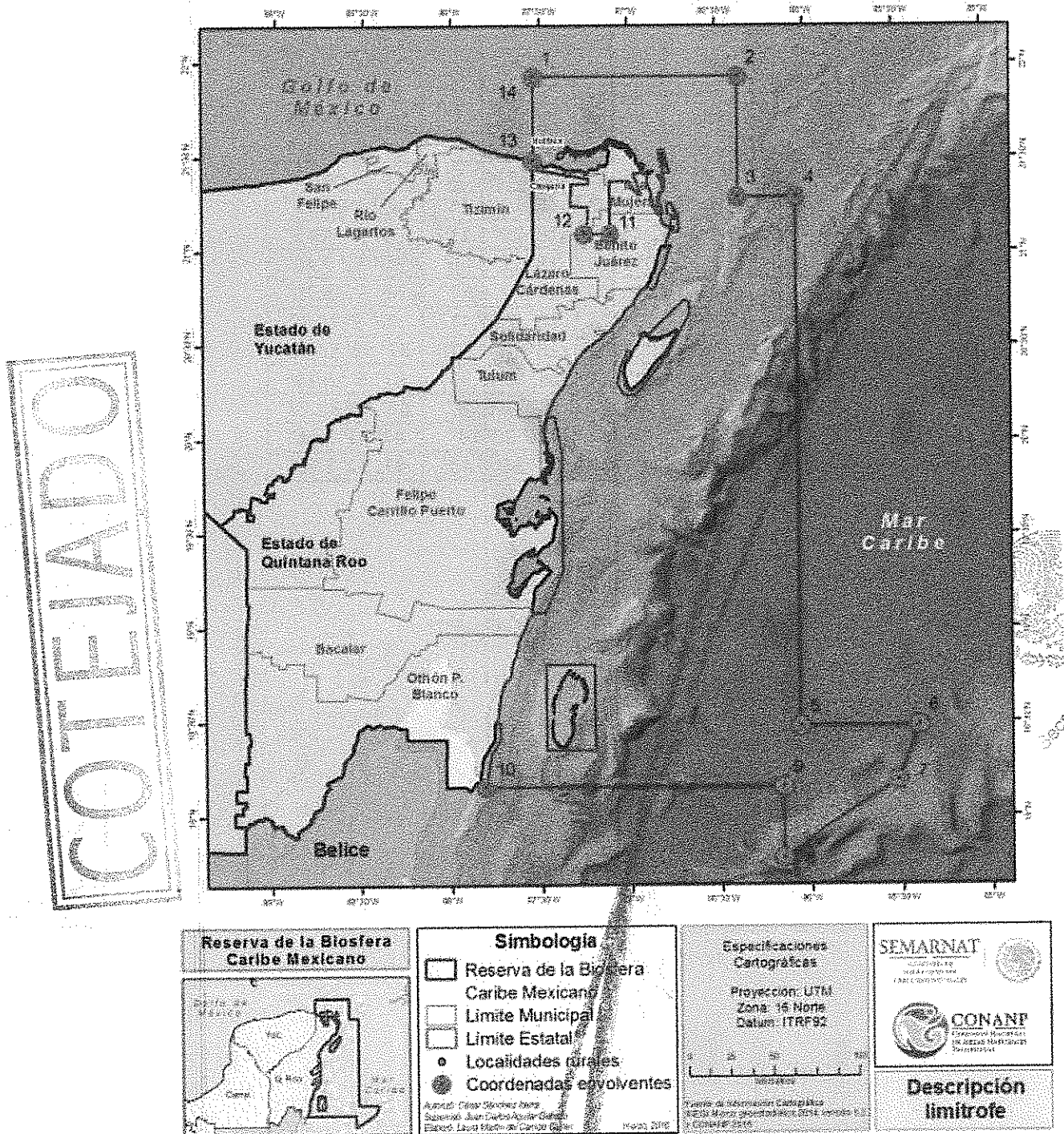


Figura 5. Mapa con los principales vértices de construcción de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

f) Nombre de las organizaciones, instituciones, organismos gubernamentales o asociaciones civiles participantes en el Estudio Previo Justificativo

El presente estudio fue elaborado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Secretaría de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales  
Comisión Nacional de  
Áreas Naturales Protegidas

COTEJADO

## II. EVALUACIÓN AMBIENTAL

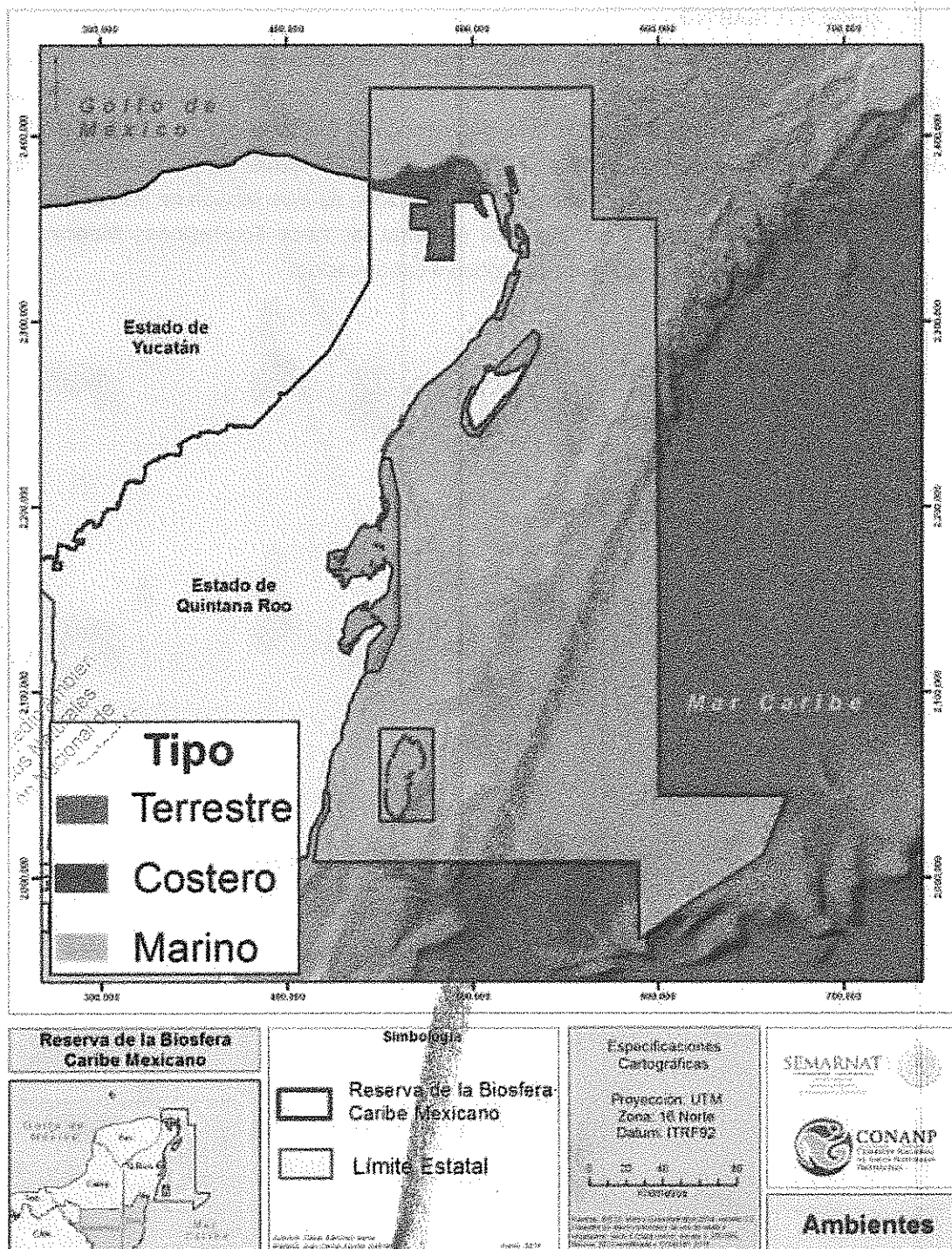
### a) Descripción de los ecosistemas, especies o fenómenos naturales que se pretende proteger

La propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano se compone de tres ambientes definidos por sus afinidades ecológicas y biogeográficas, cuyas bases de delimitación son las Ecorregiones Terrestres y Marinas Nivel II definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2008). En el área objeto de estudio se identifican tres tipos de ambientes: Marino, Terrestre, y Costero (Tabla 3, Figura 6).

Tabla 3. Ambientes y características de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Ambiente	Ecorregión	Elementos que la definen
MARINO	Ecorregión Marina Nivel II <i>Plataforma del Golfo de México Sur</i>	Fisiografía de mares someros (arrecifes de coral y bajos).
	Ecorregión Marina Nivel II <i>Plataforma del Caribe Mesoamericano</i>	Fisiografía de mares someros (arrecifes de coral y bajos).
	Ecorregión Marina Nivel II <i>Talud del Caribe Mesoamericano</i>	Fisiografía de mares profundos (montes y cañones).
	Ecorregión Marina Nivel II <i>Cuenca de Yucatán</i>	Fisiografía de mares profundos (montes y cañones).
	Ecorregión Marina Nivel II <i>Cadena Montañosa Caimán</i>	Fisiografía de mares profundos (montes y cañones).
TERRESTRE	Ecorregión Terrestre Nivel II <i>Planicie y lomeríos de la Península de Yucatán</i>	Porción de selva mediana. Tipos de vegetación terrestre (selva mediana subcaducifolia y subperennifolia, selva baja caducifolia y vegetación asociada).
COSTERO	Ecorregión Terrestre Nivel II <i>Planicie y lomeríos de la Península de Yucatán</i>	Interacción entre mar y tierra firme que consiste en una franja con rasgos de origen marino.
	Ecorregión Terrestre Nivel II <i>Planicie Noroccidental de la Península de Yucatán</i>	Tipos de vegetación (pastizal, manglar, dunas costeras). Incluye playas de anidación de tortugas marinas.





COTEJADO

Figura 6. Regionalización de ambientes para la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

### 1) AMBIENTE MARINO

El ambiente marino del área objeto de estudio abarca porciones de dos Ecorregiones Marinas. La Ecorregión Marina Plataforma del Golfo de México Sur (Nivel II), pertenece a la Ecorregión Marina Golfo de México Sur (Nivel I); y las Ecorregiones Marinas Plataforma del Caribe Mesoamericano, Talud del Caribe Mesoamericano, Cuenca de Yucatán y Cadena Monteñosa Caimán (Nivel II), pertenecen a la Ecorregión Marina Mar Caribe (Nivel I), que a su vez corresponden a la zona de intersección de las Regiones Oceánicas Golfo de México y Caribe mexicano. La Figura 8 presenta las cinco Ecorregiones Marinas en el área propuesta, cuyas características generales se describen a continuación.

COTEJADO



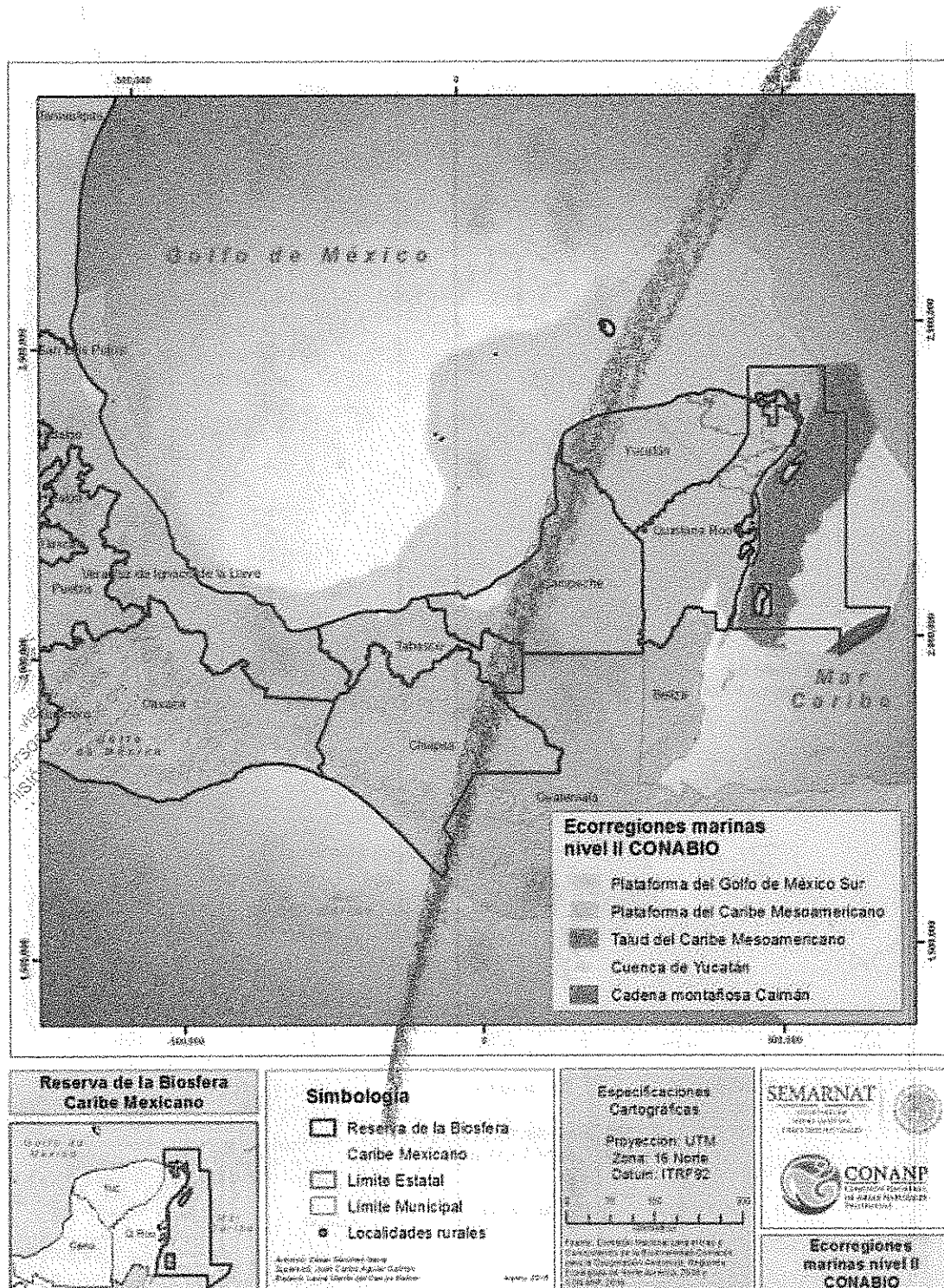


Figura 7. Ecorregiones Marinas Nivel II de CONABIO.

COTEJADO

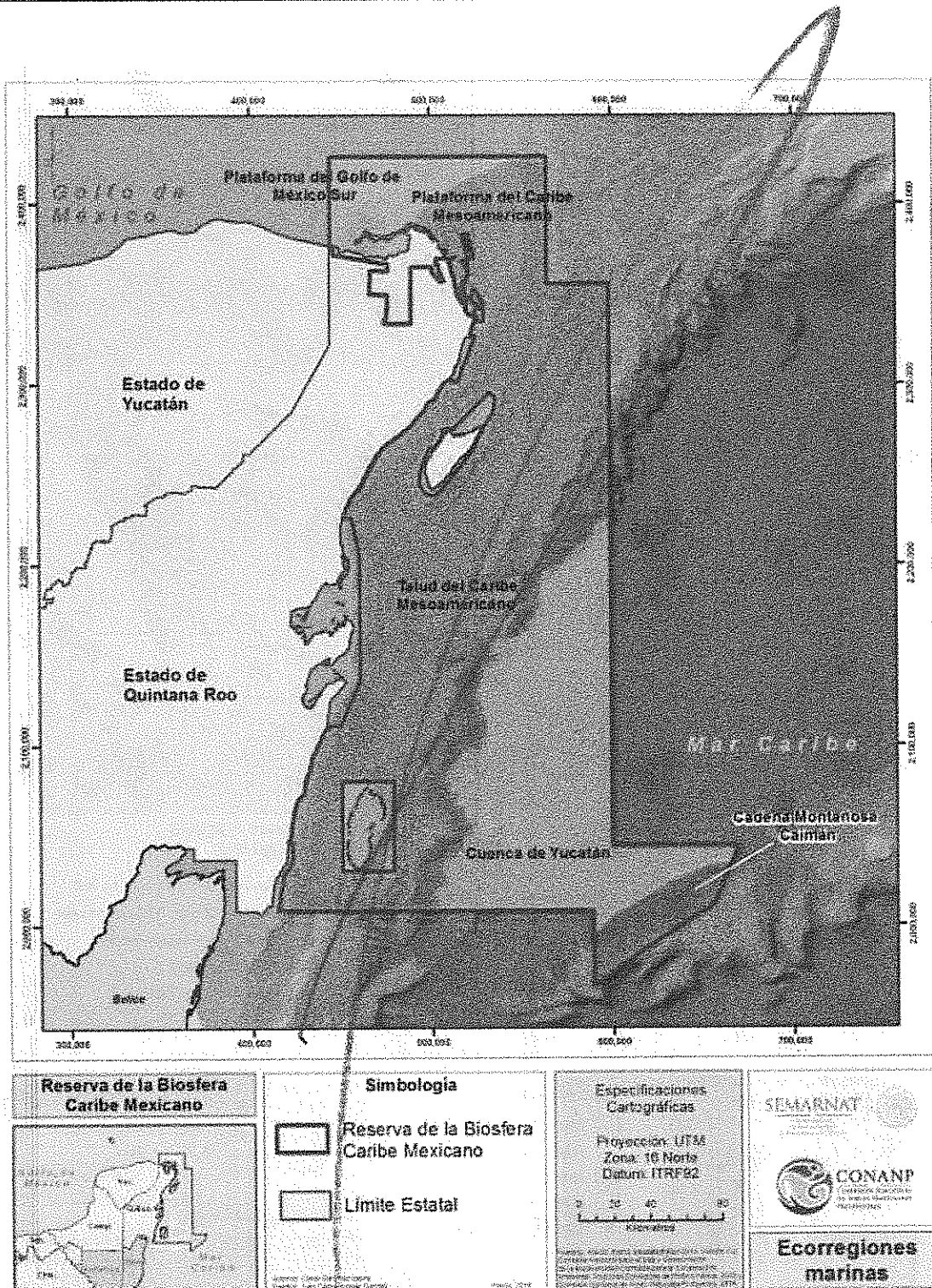


Figura 8. Ecorregiones Marinas dentro de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.



Tomando en consideración que la clasificación señalada en el párrafo anterior se determinó primordialmente a nivel ecosistémico, las características físicas y geológicas que aborda este estudio corresponden a la totalidad de cada Ecorregión, destacando el hecho de que la propuesta del presente trabajo abarca solamente aquellas porciones, dentro de cada Ecorregión, que resultan relevantes para la protección de la biodiversidad presente en el área objeto de estudio.

### 1.1) Ecorregión Plataforma del Golfo de México Sur

#### 1.1.1) Características físicas

##### a) Geología física e histórica

La Ecorregión Plataforma del Golfo de México Sur se ubica en la cuenca del Golfo de México. Las estructuras de la cuenca están formadas por elevaciones resultantes de la erosión y cuñas clásticas relacionadas con la actividad tectónica del margen, lo que ha producido fallas de bloque, domos epigénicos y plegamientos de las capas sedimentarias. Las provincias de diapiros representan subcuencas que contienen sal, las cuales se relacionan con la formación de estructuras vinculadas a los movimientos de sal desde el Jurásico (Ewing, 1991).

La región sur del Golfo de México está conformada por la Plataforma de Yucatán y la Planicie Costera de Golfo. La Ecorregión Plataforma del Golfo de México Sur está ubicada en la Plataforma de Yucatán, que incluye la Península de Yucatán con exposición superficial, así como la plataforma sumergida asociada.

La Plataforma de Yucatán está compuesta esencialmente de sedimentos de carbonato de calcio con una disposición plana, que datan del periodo Cretácico Tardío y que alcanzan alrededor de 3 a 4 kilómetros de espesor. También se presentan sedimentos evaporíticos en menor cantidad.

La Península de Yucatán se caracteriza por un relieve bajo, con una altitud sobre el nivel del mar de 100 metros o menos, y el paisaje se encuentra dominado por una topografía kárstica. Por lo tanto, los escurrimientos superficiales son escasos y transportan una cantidad limitada de sedimentos terrígenos a las aguas adyacentes de la Península. Posiblemente existen descargas de agua dulce en las áreas costeras del Golfo a través del sistema kárstico, como lo sugiere Ferré-D'Amaré (1985) para la costa oriental de la Península de Yucatán.

La Ecorregión Plataforma del Golfo de México Sur se encuentra delimitada al oeste, por el talud pronunciado de Yucatán derivado del crecimiento de la plataforma a partir del Cretácico; al norte, por la Terraza de Yucatán y al este, por el Canal de Yucatán (Bryant *et al.*, 1991). El quiebre de la pendiente de la plataforma se presenta entre los 180 y los 270 metros de profundidad. Una terraza submarina de entre 90 y 135 metros corresponde a un nivel bajo del mar durante el Winsconsiniano Tardío, y terrazas adicionales ubicadas a profundidades de 50 a 64 metros y de 33 a 36 metros, probablemente representan periodos estacionarios o sin cambios en el nivel del mar (Logan, 1969a).

Dicha Ecorregión es amplia hacia las porciones norte y oeste, alcanzando alrededor de 240 kilómetros de ancho y se estrecha al este a lo largo del límite con el Mar Caribe. La porción amplia del norte y oeste es conocida como el Banco de Campeche, una zona donde se han establecido numerosos bancos arrecifales (*sensu* Logan, 1969b) y que alberga al menos una estructura de tipo atolón.

El Golfo de México se originó en el Triásico Tardío (ca. 220 Ma) con el rompimiento de la Pangea y la separación de las placas Norteamericana, Sudamericana y Africana. La actividad inicial (del Triásico Tardío hasta el Jurásico Medio) se caracterizó por la presencia de regiones de subsidencia, donde las cuencas fueron rellenadas después de su hundimiento, por capas espesas de rocas volcánicas y sedimentos terrígenos no marinos como lo fueron los "lechos rojos".

Durante la fase inicial del *rift* Jurásico Temprano en la Plataforma del Golfo de México Sur, un fallamiento activo fue el responsable de la subsidencia a lo largo de una tendencia predominantemente NW-SE. Desde el punto de vista sedimentológico, este episodio se caracterizó por el depósito de sedimentos arenosos fluviales y eolíticos. Durante el Jurásico Medio el Proto-Golfo de México estuvo dominado por el depósito de grandes espesores de evaporíticas, debido a las condiciones marinas restringidas y clima caluroso.

Por otro lado, cantidades considerables de sales fueron depositándose en las cuencas marginales (graben) del Golfo de México que se fueron separando del mar abierto durante el Jurásico Medio.

Desde el Jurásico Tardío, el sur del Golfo de México se caracterizó por el depósito de sedimentos clásticos en una plataforma externa o cuenca poco profunda. Durante el Cretácico, el ambiente sedimentario cambió a una plataforma carbonatada y predominó el depósito de carbonatos, dolomitas y lutitas. La reducción de tasas de sepultamiento puede atribuirse a la declinación de la fase de la subsidencia tectónica. El periodo del Paleoceno estuvo marcado por el depósito de brechas calcáreas (dolomíticas). El impacto de un meteorito de más de 10 kilómetros de diámetro hacia la paleo-plataforma de Yucatán (Chicxulub) al final del Cretácico (Grajales *et al.*, 2000), se advierte ahora como la explicación para la existencia de estas brechas, extendidas en una gran área durante el Paleoceno.

Las principales rocas generadoras de la región son calcáreas y arcillosas, la mayoría de ellas presenta laminación horizontal. De acuerdo con los datos estratigráficos, sedimentológicos y paleontológicos, el depósito ocurrió en una plataforma carbonatada tipo rampa, con algunos intervalos de gran aporte de terrígenos de grano fino, la cual era la continuación occidental de la plataforma marina de Yucatán. En esta plataforma había algunas depresiones profundas que restringían la circulación de las aguas y por tanto, se facilitaban las condiciones de anoxia y reducción.

## b) Oceanografía

### Circulación y corrientes

La Plataforma del Golfo de México Sur se caracteriza por su comunicación con el Mar Caribe y el Océano Atlántico. Periódicamente, la presencia del fenómeno de El Niño, las tormentas tropicales y los huracanes que influyen en la costa, modifican la posición de la termoclina e intervienen en la circulación general del Golfo de México (Monreal-Gómez *et al.*, 2004).

La circulación superficial en la plataforma continental está influenciada por los frentes fríos, vientos estacionales que soplan de norte a sur, desde la parte continental del noroeste de los Estados Unidos de Norteamérica, durante otoño e invierno y por vientos del sureste durante el verano (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2006).

La llamada Corriente del Lazo (CL) es una característica sobresaliente en la Plataforma del Golfo de México Sur. La fuerza motriz más importante para la entrada de agua oceánica de esta corriente en el Golfo, penetra por el canal de Yucatán y sale por los estrechos de Florida para convertirse en la corriente de Florida y posteriormente, en la corriente del Golfo de México.

La circulación general en la parte profunda al este del Golfo, es dominada por la CL en la plataforma oeste de Florida, por una circulación ciclónica; en el centro y oeste existen giros anticiclónicos que se desprenden de la CL; y en la plataforma de Texas-Louisiana y la Bahía de Campeche existen giros ciclónicos (Monreal-Gómez *et al.*, 2004). El sur del Golfo de México está dominado por dos características semi-permanentes de gran escala: 1) la CL en el este del Golfo que es un componente de la Corriente del Golfo, y 2) un gran giro anticiclónico en el oeste del Golfo con su característica Corriente de Límite Occidental.

Las aguas sobre las amplias y someras plataformas en la porción este de la Ecorregión Plataforma del Golfo de México Sur, son fuertemente impulsadas por el viento hasta llegar a profundidades de entre 50 y 60 metros.

Algunos estudios sugieren que la CL penetra más al noroeste durante el verano y mínimamente durante el invierno, pero estos cambios durante el ciclo estacional varían considerablemente. Aunque la naturaleza de las oscilaciones de la CL no es clara, se ha sugerido que estas oscilaciones podrían estar relacionadas con la variabilidad de la Corriente de Yucatán. Por otra parte, se ha demostrado que los procesos de inestabilidad y la topografía del fondo juegan un papel importante en la variabilidad de la CL.

La CL se caracteriza por desprender giros o remolinos (*Eddies*) anticiclónicos cada 3 a 17 meses, que viajan en dirección oeste con una velocidad de 2.1 a 4 km/día, interactuando con el talud y la plataforma continental y con la Corriente de Frontera Occidental (Carrillo *et al.*, 2007). Estos *Eddies* anticiclónicos tienen una amplitud aproximada de 300 kilómetros, son inestables y transportan cantidades masivas de calor, sal y agua por todo el Golfo. Así, la CL desempeña una función importante en el equilibrio de los nutrientes de la plataforma, al menos al este del Golfo de México.

#### Masas de agua

En el Golfo de México se han identificado siete principales masas de agua: Agua Común del Golfo, Agua Subtropical Subyacente, Agua de los 18°C del Mar de los Sargazos, Agua Central del Atlántico Tropical, Agua Antártica Intermedia, Agua Profunda del Antártico Norte y Mezcla de Agua Intermedia del Caribe con Agua Profunda del Antártico Norte. Las cuatro primeras constituyen la capa cálida superior (0-500 metros), y las tres restantes integran la capa fría inferior (500-3,650 metros) (Vidal *et al.*, 1990 en Toledo, 2005).



El más prominente de los flujos marinos, la CL, transporta del Caribe hacia el Golfo Oriental, entre los estrechos de Yucatán y de Florida, volúmenes de agua estimados entre 29-33 Sv<sup>2</sup> (1Sv= 106m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>), en tanto que los anillos ciclónicos y anticiclónicos que se desprenden de esta corriente movilizan hacia la región occidental (norte, centro y sur) del Golfo, volúmenes estimados entre 8-10 Sv (Toledo 2005; Elliot, 1982; Hofmann y Worley, 1986; Vidal *et al.*, 1990).

Cuando la CL penetra la región oriental del Golfo a la altura de los 27°N, se crean inestabilidades que terminan por formar anillos ciclónicos y anticiclónicos que se desprenden de la corriente y viajan comúnmente hacia el occidente, atravesando la región central y de aguas profundas del Golfo de México, hasta chocar con la pendiente de la plataforma continental, al este de Tamaulipas.

En esta zona de colisión, la circulación superficial se divide, una parte corre hacia el norte y otra hacia el sur, en paralelo a la costa occidental del Golfo. El primero de estos flujos transporta agua hacia el norte en volúmenes estimados en 11 Sv; y el segundo, mueve hacia el sur volúmenes estimados en 7 Sv, a lo largo de la plataforma continental. Entre ambos, movilizan flujos combinados de 18 Sv, equivalentes al 60% de los volúmenes que ingresan al Golfo de México, a través de la CL (Vidal *et al.*, 1990 en Toledo, 2005).

Estos flujos, que duran generalmente entre 6 y 8 meses (el tiempo total que les lleva cruzar el Golfo de México), persisten 35 meses más después de interactuar con la batimetría de la plataforma occidental del Golfo (mexicana y estadounidense). Esta actividad confirma que la elevada dinámica de la circulación en el golfo occidental es el resultado de procesos generados por la CL (Toledo, 2005).

De especial importancia para la circulación de las aguas superficiales del Golfo de México, es la elevada frecuencia de los anillos de la CL (3-4/año). El tamaño de estos anillos (con radios aproximados de 150 kilómetros), la velocidad de sus desplazamientos (5,075 cm/s), la frecuencia de su separación (más de 3 al año) y la complejidad de las interacciones entre ellos y la plataforma continental, los convierten en los principales responsables del transporte de las aguas cálidas y salinas caribeñas hacia el interior del Golfo (Toledo, 2005; Etter, 1983; Lewis *et al.*, 1989; Hamilton, 1990).

De la Lanza *et al.* (2004) describen que otro factor importante para la circulación de las aguas superficiales del Golfo, es la presencia de masas de aire polar y rachas violentas y huracanadas de dirección boreal conocidas como "Nortes", que afectan sobre todo al noroeste del Golfo durante el otoño y el invierno.

En esta época, los Nortes se combinan con los anillos ciclónicos y anticiclónicos, para convertirse en los procesos primarios que dominan la circulación superficial de la región noroccidental del Golfo (Cochrane y Kelly, 1986). Cuando estos vientos fríos y secos pasan sobre el Golfo, el calor de las capas superficiales se

<sup>2</sup> Sv: sverdrup es una unidad de medida del flujo expresada en volumen por unidad de tiempo = 106 m<sup>3</sup>/s = Un millón de metros cúbicos por segundo.

transfiere hacia arriba y es acarreada hacia la atmósfera por la turbulencia del aire. Se ha demostrado que estos procesos pueden exceder las 1,000 cal cm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> (Huh *et al.*, 1978).

La Corriente del Lazo y sus anillos anticiclónicos se transforman así en una enorme y consolidada fuente de calor de la cual las tormentas tropicales extraen una gran parte de su energía (Lewis y Hsu, 1992), lo que convierte al Golfo de México en un mecanismo de transferencia de energía en el sistema océano-atmósfera (Fernández, 1993). El estrés ejercido por los vientos sobre las aguas superficiales produce la mezcla de las capas superiores y la dilución de las aguas cálidas y salinas caribeñas acarreadas por los anillos de la Corriente del Lazo hasta convertirse en agua común del Golfo (Vidal *et al.*, 1992).

La dinámica de estos procesos resulta importante para la construcción, el mantenimiento y la destrucción de bancos arenosos, islas de barrera y penínsulas que bordean al Golfo de México. En la mayoría de estos hábitats la exposición a los vientos, olas, mareas y corrientes juegan un papel muy importante en la distribución de su biota (Britton y Morton, 1989).

#### **Oxígeno disuelto**

Una característica importante de la Plataforma del Golfo de México Sur es la presencia de la capa mínima de oxígeno a una profundidad de entre 200 y 600 metros aproximadamente, con una concentración de 2.0 ml/l al noroeste y a una profundidad de 600 metros en la CL con < 3.0 ml/l (Morrison y Nowlin, 1977); esta capa mínima de oxígeno se observa también en aquellas aguas propias del Golfo (Nowlin, 1971).

Dicha capa está en función de los factores climáticos, y su grosor depende de las características locales de circulación, ya que asciende en los giros ciclónicos y desciende en los anticiclónicos, y se origina en el Mar Caribe por la masa de Agua Central de Atlántico Tropical, dada su similitud en el contenido de oxígeno (Vidal *et al.*, 1990).

En la plataforma de Yucatán se ha registrado una sobresaturación del 112%, (6.11 ml/l) a una profundidad de 20 metros (Signoret *et al.*, 1998), condicionada por una alta productividad resultado de la surgencia que propicia una mayor concentración de oxígeno. En la Plataforma de Campeche a finales de la época lluviosa se pueden alcanzar 2.6 ml/l de oxígeno en la superficie, como resultado del ascenso de aguas de fondo producido por los giros ciclónicos (Secretaría de Marina, 1972b).

#### **Nutrientes**

En general se observa que la distribución espacial de los nutrientes disueltos en el Golfo de México está determinada por el campo de circulación barométrica. La vorticidad de los giros y su interacción acoplada generan un sistema natural de bombeo dentro del Golfo, pues transfieren movimientos verticales ascendentes y descendentes de las masas de agua que se ubican dentro de sus zonas de influencia (Vidal *et al.*, 1990). Además, cabe señalar que su variación espacial y temporal también depende en buena medida de la asimilación fitoplanctónica y sus florecimientos.

#### **Nitratos y nitritos**

En las aguas superficiales del Mar Caribe y Golfo de México la concentración de nitritos va desde niveles indetectables (< 0.1 mM) a < 0.25 mM en junio (verano). En la plataforma norte de Yucatán y a 200 metros

de profundidad alcanzan de 3.0 a 12.0 mM. Los giros ciclónicos y anticiclónicos definen la distribución vertical y horizontal de este nutriente, en la región oeste del Golfo, donde se han registrado contenidos máximos en los giros ciclónicos a la altura de la Laguna Madre ( $< 28.7$  a  $< 34.90$  mM a una profundidad de entre 150 a 300 metros).

En la Plataforma del Golfo de México Sur, la dinámica de las masas está determinada por la circulación ciclónica, así como por su intensidad, la cual varía temporalmente según el transporte en el Canal de Yucatán. Esta dinámica determina en gran medida la distribución de la concentración de nitratos.

Así mismo, durante los meses de lluvias, se han registrado 0.03 mM superficiales, así como 0.07 mM a los 70 metros; en los inicios de la época seca (primavera). Estos niveles se incrementan hasta los 7.26 mM a los 10 metros de profundidad, debido al efecto de afloramiento generado a través de la intensa circulación que en esta época constituyen los anillos ciclónicos (Instituto Mexicano del Petróleo, 1980).

Los afloramientos de agua ricos en nutrientes (surgencias) en la plataforma yucateca que colinda con las zonas de giros ciclónicos, se presentan en los últimos meses del año y de marzo a mayo. En las aguas superficiales del Mar Caribe mexicano se mantienen niveles de 1.0 mM a 3.0-12.0 mM a una profundidad de 200 metros, y en las proximidades de la costa alcanzan hasta 25 mM como consecuencia de la ascensión de aguas profundas de marzo a agosto (Secretaría de Marina, 1980).

También es importante considerar el efecto que tienen las aguas continentales sobre las concentraciones de nutrientes en las aguas costeras, enriqueciendo el aporte de nitrógeno y fósforo.

La distribución de nitratos en primavera en la plataforma de Yucatán muestra que las mayores concentraciones se presentan sobre el margen oriental de la plataforma, formando una pluma de este hacia oeste. La isonutria (isolíneas de nutrientes) de 1 mM corresponde al límite entre aguas superficiales con nutrientes agotados a una profundidad de 100 metros y aguas profundas (200 metros) ricas en nutrientes (10 mM), que se introducen entre el Arrecife Alacranes y Cabo Catoche (Merino-Ibarra, 1992).

El afloramiento está fuertemente relacionado con la Corriente de Yucatán, ya que su velocidad presenta un ciclo anual similar al del afloramiento, durante el cual alcanza sus máximas intensidades en primavera y las menores en otoño (U.S. Department of the Navy, 1963). Molinari y Morrison (1988) han demostrado que la permanencia de la corriente junto al talud está directamente relacionada con la penetración de la Corriente del Lazo en el Golfo de México y que la corriente se separa del talud cuando el lazo se rompe al liberar un anillo anticiclónico en el Golfo.

En los meses de primavera, la concentración de nitratos aumenta en la zona de afloramiento con una intensidad variable interanual, según la velocidad de la Corriente de Yucatán. La homogeneidad en la plataforma en invierno se debe a los procesos de mezcla que son capaces de destruir totalmente la estratificación todavía presente en el otoño. La intensidad de la mezcla vertical puede ser mayor en invierno, debido a que durante esa estación soplan los Nortes que generan fuertes oleajes sobre la plataforma de Yucatán y en el Golfo de México.

Los nitritos tienden al mismo comportamiento que los nitratos, registrándose en el Canal de Yucatán contenidos superficiales de 0.05 a 0.1 mM durante todo el año, aumentando hacia la costa de 0.25 a 0.30

mM. Debido al efecto del afloramiento en el mes de julio, en la Península de Yucatán se han alcanzado hasta 0.45 mM (Merino-Ibarra, 1983).

### Ortofosfatos

El contenido de ortofosfatos es bajo en la superficie, con 0.1 y 0.8 mM a lo largo del año; con un incremento hasta 1.8 a 2.5 mM a una profundidad de 800 a 900 metros.

### Silicatos

Estos nutrientes son de los que con menos frecuencia se evalúan, sin embargo, en la Plataforma del Golfo de México Sur se tiene una información aceptable que permite señalar su comportamiento. En las aguas de la Corriente de Yucatán, que constituyen a las del Lazo y del Golfo de México, el contenido es bajo, desde indetectable hasta 2 mM de la superficie, hasta 200 metros de profundidad (Froelich *et al.*, 1978).

Según los registros de Vidal *et al.* (1990), el origen del máximo de silicatos en el Golfo proviene del Agua Intermedia del Caribe (28 mM) y de la porción superior del Agua Profunda del Atlántico Norte (16 mM) entre los 1,000 y 1,100 metros de profundidad. Su distribución vertical depende de los giros; incrementa hacia la superficie en los ciclónicos por ascensión en aguas ricas en este nutriente, y disminuye en los anticiclones por hundimiento de la capa superficial pobre en silicatos.

### Clorofila "a"

A pesar de incrementos puntuales (en giros ciclónicos y áreas costeras) de este pigmento, la distribución de clorofila "a" en la Plataforma del Golfo de México Sur varía espacialmente y en general sus niveles son bajos. Mediante imágenes de satélite se han detectado al este y noroeste del Golfo de México concentraciones bajas en el verano (mayo-julio) de  $< 0.06 \text{ mg/m}^3$ , y se incrementan ligeramente en invierno (diciembre-febrero) de  $> 0.18 \text{ mg/m}^3$  (Aguirre-Gómez, 2002).

A través de una imagen del sensor *SeaWiFS* de abril del 2000, se interpreta la surgencia en las costas de Yucatán con altas concentraciones de clorofila ( $3 \text{ mg/m}^3$ ), comportamiento semejante al observado en octubre de 1979 con una imagen del CZCS (*Coastal Zone Color Scanner*).

Merino-Ibarra (1992) registró una coincidencia entre el contenido de nitratos y el de clorofila "a" tanto espacial como temporalmente entre la zona de afloramiento (con un máximo de  $2 \text{ mg/m}^3$ ) y la de aguas mezcladas ( $0.25 \text{ mg/m}^3$ ). Walsh *et al.* (1989) usando un modelo numérico, determinaron que el factor que controla la variación estacional de la concentración de clorofila "a" en las aguas del Golfo de México, es la profundidad de la capa de mezcla, así como la disponibilidad de nutrientes; la biomasa de algas es alta cuando la capa de mezcla superficial es más profunda; en consecuencia la productividad primaria en esta capa está controlada por la variación del flujo de los nutrientes hacia arriba.

#### 1.1.2) Características biológicas

Los hábitats de la Ecorregión Plataforma del Golfo de México incluyen lechos de pastos marinos y algunos arrecifes coralinos que sustentan a un gran número de especies de peces. Abarca la parte tropical

meridional del Golfo de México, que se caracteriza por ser una cuenca semicerrada con corrientes tropicales.

La surgencia que se presenta a lo largo de la Plataforma del Golfo de México Sur puede resultar en aportes verticales de nutrientes, que a su vez aumentan la producción primaria y propician la abundancia de una amplia variedad de especies marinas.

En la Plataforma del Golfo de México Sur habitan varias especies en riesgo, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, tales como el manatí del Caribe (*Trichechus manatus*), las tortugas marinas caguama (*Caretta caretta*), verde del Atlántico, tortuga blanca (*Chelonia mydas*), de carey (*Eretmochelys imbricata*) y laúd (*Dermochelys coriacea*); y algunas especies de tiburón, como el tiburón ballena (*Rhincodon typus*).

Los arrecifes en la Plataforma del Golfo de México Sur se distribuyen sobre una plataforma amplia formada principalmente por sedimentos carbonatados, a lo largo de una franja de 55 metros sobre la plataforma externa y a una distancia de 130 kilómetros hasta más de 200 kilómetros de la costa (Tunnell, 1992). Estos arrecifes se encuentran rodeados por aguas caribeñas provenientes del Canal de Yucatán y no se ven afectados por escurrimientos continentales. Conforman estructuras en forma de montañas sumergidas y dispersas a lo largo de la plataforma continental (Tunnell, 2007). Los arrecifes se desarrollan a una profundidad promedio de 30- 40 metros, y están distantes unos de otros cientos de kilómetros (Reyes y Jordán, 2013).

Las formaciones arrecifales presentes en la Plataforma del Golfo de México Sur están dominadas por *Acropora palmata* en áreas someras y por *Montastraea annularis* en aguas más profundas.

Se tienen registros de poco más de 40 especies de gorgonáceos en el Caribe, entre los que se encuentran *Eunicea mammosa*, *E. succinea*, *Pterogorgia guadalupensis*, *Plexaura flexuosa*, *Plexaurella fusifera*, *Pseudoplexaura porosa* y el coral blando o abanico de mar (*Plexaura homomalla*) (CONANP, 2008), especie sujeta a protección especial de acuerdo 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 (DOF, 2010).

Respecto a los corales escleractinios, se tienen registros de especies de los géneros *Siderastrea*, *Diploria*, *Palythoa*, *Millepora*, *Porites*, *Solenastrea*, *Oculina* y una especie no identificada del género *Cladocora*. Entre las especies que se encuentran dentro del área objeto de estudio se encuentran *Palythoa caribaeorum*, coral de fuego (*Millepora alcicornis*), *Porites astreoides*, *Diploria strigosa* y *Solenastrea bournoni*.

Los arrecifes de coral se encuentran entre los ecosistemas biológicos más diversos del planeta, lo cual se refleja de manera notable en las comunidades de peces que sostienen. De todas las especies de peces marinos, entre el 66% y el 89% fueron encontrados en arrecifes de coral y en hábitats asociados a sus arrecifes (Moyle y Cec, 1988). En general, la enorme diversidad de especies de peces de los arrecifes se

atribuye a la cantidad de los diferentes hábitats que existen en estos ecosistemas. La complejidad de los arrecifes proporciona a los peces una infinidad de microhábitats o nichos que pueden ocupar.

Aunque generalmente la diversidad es alta en comunidades arrecifales no perturbadas, la distribución de los peces no es homogénea y de hecho, tiende a ser agregada, y la heterogeneidad de su distribución puede atribuirse a las características de cada hábitat (Hixon y Beets, 1993), a la distribución espacial del alimento (González-Gándara *et. al* 1999), y a la complejidad topográfica (Risk, 1972; Núñez-Lara y Arias-González, 1998), entre otras.

Dado que una descripción detallada de todas las especies marinas, rebasa los alcances de este estudio, el análisis que se incluye en esta sección se fundamenta con los elementos más importantes de las comunidades de peces en los sistemas arrecifales, ya que a partir de ello se establece el contexto que justifica la necesidad de establecer esquemas de conservación en el ambiente marino objeto de estudio.

Son tres los factores importantes que aparecen como limitantes en el desarrollo de las comunidades de peces arrecifales del Golfo de México, en comparación con los del Caribe: diversidad de hábitat, área arrecifal limitada y la proximidad de las poblaciones que sirven como recurso (Dennis y Bright, 1988).

La relativa consistencia del ambiente físico en los arrecifes coralinos afecta de manera significativa la composición de sus comunidades de peces, en el sentido que favorece procesos adaptativos a largo plazo. Como resultado, las especies más abundantes son aquellas que han aprovechado de manera más exitosa el hábitat y los recursos alimenticios del arrecife.

La estructura trófica está determinada por grupos o gremios de especies que comparten sus preferencias alimentarias, más que por la ausencia o presencia de especies raras, cuyo papel en el flujo de energía de una red trófica puede ser insignificante. Consecuentemente, se podría esperar que las variaciones en la abundancia de las especies raras tengan un impacto limitado en la estructura global de una comunidad de peces de estos ecosistemas. La estructura de los gremios probablemente está condicionada por factores como el tamaño y la diversidad del hábitat, los cuales pueden determinar la naturaleza de las fuentes de alimento (Williams y Hatcher, 1983).

Dentro de la zona de estudio se localiza la Reserva de la Biosfera de Tiburón Ballena caracterizada por su riqueza faunística. En cuanto a los moluscos se han registrado 109 especies pertenecientes a 65 géneros y 41 familias. Los géneros mejor representados son *Diodora*, *Echinolittorina* y *Strombus* (Villena, 1983; SEMARNAT-CONANP, 2003 y Salazar-Vallejo *et al.*, 2008). La distribución geográfica de las especies de moluscos identificados en el área, refleja la influencia de la corriente norecuatorial que corre dentro del Caribe a través del Canal de Yucatán y que, a su paso por las costas continentales e insulares, transporta larvas y en ocasiones adultos hasta Florida, Carolina del Norte y las Bermudas (SEMARNAT-CONANP, 2003).

Dentro de la criptofauna marina en el área objeto de estudio destacan, por su abundancia, densidad y riqueza de especies, los anélidos poliquetos. Se han registrado 51 especies de poliquetos pertenecientes a 26 géneros y 13 familias. De los crustáceos marinos destaca, por ser un recurso de alto valor comercial, la langosta espinosa (*Panulirus argus*).

El número de especies de moluscos que se ha estimado para los ambientes profundos del Golfo de México es aparentemente mayor que para los ambientes más someros, ya que tan solo para las regiones norte y noreste de la Península de Yucatán se han registrado 110 especies de gasterópodos benthicos en el intervalo de los 28 a los 617 metros (García-Cubas *et al.*, 1999). En el caso de los equinodermos, se han encontrado 48 especies de asteroideos y equinoideos para las zonas de Tamaulipas, Campeche y Yucatán (Caso, 1971; Solís-Marín *et al.*, 1993; Barbosa-Ledesma *et al.*, 2000).

## 1.2) Ecorregiones Plataforma y Talud del Caribe Mesoamericano

Tomando en cuenta que las Ecorregiones Plataforma y Talud del Caribe Mesoamericano comparten características físicas, el presente apartado analiza las condiciones de ambas.

### 1.2.1) Características físicas

#### a) Geología física e histórica

El Caribe se formó durante el periodo Terciario, entre 65 y 2 millones de años antes del presente, como resultado del desplazamiento de las placas de la corteza terrestre (Morales, 2004). Las placas continentales del Norte y Sudamérica se alejaron lentamente del supercontinente primitivo Pangea, dando origen al Océano Atlántico. Al mismo tiempo, se fue introduciendo un gran trozo de la placa del Pacífico, que posteriormente se separó y constituyó lo que ahora es la placa del Caribe. Finalmente, los movimientos tectónicos hicieron que el istmo centroamericano ocupara el sitio que actualmente tiene, separándose completamente el Atlántico del Pacífico (Morales, 2004).

La parte oriental del Caribe es la más antigua y su origen se relaciona con los plegamientos que ocasionaron la formación de las cadenas montañosas del norte de Sudamérica y las islas de las Antillas Menores. En esta región, la placa del Caribe colisiona con la placa de Norteamérica, produciéndose procesos de subducción, donde la fricción entre los bordes de las placas, produce terremotos y energía térmica que se manifiesta en actividad volcánica (Morales, 2004).

La cuenca de Yucatán ocupa una posición importante con respecto a la frontera norte de la placa del Caribe porque queda adyacente al Cretácico Tardío y el Eoceno Medio al límite convergente de Cuba, La Española y Puerto Rico, pero por fuera es más joven, actualmente el límite transformante de la placa se extiende desde Honduras hasta Puerto Rico (Rosencrantz, 1990).

La corteza profunda de la cuenca es oceánica en las partes del norte central y occidental, pero esta corteza se ha hundido hacia el sur más de 20 kilómetros por debajo de la dorsal Caimán. A lo largo del lado occidental de la cuenca se han encontrado metasedimentos litológicamente similares a las rocas del Paleozoico encontradas a profundidad por la plataforma de Yucatán con texturas metamórficas similares a las que se han identificado en la parte central y occidental de Cuba del Cretácico Tardío (Rosencrantz, 1990).

El resultado de una compleja geología en la región del Caribe, ha plasmado su historia en la presencia de montañas, volcanes, mesetas, barrancas, escarpes, colinas, llanuras, cordilleras, desfiladeros, picos y



cañones que forman parte de la topografía submarina de una de las regiones más accidentadas y complejas del mundo (Morales, 2004).

La topografía de la Plataforma y el Talud del Caribe Mesoamericano se caracteriza por dos canales paralelos a la línea de costa: el Canal de Cozumel, con casi 400 metros de profundidad y 18 kilómetros de ancho se ubica al oeste de la Isla de Cozumel; y el Canal de Yucatán, cercano a los 2,040 metros de profundidad se localiza entre la Península de Yucatán y Cuba.

Una de las principales características fisiográficas del Mar Caribe, es la barrera topográfica que representa el arco antillano, que solo permite un intercambio limitado de masas de agua, entre el Mar Caribe y el Océano Atlántico (Gallegos y Czitrom, 1997).

La Plataforma del Caribe mexicano es angosta, con una distancia de 20 kilómetros de ancho a la altura de Cancún y de solo uno a tres kilómetros a la altura de Sian Ka'an (Wilkinson *et al.*, 2009), cuya profundidad menor es de 0 metros y la mayor alcanza una profundidad de 500 metros.

Por su parte la región del Talud del Caribe Mesoamericano presenta un rango de profundidad más variado, que va desde los 0 a los 400 metros y en su zona más profunda alcanza los 1,500 metros.

El borde de la Plataforma de Yucatán en la parte este, está compuesto de una serie de paralelos con tendencia nororiental de pilares y fosas y al lado noroccidental, con una cuenca sedimentaria, aledaña a Cozumel. En el lado noroccidental de la planicie abisal de Yucatán se localizan dos dorsales paralelas hacia Cuba. Más allá del suroccidental desaparece el sistema doble de dorsales, pero la cuenca noroccidental de la dorsal es muy profunda (Case, 1975).

Al norte del Banco Chinchorro se presentan dos dorsales lineales con orientación nororiental-suroccidental. Estas líneas de discontinuidad, de lados escarpados, tienen una extensión de 20 a 60 kilómetros y ancho promedio de 12 kilómetros. Al sur del Banco Chinchorro las líneas de las dorsales se separan por 40 kilómetros, pero convergen a 20 kilómetros en el norte (Case, 1977).

El basamento de la Plataforma de Yucatán incluye tres elementos topográficos lineales que se extienden a lo largo del borde continental: un canal alineado a lo largo de los ejes, un alto exterior topográfico paralelo al este del canal y un escarpe exterior que se inclina hacia el este desde el exterior de las dorsales (Case, 1977).

Esta ubicación le confiere atributos particulares desde el punto de vista geohidrológico. Se encuentra sobre el borde de la formación Carrillo Puerto donde los procesos de fractura han dejado un sistema sumamente discontinuo y en el cual son visibles microvalles con orientación de sur a norte pero con anchuras menores al corresponder a la porción donde el desarrollo dendrítico de las fracturas es más evidente y sobre una gruesa capa de sedimentos de reciente formación, ya que corresponden al periodo Mioceno-Pleistoceno. Estos basamentos se pueden identificar a partir de una distancia de alrededor de cuatro a cinco kilómetros desde la costa hacia el sur, forman el sustrato básico de la geoforma de planicie cercana a la costa que caracteriza toda la parte sur de Laguna Conil o Yalahau, en la actual Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

En la Ecorregión Plataforma del Caribe Mesoamericano se pueden apreciar de manera clara procesos de erosión y acreción de la línea de costa; no así sobre la parte continental, particularmente sobre la costa sur de Laguna Conil o Yalahau, donde se pueden apreciar etapas de consolidación de suelos y maduración consiguiente de la cobertura vegetal y es delimitada por la isobata de los 200 metros (Logan, 1969 en Merino, 1992).

COTEJADO



### Montes submarinos

Las zonas de mar abierto, en general, son consideradas como áreas de baja productividad primaria. Sin embargo, la presencia de montes submarinos que emergen sobre las planicies del fondo marino genera una serie de cambios inducidos por la topografía que incrementan significativamente la productividad.

Una gran porción de la biodiversidad de las aguas profundas se encuentra concentrada en los montes submarinos. Dichos montes o montañas se levantan a 1,000 metros o más a partir del lecho marino sin que su cima alcance la superficie del océano.

Debido a sus características físicas y a las corrientes locales, las montañas submarinas acumulan enormes cantidades de plancton. A su vez, el plancton atrae a otros componentes de la biodiversidad marina, proporcionando alimento para innumerables especies pelágicas, desde grandes mamíferos marinos, hasta una extraordinaria diversidad de peces y aves que de ellos se alimentan, incluidas esponjas y bacterias microscópicas.

Uno de los aspectos geológicamente relevantes de la Ecorregión Talud del Caribe Mesoamericano es la meseta submarina conocida como Banco Submarino Arrowsmith que está ubicado en mar abierto, a 40 kilómetros de Isla Mujeres, entre los 21° 17' 28.32" N y 86° 28' 03.36" O y los 20° 51' 50.76" N y 86° 17' 42" O (Figura 9).

El Banco Arrowsmith se caracteriza por presentar ocho diferentes tipos de fondo (Loreto *et al.*, 2005):

1. Planicies cubiertas de algas verdes calcáreas o fondo de florecitas, compuestos de especies de algas del género *Halimeda* principalmente;
2. Planicies cubiertas de arena o fondos arenosos;
3. Cordilleras de coral duro que bordean un escalón o cordilleras elegantes;
4. Planicies cubiertas de rodolitos o fondo chivolero, compuesto de algas rojas calcáreas que forman estructuras como cantos rodados pequeños;
5. Algas, esponjas e hidrozoarios en los márgenes del Banco;
6. Planicies con grupos de esponjas vasiformes aisladas o fondo de chocholes;
7. Planicies cubiertas de hidrozoarios o fondo de ramalitos;
8. Cordilleras de coral en montículos.

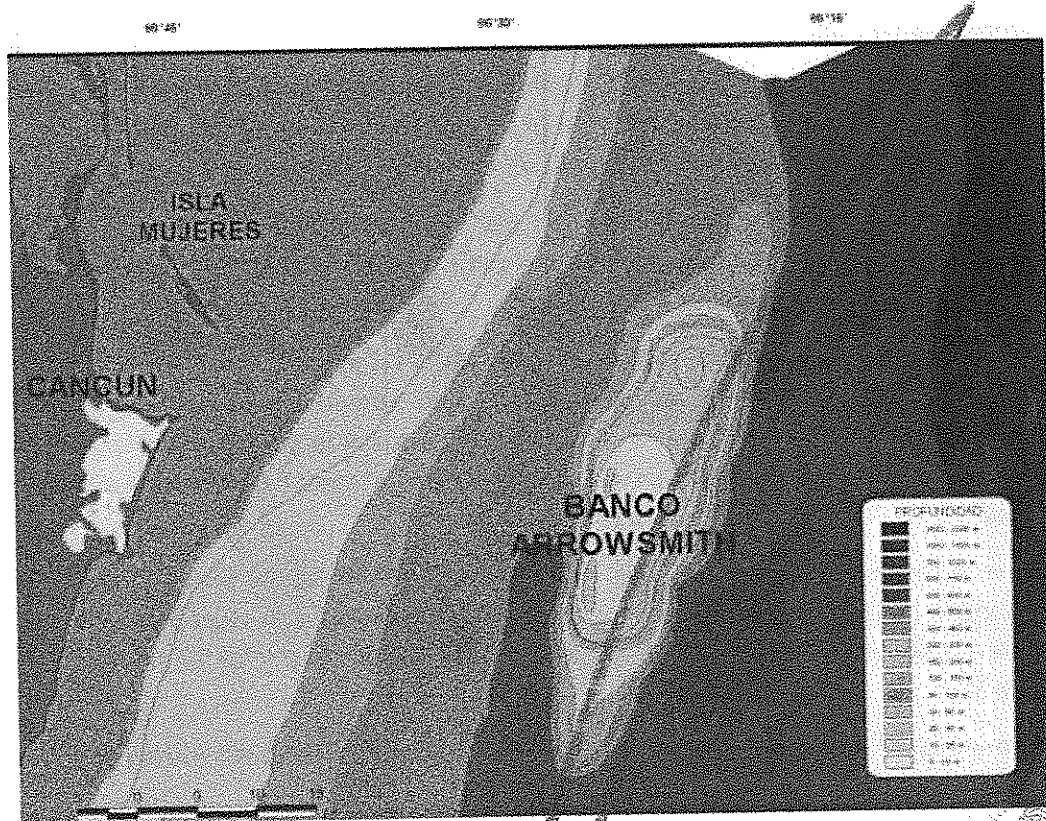


Figura 9. Localización del Banco Arrowsmith.

#### Cañones submarinos

La estructura de los taludes continentales muchas veces está definida por la presencia de cañones submarinos y zonas de deslices de sedimentos. Estos elementos de gran escala, junto con las corrientes oceánicas crean una gran diversidad topográfica de los fondos marinos que incluyen un amplio rango de sustratos colonizables por los organismos, como sedimentos suaves, peñones y paredes de roca expuesta (UNEP, 2007).

Los cañones submarinos son considerados como zonas de alta biodiversidad (*hotspots*). Representan cambios locales en la zonación al producir una discontinuidad física en la plataforma continental y su talud, siendo además conductos que canalizan materiales de origen continental, como aportes de ríos, sedimentos, etc., lo que provoca generalmente una mayor abundancia de nutrientes, comparado con las áreas adyacentes.

#### Índice de Rugosidad Topográfica (TRI, por sus siglas en inglés)

La complejidad física (Índice de Rugosidad Topográfica) ha demostrado ser un indicador útil para la identificación de hábitats particularmente heterogéneos, los cuales muchas veces están asociados a una alta riqueza de especies.

La complejidad topográfica béntica indica cada cuánto cambia la pendiente del fondo oceánico en un área predeterminada, es decir, la densidad de las pendientes. La inclinación indica el grado de la pendiente, el relieve representa la rugosidad.

La complejidad contempla los cambios en la inclinación y puede distinguir aquellos rasgos inclinados típicos de los rasgos distintivos, que por sí solos la inclinación o relieve generalmente no permiten distinguir (adaptado de Ardrón, 2002). El cálculo de la complejidad béntica resulta ser relativamente sencillo, ya que solamente requiere de información batimétrica, dato básico para realizar un análisis en el ámbito marino profundo.

La batimetría de la Plataforma y del Talud del Caribe mexicano, en el área objeto de estudio, revela profundidades promedio entre los 100 y los 500 metros, identificándose la isóbata de 1,000 metros en una franja que corre aproximadamente al este de la Isla Cozumel, actualmente protegida bajo la categoría Área de Protección de Flora y Fauna y del Banco Arrowsmith (Gulf of Mexico Coastal Ocean Observing System—GCOOS, 2014).

Estas profundidades explican, desde el punto de vista geológico, la riqueza biológica presente tanto en las áreas naturales actualmente protegidas que se ubican dentro del área objeto de estudio, como aquellas consideradas para ser protegidas bajo la categoría de Reserva de la Biosfera. La Figura 10 muestra la batimetría del área objeto de estudio.

Los datos de batimetría en el área objeto de estudio revelan una complejidad topográfica béntica, propia de las áreas ricas en especies que están asociadas con hábitats complejos, mismas que se describen en las características biológicas que para la Ecorregión considera el presente estudio. Así, la rugosidad característica de la complejidad topográfica béntica favorece la presencia de una mayor cantidad de nichos disponibles en donde los organismos puedan vivir, que conducen a la presencia de una mayor diversidad de organismos.

COTEJADO



COTEJADO

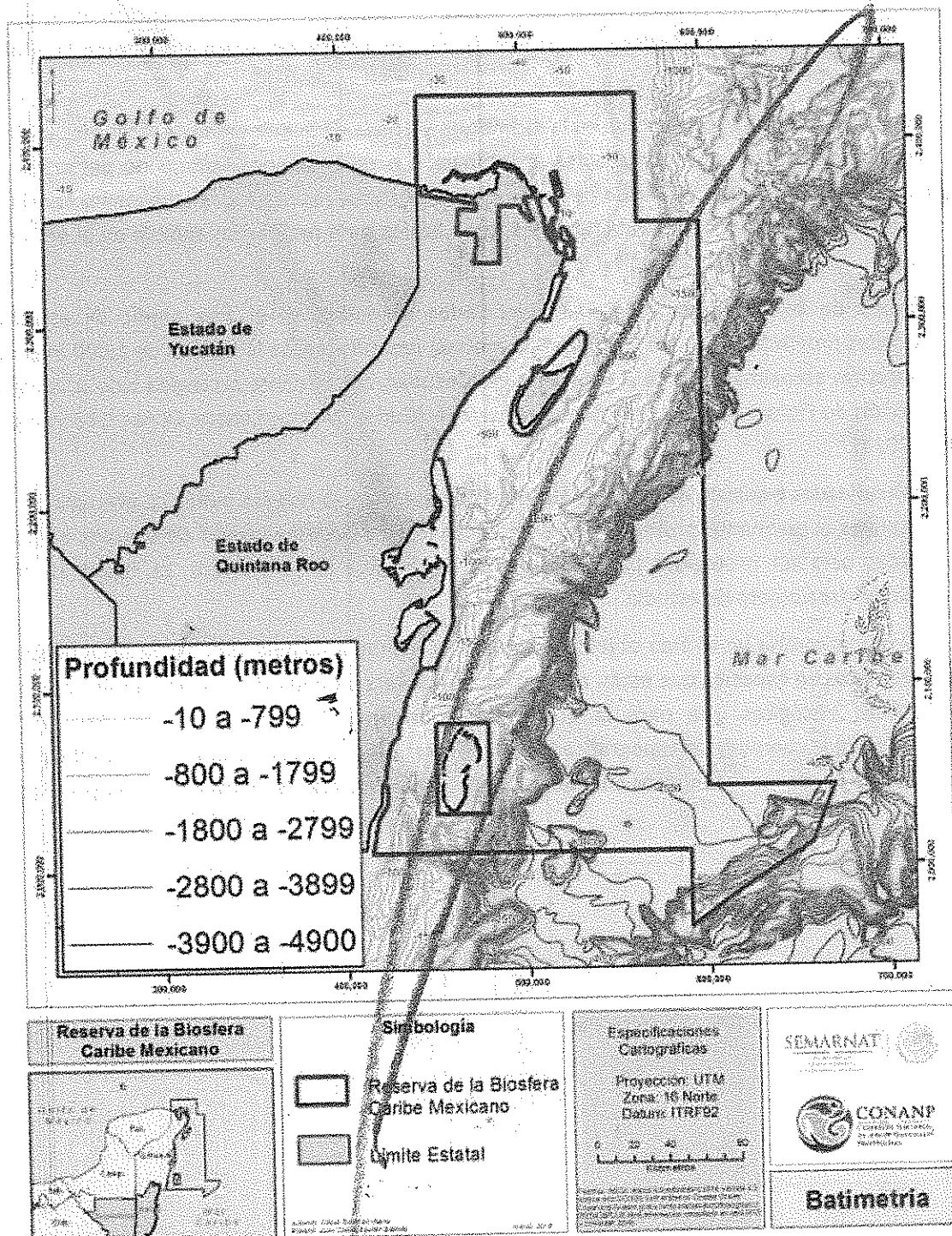


Figura 10. Batimetría y Ecorregiones del ambiente marino para la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

**b) Oceanografía****Circulación y corrientes**

La corriente del Caribe se forma por la unión de tres corrientes principales provenientes del norte y del sur del Atlántico: la Corriente Ecuatorial del Norte, la Corriente de Brasil y la Corriente de Guayanas, las cuales penetran por el paso entre las islas, principalmente las Antillas Menores (Morales, 2004). La corriente del Caribe sigue en dirección al oeste hasta entrar al Golfo de México por el Canal de Yucatán (Morales, 2004).

En este lugar existe un umbral o escalón submarino con una profundidad menor a la del resto de la cuenca, y las masas de agua que circulan por las profundidades chocan con el umbral y ascienden llevando consigo sedimentos del fondo, lo que enriquece significativamente el ambiente marino de las Ecorregiones Plataforma y Talud del Caribe Mesoamericano, particularmente en el área objeto de estudio. Una vez que la corriente recorre el Golfo de México, regresa nuevamente al Atlántico por el estrecho de Florida rumbo a Europa (Morales, 2004).

El Mar Caribe está dominado por la corriente del Caribe que corre de sur a norte de manera paralela a la costa, frente al estado de Quintana Roo. Esta corriente se caracteriza por su temperatura cálida y su alta salinidad y al pasar por el Canal de Yucatán recibe el nombre de Corriente de Yucatán (CY) (Reyes, 2005), siendo una de las corrientes más dinámicas e intensas del planeta (Ochoa *et al.*, 2001).

La velocidad promedio de la citada corriente es de  $1.5 \text{ m s}^{-1}$  (Ochoa *et al.*, 2001; Coronado *et al.*, 2007). En los meses de abril a noviembre, la intensidad de las corrientes de la CY, incrementa a más de  $2 \text{ m s}^{-1}$ ; mientras que en los meses de invierno disminuye a un promedio de  $0.9 \text{ m s}^{-1}$  (Coronado *et al.*, 2007). Es importante destacar que siendo la CY un fenómeno que comparten las tres Ecorregiones descritas en el ambiente marino del área de estudio, la velocidad aquí descrita también se presenta en la Ecorregión del Golfo de México Sur.

Esta corriente circula por el oeste del Canal de Yucatán y se continúa hacia el Golfo de México, como la Corriente del Lazo, rodeando a la Plataforma de Yucatán. Posteriormente, la corriente de Yucatán se dirige hacia el oeste y al norte del Golfo de México, se aproxima a Cuba y gira hacia Florida. Una rama de la Corriente del Lazo (Contracorriente Cubana) diverge en la costa de Cuba, y regresa hacia el Canal de Yucatán (Badan *et al.*, 2005).

**Masas de agua**

Por debajo del estrato superficial (0-50 metros) se encuentran cuatro masas de agua que llenan las cinco cuencas principales del Mar Caribe, entre ellas la Cuenca de Yucatán. En orden decreciente de densidad y profundidad éstas son: Agua Subsuperficial Subtropical del Atlántico Norte (ASSAN; 50-250 metros), Agua Central del Atlántico Noroccidental (ACAN; 250-750 metros), Agua Intermedia del Antártico (AIA; 750-950 metros) y Agua Profunda del Atlántico Norte (APAN; 950 metros al fondo) (Gallegos y Czitrom, 1997).

A partir de los 1,200 metros hacia abajo, en el APAN, el agua del Mar Caribe es casi homogénea y su volumen representa el 73% del Mar Caribe (Gallegos y Czitrom, 1997). La temperatura varía de  $3.8$  a  $4.2^\circ \text{C}$  y la salinidad de 34.90 a 35.00 ups (Gallegos y Czitrom, 1997).

La masa de agua AIA se distribuye en toda la región del Mar Caribe en un estrato de 200 metros de espesor, cuenta con un mínimo de salinidad a una profundidad promedio de 850 metros con una temperatura de 6.5° C, presentándose en el Canal de Yucatán con 34.85 ups (unidades prácticas de salinidad; Gallegos y Czitrom, 1997). Esta masa de agua llena el 6% del volumen total del Mar Caribe (Gallegos y Czitrom, 1997).

El ACAN se distribuye por todo el Mar Caribe y representa el 12% del volumen del mismo, sus valores de temperatura van de 7.0 a 20.0°C y los de salinidad, de 35.0 a 36.7 ups (Gallegos y Czitrom, 1997). El ACAN dentro del Mar Caribe separa el estrato subyacente de mínima salinidad (AIA) del estrato suprayacente de máxima salinidad que corresponde al ASSAN.

### Mareas

Las mareas en el Caribe mexicano son de tipo mixto (cuando las pleamares y bajamares sucesivas difieren mucho en la altura), en comparación con la mayor parte del Golfo de México, que en general son de tipo diurno (cuando presentan dos pleamares y dos bajamares en 24 horas, 48 minutos) (De la Lanza-Espino, 2001; Wilkinson *et al.*, 2009).

### Oxígeno disuelto, nutrientes (nitratos, nitritos, ortofosfatos, silicatos y clorofila "a")

En general en el Caribe mexicano se registran incrementos de nutrientes muy localizados en el borde continental o a partir de los 200 metros (De la Lanza *et al.*, 1990; Lara-Lara *et al.*, 2008), y las variables oceanográficas que influyen en la distribución de las especies corresponden particularmente a la salinidad y la distribución del oxígeno, lo cual indica que el Caribe mexicano se caracteriza por una relativa estratificación hidrológica con niveles de nutrientes bajos y alta salinidad superficial típica de esta región.

La mayor parte del Caribe mexicano no es fertilizada ni por surgencias ni por ríos, las aguas cálidas superficiales no se mezclan con las profundas más frías y ricas en nutrientes. Los nutrientes se sedimentan y el mar se transforma en un desierto donde se organiza un ecosistema, aparentemente poco productivo, pero de admirable complejidad que permite el desarrollo de formaciones arrecifales cuyo valor biológico es igualmente importante que el de aquellas áreas en donde existe una alta concentración de nutrientes. Ambas condiciones representan la base de la cadena trófica de todo tipo de especies marinas, incluyendo a las de valor comercial.

Los ecosistemas de arrecifes de coral se caracterizan por altas tasas de producción primaria, sosteniendo una gran diversidad de flora y fauna asociada. Además, presentan una alta tasa de intercambio de nutrientes y organismos con ambientes cercanos lo que incrementa su productividad. La biomasa de peces estimada para la porción sur del Sistema Arrecifal Mesoamericano es de 205 t km<sup>2</sup>, mayor a lo registrado en arrecifes de coral de Islas Vírgenes y Cuba, pero similar a lo reportado para la Gran Barrera Arrecifal de Australia (Ardisson *et al.*, 2011).

Por ello, los ecosistemas que se desarrollan en el Mar Caribe, particularmente en el área objeto de estudio, son de alta importancia biológica, por los hábitats que ahí se desarrollan, ejemplo de ello son los actualmente protegidos con la categoría de Parques Nacionales, tales como Isla Contoy, Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún, Punta Nizuc; Arrecifes de Puerto Morelos, y Arrecifes de Cozumel, que colindan con la superficie que se propone establecer como Reserva de la Biosfera en el presente estudio.

Las aguas costeras del Caribe mexicano han sido caracterizadas como oligotróficas, estables verticalmente y con una elevada transparencia (Merino y Otero, 1991).

La distribución del oxígeno en un perfil vertical tomado en el verano frente a Chetumal hasta los 200 metros, muestra que en los primeros 50 metros el agua se encuentra mezclada, con valores de 4.6 ml/l; mientras que a partir de esta profundidad se nota una estratificación en la cual los niveles de oxígeno disuelto decrecen hasta alcanzar 3.6 ml/l a 200 metros, lejos de valores de anoxia que son indicados por los niveles de esta variable a partir de 0.2 ml/l. En tanto que la carta de distribución superficial de esta variable en el otoño frente a Quintana Roo, indica valores entre 4.6 ml/l y 4.0 ml/l. Algunos autores sugieren que los valores de anoxia se sitúan a 500 metros o más de profundidad (De la Lanza *et al.*, 1990).

Debido a la ausencia de luz, la vegetación no puede desarrollarse en las zonas de mar profundo, por lo que la mayor parte de los nutrientes en las cadenas alimenticias de profundidad son producto de la materia orgánica proveniente de las aguas superficiales que "llueve" sobre el mar profundo. Solamente una pequeña fracción (1% o menos) de la productividad de las aguas superficiales alcanza a llegar hasta los fondos marinos profundos. Es por esto que las comunidades de fauna de los fondos marinos profundos usualmente se encuentran dispersas y presentan poca abundancia (Holmes *et al.*, 2009).

Para estimar el flujo de materia orgánica en el océano, comúnmente se ha recurrido a métodos indirectos como medir la producción primaria, que a la vez está determinada por el flujo de nitratos. Sin embargo, es necesario considerar otras fuentes de nitrógeno biodisponible en el ambiente marino. Según datos de Yool *et al.* (2007), el nitrógeno puede provenir tanto de procesos biológicos como de procesos de remineralización (nitratos), al diferenciar ambas fuentes se obtiene un dato más confiable en cuanto al flujo de materia orgánica en el océano.

Ahora bien, no obstante que la diversidad no depende directamente de la dureza del sustrato, también se ha observado que mientras los ambientes de fondos duros están asociados a una mayor diversidad de macrofauna, la meiofauna se asocia comúnmente a los fondos suaves. Los ambientes de fondos duros presentan generalmente comunidades más complejas y heterogéneas que las de los fondos suaves, no obstante que ambos pueden ser igualmente diversos.

Del análisis anterior, se desprende que por las características oceánicas, geológicas, físicas y químicas, presentes en el ambiente marino del área de estudio, ésta puede considerarse de una riqueza única en México por la coexistencia de hábitats en extensiones relativamente pequeñas, en comparación con el tamaño de las ecorregiones a las que pertenecen.

A lo señalado anteriormente, se adiciona una característica propia de la Corriente de Yucatán que permite el transporte de nutrientes provenientes de los afloramientos de la Ecorregión Plataforma del Golfo de México Sur hacia la porción del Caribe en la parte norte del área objeto de estudio.

### 1.2.2) Características biológicas

#### a) Vegetación

La vegetación marina está compuesta por pastos y algas. En el área objeto de estudio se ha registrado un total de 69 especies, de las cuales 66 son macroalgas y tres son pastos marinos.

Dentro de las macroalgas, 30 son chlorophytas (o algas verdes), 23 son rhodophytas (o algas rojas), 12 son phaeophytas (o algas cafés) y una cyanophyta (o verde azules) representada por una asociación de algas pequeñas filamentosas denominadas "turf". Las especies que llegan a ser abundantes son las algas verdes como *Halimeda tuna* y algas cafés como *Lobophora variegata*. Como especies comunes están las algas verdes *Caulerpa verticillata* y *Halimeda goreau*, el alga café *Dictyota cervicornis* y el alga roja *Amphiroa rigida*.

Existen algunas algas dañinas debido a que penetran el tejido vivo de los corales provocando enfermedades como la banda negra y blanca. Otro grupo es el de las cementadoras, ya que crecen entre las grietas de los corales, modificando así la estructura misma del arrecife. En general, el grupo es un fuerte competidor por espacio para las comunidades coralinas debido a sus altas tasas de crecimiento (Round, 1984; Borowitzka y Larkum, 1986; Dawes, 1986; Littler *et al.*, 1989 y Wells, 1988).

Los pastos marinos son plantas vasculares, angiospermas monocotiledóneas, que crecen sobre fondos sedimentarios costeros en aguas de poca profundidad. Forman parte de la base de la red trófica marina, pues son productores primarios, fijadores de nitrógeno, y recicladores de nutrientes. Las altas tasas de productividad de los pastizales están estrechamente relacionadas con las altas tasas de producción de las pesquerías asociadas (Lanyon, 1986).

Además, los pastos marinos ayudan físicamente a reducir el oleaje y la energía de la corriente, a filtrar sedimentos suspendidos en el agua, a estabilizar los sedimentos del fondo marino (Fonseca *et al.*, 1982) y proveen sitios de alimentación y protección para diferentes especies.

En la zona de estudio, los pastos marinos más representativos son pasto marino de tortuga (*Thalassia testudinum*), que forma las praderas más extensas, y el pasto marino de manatí (*Syringodium filiforme*), frecuente donde el oleaje es intenso. El pasto *Halophila engelmannii* destaca por su escasa presencia en Quintana Roo, en pocos sitios de la parte norte, en la Laguna Conil o Yalahau (Espinoza-Avalos, 2011).

En resumen, la vegetación marina cumple con el importante papel ecológico de proveer de alimento, oxígeno y hábitat a varias especies de animales arrecifales como peces, moluscos, crustáceos, equinodermos, tortugas marinas y manatíes (Lanyon, 1986; Littler *et al.*, 1989; 1990).

#### b) Fauna

##### Arrecifes de coral

Los arrecifes coralinos son las comunidades más diversas del medio marino, solamente comparadas en belleza, colorido y diversidad de formas con las selvas altas perennifolias. En ellos habitan alrededor de 3,000 especies de plantas y animales, tan solo de peces se pueden encontrar más de 400. Se desarrollan exclusivamente en aguas poco profundas, tibias y bien iluminadas.

COTEJADO

En general, el área objeto de estudio, que se ubica en la Ecorregión Plataforma del Caribe Mesoamericano, se caracteriza por la presencia de aguas claras cuya riqueza biológica se debe exclusivamente a la presencia de arrecifes.

La Cordillera Cozumel y Arrowsmith cuentan con diversos grupos taxonómicos con una elevada riqueza específica, entre ellos corales de profundidad, moluscos, anélidos poliquetos, equinodermos, esponjas, crustáceos, peces y mamíferos marinos. Las especies endémicas de este sitio son los peces *Lipogramma trilineatum*, *Labrisomus bucciferus*, *Gobiesox punctulatus* y *Robinsichthys arrow smithensis*; y las especies clave consideradas para este sitio son los corales de profundidad como proveedores de hábitat.

El Banco Chinchorro Profundo cuenta con una elevada riqueza específica de corales de profundidad, moluscos, poliquetos, equinodermos, peces y crustáceos decápodos (*Brachycarpus biungiculatus*, *Periclimenes iridescens*, *Alpheus amblyonyx*, *Automate evermanni*, *Synalpheus brooksi*, *S. paranephtunus*, *S. rathbunae*, *Janicea antiquensis*, *Trachycharis restrictus*, *Processa profunda*, *P. vicina*). Entre las especies endémicas de este sitio se encuentran los corales de profundidad con fauna diversa asociada, y entre las especies clave para este sitio se consideran a los elasmobranchios de cinco bránquias (especies de peces primitivas), aunque de ocurrencia limitada y poco conocidos.

Las estructuras presentes en la zona de estudio forman parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano, algunas de ellas se encuentran sujetas a protección bajo alguna categoría de área natural protegida, tal es el caso de los Parques Nacionales Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, Arrecifes de Cozumel y Arrecifes de Xcalak.

Sin embargo, algunas estructuras arrecifales se desarrollan fuera de los límites de los Parques Nacionales señalados en el párrafo anterior, subsistiendo en ellas la diversidad biológica que caracteriza a las actualmente protegidas. Es por esta razón que se requiere buscar la continuidad de su protección, estimándose adecuada la categoría que la legislación denomina Reserva de la Biosfera, cuya pertinencia se analiza en el presente estudio, en el apartado II.b) Razones que justifiquen el régimen de protección.

Siguiendo los criterios geomorfológicos de Pichon (1981) y Guilcher (1988) los arrecifes del área son de tipo bordeante con tres zonas principales: La Laguna Arrecifal, la Cresta Arrecifal y el Arrecife Frontal, estas tres zonas conforman los ambientes arrecifales característicos del área de estudio, particularmente en la parte perteneciente a la Ecorregión Plataforma del Caribe Mesoamericano.

En efecto, los arrecifes existentes dentro de la porción centro oriental de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, presentan un notable desarrollo y diversidad de organismos. Particularmente, las secciones del sistema arrecifal ubicadas frente a Punta Maroma, con crecimientos coralinos continuos en las zonas someras y con estructuras arrecifales del tipo macizos y canales en la pendiente oriental.

En esta sección intermedia queda incluida Playa del Carmen cuyo desarrollo arrecifal se limita a los bajos arrecifales aislados entre la laja calcárea o en los bordes, donde esta se interrumpe y forma un desnivel o "escalón", parecido a los arrecifes de Punta Cancún.

Los corales escleractinios son los principales constructores del arrecife debido a que sus exoesqueletos forman un armazón rígido de carbonato de calcio sobre el sustrato. Estas estructuras constituyen



diferentes hábitats utilizados como refugio por otros organismos arrecifales. La distribución y la diversidad de las comunidades coralinas no está determinada solamente por factores físicos como la luz, profundidad, sedimentación, temperatura y energía del oleaje, sino también por interacciones bióticas (Huston, 1985).

En la Plataforma del Caribe Mesoamericano se tienen descritos por lo menos once arrecifes de aguas someras, Bancos del Este, Canal de Yucatán 4, Arrecife Islache Grande, El Cabezo, Manchones y Cuevones, Cancún, Puerto Morelos, Akumal, Punta Maroma, Cozumel (dividido en tres formaciones), Xpu-Ha, Xcalak y Banco Chinchorro (Bezaury-Creel, 2010).

Las principales especies que se encuentran en las estructuras arrecifales de la Reserva de la Biosfera propuesta, incluyen corales escleractíneos como el cuerno de alce (*Acropora palmata*) y el cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*) y corales blandos o abanico de mar (*Plexaura homomalla*, *P. dichotoma*) en la categoría sujeta a protección especial de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (DOF, 2010).

También se encuentran presentes los géneros *Porites*, *Montastrea*, *Siderastrea*. Además, existe la presencia de corales blandos como coral candelabro inclinado (*Plexaura flexuosa*).

#### Peces

En cuanto a los peces marinos y estuarinos, en la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta, estudios realizados revelan la existencia de más de 580 especies, incluidos 27 elasmobranchios (Schmitter-Soto *et al.*, 2000), es decir, más de 26% del total nacional y 3% del total mundial, incluyendo 43 especies de meros (Serranidae), 23 jureles (Carangidae), 21 gobios (Gobiidae), 16 doncellas (Labridae); pargos (Lutjanidae), roncós (Haemulidae) y caballitos de mar (Syngnathidae), 15 cada uno, 14 damiselas (Pomacentridae) y 13 loros (Scaridae). Hay familias marinas muy diversas, pero en rara ocasión vistas por sus hábitos crípticos, entre ellas las anguilas tiesas (Ophichthidae), con al menos 26 especies registradas en aguas quintanarroenses, y los trambollos (Labrisomidae), con 20 especies (Schmitter-Soto *et al.*, 2000).

Dentro de la Plataforma del Caribe Mesoamericano se ha registrado un total de 143 especies de peces asociados a los arrecifes. De estas, algunas de importancia comercial como los peces ballesta (*Balistes vetula*, *Canthidermis sufflamen* y *Melichthys niger*); los peces cojinuda o jureles (*Caranx latus* y *C. ruber*); el pez mojarra (*Gerres cinereus*); los peces roncós (*Anisotremus virginicus*, *A. surinamensis*, *Haemulon album*, *H. aurolineatum*, *H. carbonarium*, *H. chrysargyreum*, *H. flavolineatum*, *H. macrostomum*, *H. melanurum*, *H. plumieri*, *H. sciurus* y *H. striatum*); los boquinetes (*Lachnolaimus maximus*); los pargos (*Lutjanus analis*, *L. apodus*, *L. griseus*, *L. jocu*, *L. mahogoni*, *L. synagris* y *Ocyurus chrysurus*); las cabrillas, meros o abadejos (*Cephalopholis cruentatus*, *C. fulvus*, *Epinephelus guttatus* y *E. striatus*); los plumas (*Calamus bajonado*, *C. calamus* y *C. pennatula*) y la barracuda o picuda (*Sphyrna barracuda*).

Asimismo, existen especies de pelágicos mayores que incluyen atunes, picudos y pez espada, así como varias especies de tiburones, con amplia distribución y migratorios. Bajo el nombre de "atunes" se incluyen diversos tipos de peces; algunos pertenecientes al género *Thunnus* y son considerados los verdaderos atunes, como el atún aleta azul (*Thunnus thynnus*), el atún aleta amarilla (*T. albacares*) y la albacora (*T.*

*alalunga*), y otros cuyas características se consideran similares, como el barrilete (*Katsuwonus pelamis*) y el bonito del Atlántico (*Sarda sarda*). El pez vela, el pez espada y el marlín, denominados picudos, constituyen una pesquería multiespecífica de especies altamente migratorias y consideradas primordialmente para la pesca deportiva. Se distribuyen en mares tropicales y subtropicales por lo que son muy susceptibles a cambios ambientales, con diferentes requerimientos por especie.

En la Ecorregión Plataforma del Caribe Mesoamericano, dentro del área objeto de estudio, se han registrado avistamientos de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) de diversos tamaños, dentro y fuera de los límites de la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena. También se han detectado agregaciones de tiburón toro (*Carcharhinus leucas*), uno de los pocos tiburones que remonta los estuarios para adentrarse a aguas salobres y dulces.

En suma, la fauna marina de la Plataforma del Caribe Mesoamericano, en la porción correspondiente al área de estudio, es representativa de la interacción de dos ecosistemas diferentes debido a su ubicación en la zona de transición entre el Golfo de México y el Mar Caribe; identificándose las especies contenidas en el listado de fauna, anexo al presente estudio, que incorpora a las especies dulceacuícolas, estuarinas, marinas y arrecifales, así como especies típicas del Caribe y del Golfo de México.

Es muy posible que también existan endemismos de especies marinas; por citar un ejemplo, hay un gobio que se conoce exclusivamente del Banco Arrowsmith, pero que podría encontrarse también en otras localidades del Caribe profundo aún por explorar, de ahí la necesidad de protección para la zona en la que se ubica esta planicie submarina, actualmente fuera de los límites de las áreas naturales protegidas de competencia federal localizadas en las Ecorregiones Plataforma y Talud del Caribe Mesoamericano.

Respecto a la interdependencia entre flora y fauna, se ha observado que la estructura de la comunidad de peces es influenciada significativamente por la cercanía de pastos marinos, manglares y arrecifes; y que la biomasa de especies de importancia comercial se incrementa al doble cuando el hábitat de los especímenes adultos está conectado con el manglar. Esta relación indica que los planes de conservación deben estar dirigidos a proteger el conjunto de ecosistemas que conforman estos corredores biológicos con alta interdependencia (Ardisson *et al.*, 2011).

Con relación a la importancia de los recursos pesqueros, debido a que el área propuesta para la Reserva de la Biosfera abarca la porción costera y marina correspondiente a Quintana Roo, a continuación se describe información relacionada con esta actividad, para dicho Estado.

Para el año 2014, Quintana Roo ocupó el lugar número 20 en cuanto al volumen de producción pesquera respecto al total nacional, y el lugar número 19 en cuanto al valor de la producción total, aportando el 0.25 de la producción a nivel nacional, con siete unidades de producción acuícola y 10 plantas pesqueras. En el Estado, los principales productores son cooperativas y permisionarios individuales que aprovechan los recursos pesqueros de alto valor económico tales como el mero, langosta, pargo, tiburón y cazón (CONAPESCA, 2014).

Las especies con mayor importancia para la producción son: el camarón rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis*), camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*), mero (*Ephinephelus morio*, *E. flavolimbatus*, *E. drummondhayi*, *E.*

*nigritus*, *E. striatus*, *E. guttatus*, *E. niveatus*, *E. itajara*, *E. adscensionis*, *Mycteroperca bonaci*, *M. microlepis*, *M. venenosa*, *E. itajara*, *Cephalopholis fulva*), langosta (*Panulirus argus*), huachinango y pargos (*Lutjanus campechanus*, *L. vivanus*, *L. buccanella*, *L. synagris*, *L. griseus*, *L. jocu*, *L. cyanopterus*, *L. analis*, *L. purpureus*, *L. apodus*, *Etelis oculatus*, *Ocyurus chrysurus*, *Rhomboplites aurorubens*), pepino de mar negro (*Holothuria floridana*), pepino de mar café (*Isostichopus badionotus*) pepino de mar blanco (*Astichopus multifidus*) Pepino de mar michelín (*Holothuria mexicana*), pulpos (*Octopus maya*, *O. vulgaris*), tiburones (*Rhizoprionodon terraenovae*, *Sphyrna tiburo*, *S. lewini*, *Carcharhinus limbatus*, *C. acronotus*, *C. leucas*, *C. falciformis*, *C. porosus*, *C. brevipinna*), y caracol (*Strombus gigas*). También se encuentran poblaciones de jaibas (*Callinectes sapidus*, *C. rathbunae*, *C. bocourti*, *C. similis*, *C. adnae*, *C. ornatus*), bagres (*Bagra marinus*, *Ariopsis felis*), lisa (*Mugil cephalus*) lebrancha (*Mugil curema*) rayas (*Dasyatis americana*, *Aetobatus narinari*, *Gymnura micrura*, *Rhinoptera bonasus*, *Inimantura schmardae*), robalos (*Centropomus undecimalis*, *C. poeyi*), sardinas (*Opisthonema oglinum*, *Herengula jaguana*, *H. clupeola*, *Brevoortia gunteri*, *B. patronus*) y sierra (*Scomberomorus cavalla*, *S. maculatus*, *S. regalis*) (SAGARPA, 2010 y 2012).

En el 2014, el volumen de producción pesquera en Quintana Roo fue de 4,419 toneladas, con un valor de \$161 millones de pesos en valor.

En la Tabla 4 se resume la producción promedio entre 2004 y 2014, de las principales especies en la región, así como su valor a precio actual.

Tabla 4. Principales recursos pesqueros y aporte a la producción pesquera 2004-2010

Recurso pesquero	Volumen Promedio de captura en 10 años (2004-2014 en toneladas)	Valor medio de la producción (millones de pesos a 2014)
Pulpo	4,200	75.0
Mero	1,300	30.2
Pepino de Mar	150	7.0
Langosta	150	30
Rubia y Villajalba	80	2.1
Rubio	65	1.0
Pargo	29	1.0
Peto	92	1.5

Durante la temporada 2014-2015, la captura de langosta en Quintana Roo, generó una derrama económica por 65.5 millones de pesos (SAGARPA-Delegación de Pesca de Q. Roo).

### Mamíferos marinos

En la Península de Yucatán se encuentran representados dos órdenes de mamíferos marinos. El orden Cetacea que incluye a los delfines: tursión o delfín nariz de botella, también conocido como bufeo (*Tursiops truncatus*), delfín moteado (*Stenella frontalis*, *S. attenuata*), delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*) y delfín tornillo (*Stenella longirostris*, *S. clymene*); orca falsa (*Pseudorca crassidens*), orca (*Orcinus orca*) y cachalote pigmeo (*Kogia breviceps*) (De la Parra, 1999). Asimismo, también se distribuye el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y ballena boreal (*Balaenoptera sei*).

El segundo orden es el Sirenia, y de particular importancia el manatí del Caribe (*Trichechus manatus*) especie en peligro de extinción de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (DOF, 2010), y que puede encontrarse actualmente sólo en algunas áreas, entre ellas la porción marina de la actual Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (Colmenero, 1984; Colmenero y Hoz, 1986), así como en la zona de Xuxub y en la bocana de la Laguna Conil o Yalahau.

### Otros grupos

La zona propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano representa una zona de migración, reproducción, anidación y desarrollo de algunos crustáceos como langosta espinosa (*Panulirus argus*) y algunas especies de camarones.

Asimismo, las porciones que se proponen para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera identificadas como Ecorregiones Plataforma y Talud del Caribe Mesoamericano, destacan por constituir una zona de tránsito para la migración de tortugas marinas como la tortuga marina verde del Atlántico o tortuga blanca (*Chelonia mydas*), la tortuga marina de carey (*Eretmochelys imbricata*), la tortuga marina caguama (*Caretta caretta*) y la tortuga marina laúd (*Dermochelys coriacea*), todas ellas inscritas en la categoría de peligro de extinción de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 de Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (DOF, 2010).

Las temporadas de anidación de tortugas varían conforme a la especie, siendo la más común la de los meses de abril a septiembre, identificándose algunas zonas específicas, fuera de las áreas naturales protegidas de competencia federal que colindan y que se ubican dentro del polígono propuesto, tales como X'cachel-X'cachelito o la franja costera colindante con los límites del Parque Nacional Tulum.

Con relación a los poliquetos, estudios realizados en la región del Gran Caribe concluyen con algunos listados de especies, por ejemplo, Salazar-Vallejo (1996) reporta una amplia lista con 1,240 especies de poliquetos, incluidas en 447 géneros y 69 familias. Además, dicha investigación calculó que aún faltaban por ser descritas entre 500 y 600 especies en esta misma región. Bastida-Zavala y Salazar-Vallejo (2000) identificaron y caracterizaron doce especies de serpulidos de la región del Gran Caribe.

Winfield y Escobar-Briones (2007) realizaron un estudio sobre la composición de crustáceos anfípodos bentónicos del sistema arrecifal del sector norte del Mar Caribe mexicano. En este estudio identificaron 23 especies agrupadas en nueve familias y siete superfamilias, entre los 25 y 419 metros de profundidad. Las especies dominantes fueron *Leucothoe spinicarpa*, *Elasmopus rapax*, *Leucothoe sp.*, *Grandidierella sp.*, *Erichthonius sp.*, *Chevalia sp.*, y las especies *Ampelisca vadorum*, *A. verrilli* y *Haploops sp.*, considerados como nuevos registros para la región.

Álvarez-Cadena *et al.* (2008) realizaron un estudio sobre la composición y variaciones de la abundancia de especies de quetognatos en el litoral norte de Quintana Roo, identificándose un total de once especies, siendo *Ferosagitta hispida* la más abundante y única en la zona lagunar; *Flaccisagitta enflata* la segunda más abundante en la zona oceánica; y *Krohnitta pacifica* y *Serratosagitta serratodentata*, las especies mejor representadas en la zona arrecifal.

En la Colección de Equinodermos del "Natural History Museum, Smithsonian Institution", Washington, DC., EUA, se reportan 348 especies de equinodermos en las aguas profundas mexicanas (=200 metros), lo que corresponde al 54.4% del total de las especies reportadas para el país. En la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta se tiene un registro de 111 especies de equinodermos.

También podemos encontrar al crustáceo isópodo gigante *Bathynomus giganteus* que mide entre 43 y 363 milímetros y habita las zonas bentónicas batiales, entre profundidades de 150 y 2,100 metros (Trejo Rosas, 2014). En el Golfo de México y Mar Caribe, esta especie se distribuye en profundidades entre 359-1,050 metros. Por sus hábitos fundamentalmente carroñeros, juega un papel fundamental en el reciclaje de la materia y en el flujo de energía del ecosistema (Barradas-Ortiz, 2001).

La diversidad descrita anteriormente permite confirmar la riqueza biológica presente en las Ecorregiones Plataforma y Talud del Caribe Mesoamericano. Sin perder de vista que el presente estudio aborda sólo una porción de ambas ecorregiones, para la propuesta de protección bajo la categoría de Reserva de la Biosfera, el análisis de la información confirma la riqueza biológica como argumento para fundamentar dicha propuesta. Cabe señalar que debido a que las especies tienen patrones de amplia distribución, no se circunscriben a la delimitación de las ecorregiones, y no necesariamente podrán registrarse dentro de la porción propuesta para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera.

### c) Factores climáticos en los ambientes marino, terrestre y costero

Los aspectos climáticos no son susceptibles de ser divididos para su análisis de la misma manera en que este estudio ha dividido las porciones marina, terrestre y costera. Por ello, este apartado describe las características climáticas presentes en la zona de estudio, a partir de la información de las estaciones meteorológicas cercanas, que registran datos climatológicos para el Golfo de México y el Mar Caribe.

La extensión del Mar Caribe y su amplio gradiente latitudinal, presenta variaciones climáticas. La parte oriental posee un clima tropical seco, mientras que la parte occidental posee más bien un clima tropical húmedo, con grandes aportes de sedimentos fluviales (Wilkinson *et al.* 2009). Los patrones de lluvia son

marcadamente estacionales y la ocurrencia de tormentas tropicales y huracanes, son características del Caribe mexicano.

El Golfo de México se encuentra en el área de transición entre las zonas climáticas tropical y subtropical. A una escala estacional, su clima está regulado por el cambio meridional en la posición de la Zona de Convergencia Intertropical (Nobre y Shukla, 1996; Landsea *et al.*, 1999; Giannini *et al.*, 2000; Marshall *et al.*, 2001; Jáuregui 2003). Por consiguiente, la variabilidad estacional es menos pronunciada en la mitad sur tropical del Golfo, donde los vientos del este son los vientos prevalecientes durante todo el año y el gradiente de temperatura es más pequeño que en la mitad subtropical del norte.

En la región existen dos tipos diferentes de climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano: Ax' (wo) i w" y Ax'(w1')(i)"g, de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1964). El primero ocupa una pequeña franja costera y el segundo toda el área restante (Orellana *et al.*, 1999).

La temperatura del aire en la superficie es mayor en agosto con un promedio de 28.5 °C, y más baja en febrero, con un promedio de 22.6 °C. La temperatura de la superficie del mar sigue el mismo patrón, con promedios de 29.1 °C en agosto y 23.5 °C en febrero.

Aunque se presentan precipitaciones pluviales durante todo el año, el verano es la estación más lluviosa. Con base en el promedio para todas las áreas arrecifales, la temporada lluviosa se extiende de junio a octubre y alcanza el nivel máximo en septiembre con 104.2 mm/mes. La primavera es la temporada seca y abril el mes más seco, con una precipitación promedio de 12.8 mm/mes.

La robustez y posición de las zonas de alta presión, formadas a latitudes medias, causan incursiones frontales de ondas de aire frío (Nortes), que se presentan con mayor frecuencia durante el invierno. Durante esta temporada, la circulación de los vientos es primordialmente anticiclónica, con velocidades intensas. Mientras los vientos alisios soplan por el sur-este, fuertes vientos "Nortes" circulan por el occidente, influidos por masas continentales de aire polar.

De 20 a 30 Nortes se registran durante el invierno, con velocidades de hasta 40 kilómetros por hora (NOAA, 1983). Asociado a los Nortes se genera un fuerte oleaje, que potencialmente puede causar el mismo daño que aquél generado por el viento en las tormentas tropicales. Durante un Norte fuerte, los vientos pueden cubrir una gran porción del Golfo por un periodo de uno a tres días, con olas que alcanzan una altura de hasta nueve metros en las áreas centro y sur.

La variabilidad atmosférica adicional observada se debe principalmente a la penetración de sistemas de baja presión, que se pueden propagar, e intensificar hasta convertirse en tormentas tropicales y huracanes.

Quizá una de las causas más importantes de la variabilidad climática interanual es El Niño- Oscilación Sur (ENSO por sus siglas en inglés), la cual también ejerce su influencia en la región occidental del Atlántico tropical (Nobre y Shukla, 1996; Enfield y Mayer, 1997; Saravanan y Chang, 2000), causando cambios significativos en los patrones de precipitación que, a su vez, ocasionan descargas de aguas fluviales y de sedimentos.

Si bien los eventos de ENSO se originan en el Océano Pacífico Ecuatorial, afectan la circulación atmosférica en gran parte de América del Norte y en particular en el sur y el oeste de Estados Unidos de Norteamérica,



México, el Golfo de México y el Mar Caribe. Las condiciones de El Niño generan una corriente de chorro del Pacífico más persistente, que se extiende por el Golfo de México, mientras que La Niña hace que la corriente de chorro se desplace hacia el norte, desde el oeste de América del Norte, y que circule un aire más seco y caliente sobre el Atlántico noroccidental subtropical. El acoplamiento entre el Pacífico oriental y el Atlántico noroccidental por medio de la atmósfera, influye de manera particular en las trayectorias de los huracanes y tormentas tropicales en el Atlántico, y cuyos efectos pueden extenderse hacia los polos.

Durante El Niño, la zona de convergencia intertropical en el Pacífico migra hacia el sur, lo que ocasiona lluvias anómalas negativas en áreas de considerable extensión del Caribe, América central y las regiones sur y centro de México en el verano. Asimismo la actividad de los huracanes se reduce en el Atlántico, en tanto que si bien no de una forma completamente simétrica, lo contrario ocurre durante La Niña. Los efectos del ENSO en el Atlántico occidental son más intensos en el invierno (Brock et al., 2012).

### Ciclones tropicales

El Golfo de México está localizado en la ruta principal que siguen los ciclones tropicales que se forman en el Atlántico Norte. La temporada de huracanes abarca de junio a noviembre, siendo agosto, septiembre y octubre los meses con mayor incidencia. En promedio se forman de nueve a diez ciclones tropicales (tormentas tropicales-huracanes) cada temporada, cinco o seis de los cuales evolucionan hasta convertirse en huracanes (>117 km/h).

Los ciclones tropicales usualmente se desarrollan al oeste del meridiano 50° oeste y se desplazan hacia el oeste u oeste-noroeste a velocidades menores de 27 km/h en las latitudes bajas. Después de llegar al Mar Caribe, usualmente se dirigen hacia el Golfo de México o giran y aceleran hacia el Atlántico Norte. Algunos pueden cambiar su dirección después de llegar al Golfo de México, mientras que otros pueden continuar en dirección oeste y tocar tierra. Además, los ciclones tropicales pueden formarse a lo largo de límites frontales viejos que se desplazan hacia el Golfo de México o hacia las costas de Florida.

Numerosos huracanes han azotado el Caribe, dejando cuantiosas pérdidas a su paso. Sin embargo, en un periodo de 25 años de registro, se ha observado que la actividad ciclónica es mayor en el Pacífico (13.7 ciclones/año) que en el Atlántico y el Golfo (9 ciclones/año), afectando a las costas mexicanas 4.1 veces/año en el Pacífico y 1.9 veces/año en el Golfo de México (De la Lanza-Espino, 2001). Cabe reiterar que Guerrero, Michoacán y Quintana Roo, son los estados con mayor incidencia de estos meteoros (De la Lanza-Espino, 2001).

La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (*National Oceanic and Atmospheric Administration*, NOAA por sus siglas en inglés), ha conformado una base de datos con los eventos meteorológicos ocurridos entre 1842 y 2013. En esta base de datos, están registrados por categoría los huracanes que se han presentado en diferentes regiones del mundo. En la Figura 11 se muestra la trayectoria y categoría de los huracanes registrados en la zona de estudio de 1980 a 2013.

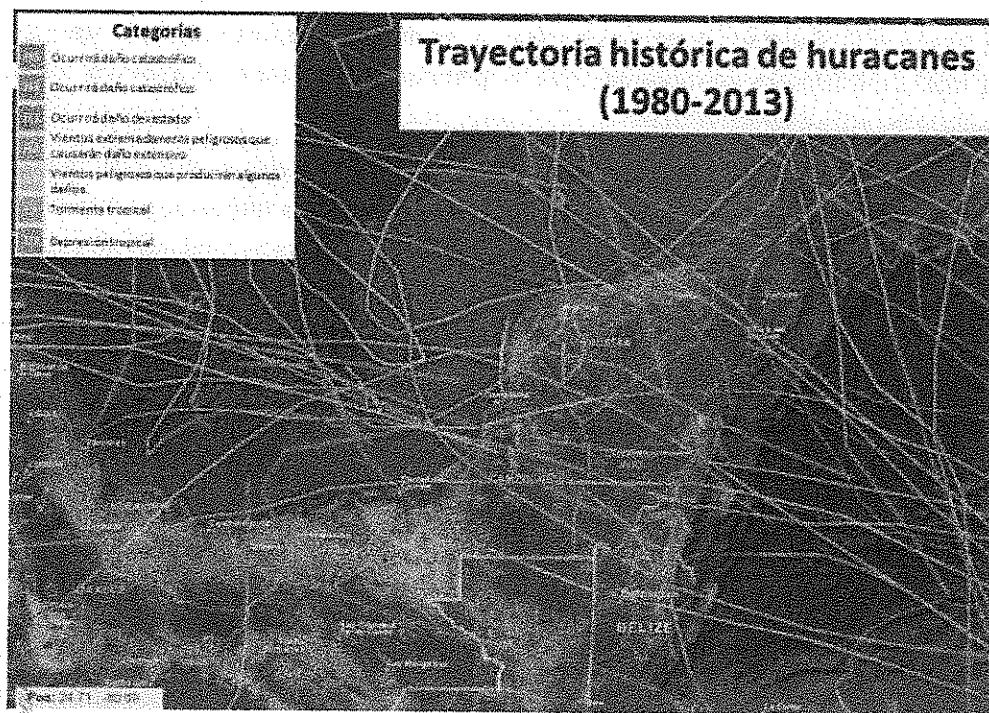


Figura 11. Trayectoria de fenómenos meteorológicos en el Golfo de México y Mar Caribe.

El clima atmosférico del Mar Caribe es el resultado integral de los procesos de advección y difusión de masa y calor en un momento dado en el océano, de la evaporación y precipitación, absorción y emisión de radiación, y esfuerzo del viento en la interface océano-atmósfera sobre un intervalo amplio de escalas espacio y tiempo (Gallegos y Czitrom, 1997). Estos procesos físicos regulan los ciclos y las fases del complejo sistema termodinámico océano-atmósfera y determinan la magnitud, naturaleza, tendencia y variabilidad del clima atmosférico y oceánico del Mar Caribe (Gallegos y Czitrom, 1997).

La región se encuentra la mayor parte del tiempo bajo la influencia de masas de aire marítimo tropical que llegan a la Península de Yucatán, transportadas por vientos alisios (SEMARNAP, 2000).

Los vientos alisios son geostróficos, esto es, que resultan del equilibrio entre la fuerza del gradiente horizontal de presión atmosférica y la fuerza de Coriolis (debida a la rotación de la tierra) (Gallegos y Czitrom, 1997). Estos vientos ocurren en la tropósfera baja (0-500 metros de altura sobre la superficie del mar) y son persistentes en magnitud y dirección. En invierno soplan del este y noreste; y durante el verano del este y el sudeste (Gallegos y Czitrom, 1997).

Los vientos alisios tienen una velocidad promedio de 5 m/s en el Caribe mexicano (Merino y Otero, 1991), y son interrumpidos por masas de aire continental polar, conocidos como "Nortes", generalmente de octubre a mayo (SEMARNAP, 2000).

La temperatura superficial marina del Caribe mexicano es en promedio de 25.5°C en invierno y 28°C en verano (Wilkinson *et al.*, 2009). Robinson (1973) realizó un Atlas con los promedios mensuales del canal de Yucatán y observó que la termoclina es más profunda en enero, alcanzando los 120 metros hacia Cuba, y en

México los 90 metros, tendiendo a ser más superficial en el mes de agosto (De la Lanza-Espino, 2001). La termoclina más superficial se observa en toda la plataforma mexicana, alcanzando los 15 metros de profundidad (De la Lanza-Espino, 2001).<sup>3</sup>

El sol es la energía generadora de tormentas tropicales y huracanes en el Caribe, los cuales pueden generarse cuando se reúnen ciertas condiciones especiales, como una temperatura superior a los 27°C en las aguas marinas de por lo menos 200 metros de profundidad y el calentamiento de estas aguas por los rayos directos del sol durante un tiempo prolongado (Morales, 2004). El océano acumula una gran cantidad de energía térmica que posteriormente es transmitida a la atmósfera. Al calentarse el aire, se dilata y eleva, formándose una zona de baja presión a la que fluye aire de los alrededores, desarrollándose un sistema de fuertes vientos que circulan alrededor de un pequeño núcleo, el ojo del huracán (Morales, 2004).

La temporada de huracanes en el Caribe es de junio a noviembre, y la porción oriental es una zona generadora de huracanes (Morales, 2004).

COTEJADO



Secretaría  
y Re  
Cor

<sup>3</sup> Es una región marina subsuperficial (por debajo de la superficie) que tiene el mayor gradiente (cambio) de temperatura, que separa las aguas superficiales, comparativamente más cálidas, de las aguas más profundas y más frías. La profundidad de la termoclina puede cambiar dependiendo del fenómeno climática que ocurra (Fenómeno de la Niña o fenómeno del Niño).

### 1.3) Ecorregión Cuenca de Yucatán

#### 1.3.1) Características físicas

##### a) Geología física e histórica

La cuenca de Yucatán limita al sur con la cordillera Caimán, tiene un origen estructural asociado a deformación con extensión, sin embargo, su génesis y evolución se asocia con el proceso de rift, es decir, de apertura del fondo oceánico (Wilkinson *et al.*, 2009). Presenta una profundidad promedio de 5,000 metros.

Está compuesta de una serie de paralelos con tendencia nororiental de pilares y fosas, y al lado noroccidental con una cuenca sedimentaria, aledaña a Cozumel (Case, 1975). En el lado noroccidental de la planicie abisal de Yucatán se localizan dos dorsales paralelas hacia Cuba (Case, 1975). Más allá del suroccidental desaparece el sistema doble de dorsales pero la cuenca noroccidental de la dorsal es muy profunda (Case, 1975). El basamento incluye tres elementos topográficos lineales que se extienden a lo largo del borde continental: un canal alineado a lo largo de los ejes, un alto exterior topográfico paralelo al este del canal y un escarpe exterior que se inclina hacia el este desde el exterior de las dorsales (Case, 1977).

Ocupa una posición importante con respecto a la frontera norte de la placa del Caribe porque queda adyacente al Cretácico tardío y el Eoceno medio al límite convergente de Cuba, La Española y Puerto Rico, pero por fuera es más joven, actualmente el límite transformante de la placa se extiende desde Honduras hasta Puerto Rico (Rosencrantz, 1990).

La corteza profunda de la cuenca es oceánica en las partes del norte central y occidental, pero esta corteza se ha hundido hacia el sur más de 20 km por debajo de la dorsal Caimán. A lo largo del lado occidental de la cuenca se han encontrado metasedimentos litológicamente similares a las rocas del Paleozoico encontradas a profundidad por la plataforma de Yucatán con texturas metamórficas similares a las que se han identificado en la parte central y occidental de Cuba del Cretácico tardío (Rosencrantz, 1990).

##### b) Oceanografía

Se caracteriza por su temperatura cálida y su alta salinidad, que al pasar por el Canal de Yucatán recibe el nombre de Corriente de Yucatán (CY) (Reyes, 2005) y es una de las corrientes más dinámicas e intensas del planeta (Ochoa *et al.* 2001). En cuanto a masas de agua, se presentan las siguientes: Agua Subsuperficial Subtropical del Atlántico del Norte (ASSAN; 50-250 m), Agua Central del Atlántico Noroccidental (ACAN; 250-750 m), Agua Intermedia del Antártico (AIA; 750-950 m) y Agua Profunda del Atlántico Norte (APAN; 950 m al fondo) (Gallegos y Czitrom, 1997).

#### 1.3.2) Características biológicas

Se caracteriza porque sus aguas de la zona epipelágica no son alimentadas de nutrientes, ni por surgencias costeras ni por ríos. Las aguas superficiales no se mezclan con las aguas profundas más frías y más ricas, donde la materia orgánica se sedimenta formando un ambiente poco productivo, pero complejo. Se han registrado incrementos de nutrientes muy localizados en el borde continental o a partir de los 200 m. (De la Lanza *et al.* 1990) (Lara Lara *et al.*, 2008).

## 1.4) Cadena Montañosa Caimán

### 1.4.1) Características físicas

#### a) Geología física e histórica

La cordillera Caimán es una cadena montañosa que emerge desde el fondo del océano, con una elevación de más de 4,000 metros y bancos situados a más de 200 metros de profundidad (Wilkinson *et al.* 2009).

Por debajo de la cuenca de Yucatán su corteza tiene un grosor aproximadamente de 14 kilómetros, y en algunas partes es más delgada que la que se encuentra por debajo de la dorsal Caimán (Holcombe, 1977). En su parte central es notablemente plana y contienen sedimentos pelágicos o turbiditas (Holcombe, 1977).

Los sedimentos son suaves y están dominados por arcilla. Las profundidades que han sido registradas en este sitio van de los 1,581 a los 4,673 metros de profundidad por lo que poseen una alta complejidad topográfica (Bezaury-Creel *et al.*, 2011).

### 1.4.2) Características biológicas

A pesar de que las cordilleras submarinas albergan una considerable biodiversidad marina, se desconoce información puntual acerca de especies que habitan en ellas. En la cordillera de las Caimán se presentan corales de profundidad y una rara simbiosis con plantas microscópicas, llamadas zooxantelas, que proporcionan nutrientes a los corales (NOAA, 2007).

En la zona crepuscular de las Caimán ocurren también comunidades de esponjas (*Xestospongia muta*) y corales blandos (*Diploria strigosa*) que se adhieren a las paredes casi verticales del abismo Caimán, por lo que resulta difícil su estudio, por lo que la propuesta de la RB Caribe Mexicano es un importante paso a la conservación y manejo de estos hábitats de ecosistemas de profundidad en la región.

## 2) AMBIENTE TERRESTRE

El ambiente terrestre del área objeto de estudio abarca porciones de dos Ecorregiones Terrestres. La Ecorregión Planicie Noroccidental de la Península de Yucatán (Nivel II), pertenece a la Ecorregión Terrestre Selvas cálido-secas (Nivel I); y la Ecorregión Planicie y Lomeríos de la Península de Yucatán (Nivel II), pertenece a la Ecorregión Terrestre Selvas cálido-húmedas (Nivel I). La Figura 12 y la Figura 13 presentan las dos Ecorregiones Terrestres en el área propuesta (CONABIO, 2008).

Debido a la proporción que ocupa en el área, las características generales que se describen a continuación, corresponden a la Ecorregión Planicie y Lomeríos de la Península de Yucatán (Nivel II, CONABIO, 2008).

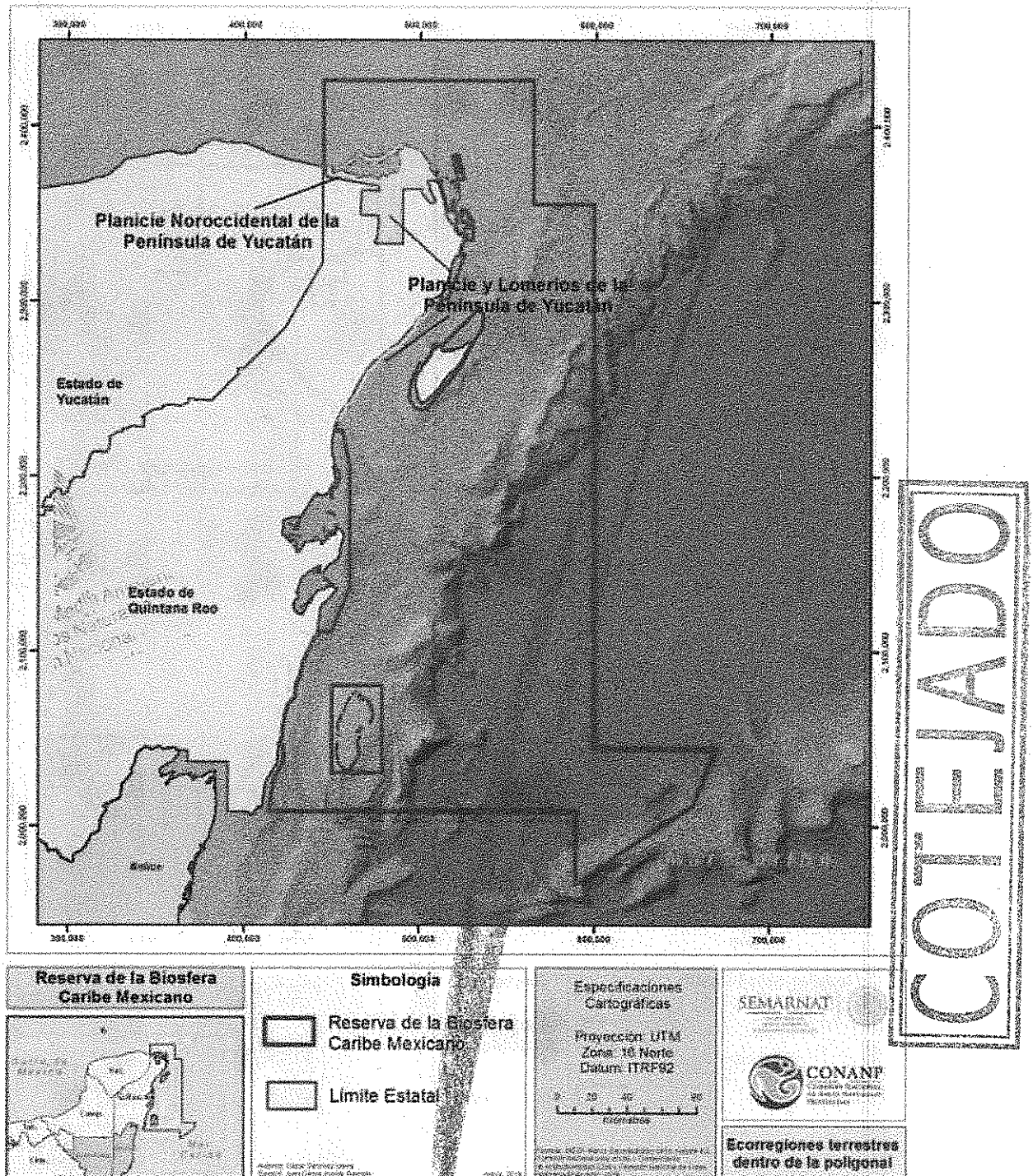


Figura 12. Ecorregiones Terrestres Nivel II de CONABIO



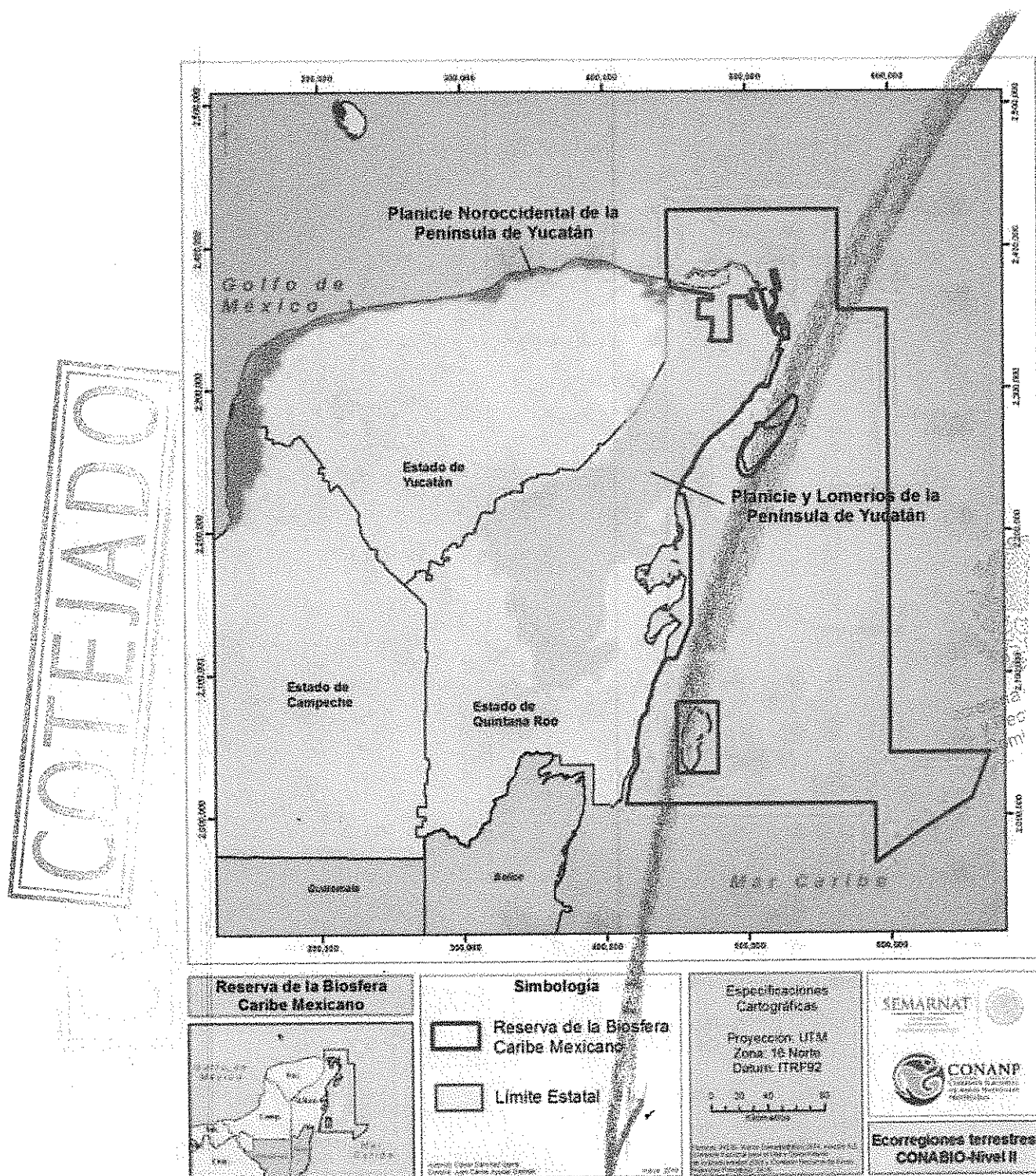


Figura 13. Acercamiento de las Ecorregiones Terrestres Nivel II dentro de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

## 2.1) Características físicas

### a) Geología física e histórica

La Ecorregión Selvas Cálido Húmedas, planicie y lomeríos de la Península de Yucatán se ubica en la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, plataforma calcárea que se extiende hacia el norte y oeste del Golfo de México.

La plataforma Yucateca ha permanecido tectónicamente estable durante su historia geológica. Algunos autores señalan que estuvo sumergida hasta el Triásico-Jurásico, periodo en el cual la acumulación de carbonatos se debió fundamentalmente a la deposición química natural de los océanos y a la actividad bacteriana y micro-orgánica de los mismos. Al inicio del Cretácico se inicia la deposición de sales evaporativas, que dan lugar a la formación de grandes masas salinas (UQROO, 2004).

La estructura geológica de la superficie y el subsuelo, demuestran que la plataforma que constituye la península actual, inició su emersión sobre el nivel del mar durante el Oligoceno y Mioceno en la porción meridional. El resto se levantó gradualmente a partir del Plioceno, y en el Cuaternario el ascenso continuó en el norte y hacia la periferia; siendo su parte norte la más reciente (INEGI, 2011). Otros autores mencionan que las tierras de esta zona emergieron desde el Paleoceno y la mayor parte del área oriental se profundizó rápidamente a causa de la erosión provocada por las corrientes marinas del Canal de Yucatán (Wilhelm y Ewin, 1972).

El norte de Quintana Roo se encuentra dentro de las formaciones recientes del Plioceno - Mioceno (Terciario Superior), y del Pleistoceno-Holoceno (Cuaternario), que pueden separarse en varias capas, desde el punto de vista fosilífero, pero geológicamente constituye una sola denominada actual o superficial. Está formada por capas de coquinas de color crema con grandes cantidades de conchas de moluscos. Estas rocas manifiestan una gran permeabilidad y porosidad debido a la presencia de fracturas y cavidades de disolución (UQROO, 2004).

Su cubierta sedimentaria es predominantemente carbonatada y evaporítica, representada por secuencias sedimentarias, relacionadas con la presencia de crecimientos arrecifales. La unidad de superficie está formada por sedimentos carbonatados del Cuaternario Tardío y presenta topografía kárstica o relieve *karst*, característico de la península, cuya evolución está estrechamente asociada a la neotectónica y las glaciaciones ocurridas (Logan *et al.*, 1969a; Lugo *et al.*, 1992).

En la Península de Yucatán se ha integrado una enorme red cavernosa subterránea por la que escurre el agua, en general hacia el norte, lo que explica la carencia de ríos. Los cenotes, pozos naturales de disolución, son comunes y abren la red de drenaje subterráneo; abundan también las grutas.

### Fracturas

El ambiente terrestre dentro de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, se encuentra sobre el borde de la formación Carrillo Puerto; dentro de la Ecorregión Selvas Cálido Húmedas, Planicie y Lomeríos de la Península de Yucatán. Aquí los procesos de fracturado han dejado un sistema sumamente

discontinuo, en el cual son visibles microvalles con orientación de sur a norte pero con anchuras menores al corresponder a la porción donde el desarrollo dendrítico de las fracturas es más evidente y sobre una gruesa capa de sedimentos de reciente formación, ya que corresponden al periodo Mioceno-Pleistoceno. Estos basamentos se pueden identificar a partir de una distancia de alrededor de cuatro a cinco kilómetros desde la costa hacia el sur, y forman el sustrato básico de la geoforma de planicie cercana a la costa que caracteriza toda la parte sur de Laguna Conil o Yalahau.

Aplicaciones de sensores remotos por parte de Southworth en 1985, indican la extensión del sistema de fracturas Holbox, de cerca de 100 kilómetros desde la costa norte hacia el sur. Esta zona se observa compuesta por zanjas inundadas o depresiones lineales. Al parecer esta formación es similar a la falla del Río Hondo (Ishphording, 1975), en donde se notan también alineamientos de corrientes, lagos y zanjas.

El área de fracturas de Holbox, ubicada inmediatamente al sur de la Laguna Conil o Yalahau, (Tulaczyk *et al.*, 1993), presenta una serie de formaciones geológicas (fallas) a manera de zanjas, denominadas también corredores de disolución. Estas fallas son de forma elongada y están orientadas en dirección norte-sur, miden hasta casi 40 kilómetros de largo, son estrechas y poco profundas, por lo que mantienen cuerpos de agua casi todo el tiempo (Weidie, 1985; Southworth, 1985). La combinación de flujos de diferentes cuerpos de agua y la laguna en un área cárstica con flujos subterráneos, hace que esta zona constituya un área de acuíferos muy importante para el noreste de Quintana Roo.

#### b) Tipos de suelos

La parte norte de la Península de Yucatán ha tenido movimientos alternativos de sumersión-emersión durante los últimos 12 millones de años (Tamayo, 1981). La última emergencia data del Pleistoceno, por esta razón, los suelos son jóvenes, delgados y poco desarrollados. Están sujetos a movimiento continuo de material por acción eólica, pluvial y mareal; se encuentran en estado transitorio y en proceso de evolución, ya que se derivan de sedimentación marina reciente, del intemperismo de la roca caliza y de los procesos de descomposición de la materia orgánica.

Todos los tipos de suelos del área se caracterizan por ser poco evolucionados, descansan sobre lecho de roca calcárea o de saskab (calizas amorfas blanquecinas que contienen pedacería de conchas y corales), el porcentaje de  $\text{CaCO}_3$  varía del 77% al 93%, con pequeñas cantidades de óxidos e hidróxidos de fierro, arcilla y feldespato, así como un contenido variable de materia orgánica (2.5% a 9%). Por su capilaridad presenta buena permeabilidad y retención de agua (López, 1983).

Asimismo, los suelos son poco profundos, con elevada pedregosidad y rocosidad, generalmente permeables, carentes de "horizonte B" y con pH neutro a ligeramente alcalino. La descripción de los suelos está basada en Duch (1988) y Aguilera (1958).

En el polígono propuesto para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano se presentan nueve tipos de suelo, de acuerdo con el sistema de FAO (Figura 14, Tabla 5). Predomina el litosol que cubre el 62% del ambiente terrestre, tiene profundidad menor de 10 centímetros, y su fertilidad y susceptibilidad a la erosión son

variables, dependiendo de otros factores ambientales. El grupo de los Solonchak, suelos salinos, cubre en conjunto el 19%, y el Gleysol cubre 12.5%. Regularmente estos últimos presentan acumulaciones de salitre.

Cabe señalar que los mayas utilizan una nomenclatura que describe con gran precisión los subtipos de suelos de la península, con la siguiente correspondencia: *Litosol* (tzekeles), *Litosol* (chaltun), *Litosol-Rendzina* (ek-luum), *Litosol-Rendzina* (chac-luum), *Luvisol crómico* (k'ankab), y *Gleysol calcáreo* (ak'alche).

Tabla 5. Tipos de suelo en el ambiente terrestre de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Tipos de suelo	Clave
Cuerpo de agua	-
Gleysol mólico	Gm
Gleysol vértico	Gv
Litosol	I
Luvisol crómico	Lc
Regosol calcárico	Rc
Rendzina	E
Solonchak gléyico	Zg
Solonchak mólico	Zm
Solonchak órtico	Zo

COTEJADO

COTEJADO

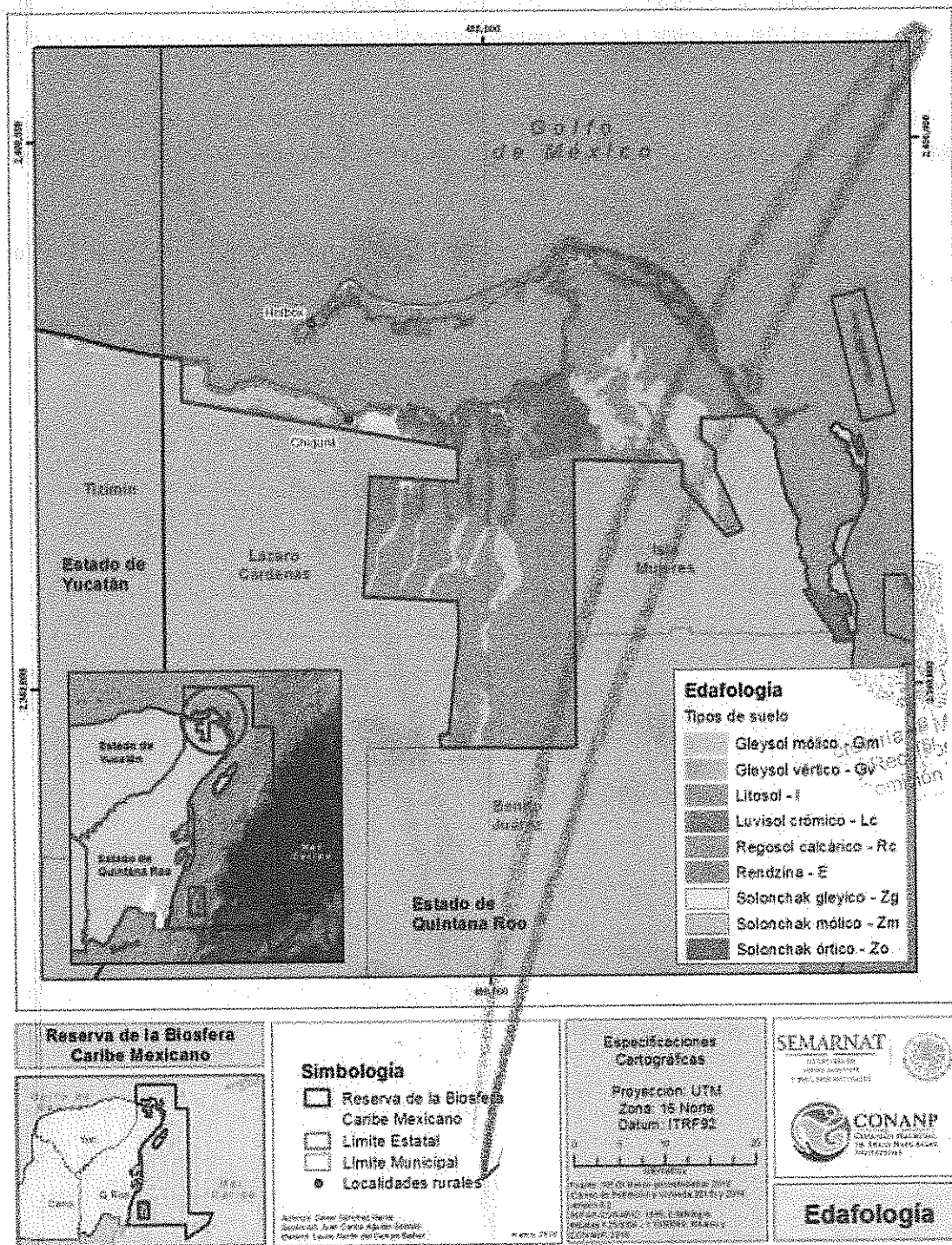


Figura 14. Tipos de suelo en el ambiente terrestre de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

### c) Hidrología

El polígono propuesto para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano se localiza en la Región Hidrológica denominada RH-32 Yucatán (CONANP, 2003; INEGI, 2011). En general se considera que toda la superficie de la Península de Yucatán es una zona de recarga de acuíferos (CONANP, 2003).

El flujo hidrológico de la cuenca RH-32 descarga al mar en la costa norte del Caribe mexicano a través de sistemas cársticos del tipo de cuevas submarinas, caletas, conductos de disolución y manantiales submarinos.

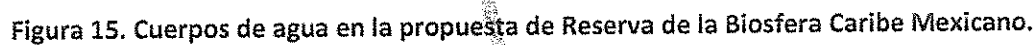
Dentro del ambiente terrestre de la propuesta de ANP no hay escurrimientos superficiales, ya que el agua de lluvia y de condensación percola a través de la roca caliza permeable, formándose un manto freático muy cerca de la superficie que fluye subterráneamente hacia el mar. Estas corrientes subterráneas ocasionalmente disuelven la caliza dando lugar a los denominados "cenotes" (López-Ramos, 1983). Solo se han observado escurrimientos en las zanjas que captan el agua acumulada en las sabanas y desembocan en la Laguna Conil o Yalahau.

La acumulación del agua de lluvia en el suelo es mínima, infiltrándose rápidamente hacia el acuífero. Estas condiciones han generado la existencia de una red hidrológica subterránea, de poca profundidad en el manto freático, que en ocasiones surge como fuentes de agua dulce tanto en la plataforma costera como en el fondo marino (ITESM, 1992). Es común observar ojos de agua dulce en la periferia y dentro de la Laguna Conil o Yalahau. El promedio de descargas de agua dulce hacia el mar desde la península, ha sido estimada en 8.6 millones de metros cúbicos por año por kilómetro de costa (Back, 1985).

El polígono de la Reserva de la Biosfera propuesta presenta los cuerpos de agua Laguna Chacmochuch y Laguna Conil o Yalahau (Figura 15). La configuración de fallas y fracturas con dirección preponderante noroeste-sureste y noreste-suroeste, tienen una influencia directa en la dinámica hidrológica del área que finalmente descarga al sistema de la Laguna Conil o Yalahau y Ría Lagartos, dando lugar a las comunidades vegetales hidrófilas (sabanas y pantanos), y posteriormente a la zona de petenes y manglares.

En lo que respecta a aguas subterráneas, dentro de la Península de Yucatán se localizan cuatro acuíferos o unidades geohidrológicas (CONAGUA, 2010). Los flujos de aguas dulces subterráneas fluyen hacia el mar con caudales de descarga promedio anual, estimados en 8.6 millones de metros cúbicos por kilómetro de costa quintanarroense al año, en los paralelos superiores a los 20° de latitud norte (Back, 1985).





## 2.2) Características biológicas

### a) Vegetación

Este ambiente comprende cuatro tipos de vegetación primaria: selva baja subcaducifolia, selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia y selva baja caducifolia, así como vegetación secundaria. La vegetación con mayor superficie dentro del ambiente terrestre propuesto es la selva mediana subperennifolia con 23,759 hectáreas, seguida de la selva mediana subcaducifolia con 13,161 hectáreas. De esta manera, las selvas medianas son el tipo de vegetación primaria predominante en el área propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (Figura 16). En el Anexo 2 se presenta la lista taxonómica de flora.

#### Selva mediana subcaducifolia

Esta selva cubre 13,161 hectáreas en el área propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (Figura 16). Está constituida por árboles que miden entre 13 y 18 metros de altura, de los cuales, entre el 50 y el 75% tiran sus hojas durante la época seca. No son comunes las epífitas y las trepadoras. Las hojas de las plantas son frecuentemente coriáceas. Entre las especies más importantes se pueden mencionar a ya'ax nik' (*Vitex gaumeri*), que forma asociaciones con el ramón (*Brosimum alicastrum*), el habín (*Piscidia piscipula*), el tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), el kitim che' (*Caesalpinia gaumeri*) y el cedro (*Cedrela odorata*).

En la parte sur del macizo selvático, se presenta un fenómeno importante entre las selvas medianas subcaducifolia y subperennifolia, ya que aunque ambas se encuentran bajo el mismo régimen climático, los dos tipos forman manchones de vegetación que se entremezclan. Este fenómeno puede deberse a la discontinuidad en la distribución del suelo; ya que en términos generales se pudo observar que la selva mediana subcaducifolia se encuentra asociada a los suelos de tipo tzek'el, y la selva mediana subperennifolia a los suelos más profundos y oscuros, con mayor contenido de materia orgánica.

#### Selva mediana subperennifolia

En el área de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, esta vegetación presenta una cobertura de 23,759 hectáreas (Figura 16). Los árboles alcanzan alturas de entre 15 y 20 metros. Aproximadamente, un 25% de las plantas de este tipo de comunidad, tiran sus hojas durante el periodo de secas. Es una selva con un número moderado de trepadoras y epífitas. Presenta alguna similitud con la selva mediana subcaducifolia, ya que comparte muchas especies de árboles aunque en diferente densidad. En el sotobosque es posible observar plantas de pochote (*Ceiba aesculifolia*) y algunas especies de palmas que no se encuentran en la selva mediana subcaducifolia.

Las especies más importantes son: chicozapote (*Manilkara zapota*), ramón (*Brosimum alicastrum*), kaniste' (*Pouteria campechiana*), huaya (*Talisia olivaeformis*), sak chachah (*Simarouba glauca*), kataloox (*Swartzia cubensis*), chakah (*Bursera simaruba*), kakaw-che' (*Alseis yucatanensis*), chechem (*Metopium brownei*), huano (*Sabal yapa*), xyaat (*Chamaedorea seifrizii*), palma chiit (*Thrinax radiata*), caimito (*Chrysophyllum cainito*), granadillo (*Platymiscium yucatanum*), etc. Se pueden encontrar algunos elementos epífitos como xchu' (*Aechmea bracteata*), choj kaan (*Selenicereus donkelarii*) y *Selenicereus testudo*, por mencionar algunos de los más relevantes.

### Selva baja subcaducifolia

Este tipo de vegetación cubre 104 hectáreas en el área propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta (Figura 16). Se desarrolla sobre los afloramientos de roca caliza, con suelos bien drenados que no retienen agua. Presenta una altura que va de 8 a 10 metros, teniendo como especies de mayor importancia chakah (*Bursera simaruba*), ya ax nik (*Vitex gaumeri*), sayote (*Beaucarnea plicabilis*) endémica, el chechem (*Metopium brownei*), tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), katsim (*Mimosa bahamensis*), akits (*Thevetia gaumeri*), yayte (*Gymnanthes lucida*), chelem (*Agave angustifolia*), pomol che' (*Jatropha gaumeri*), chimay (*Acacia pennatula*) y palma kuká (*Pseudophoenix sargentii*).

Debido a la microtopografía, este tipo de vegetación se alterna comúnmente con áreas de selva baja inundable, al borde de las zanjas con pastizales inundables y manchones de selva mediana que se desarrollan sobre suelos con gran cantidad de materia orgánica. Asimismo, se presenta en la costa sur de Laguna Conil o Yalahau sobre roca elevada, cerca del manglar de franja.

Este tipo de vegetación ocurre de manera restringida en la Península de Yucatán, y en especial en el estado de Quintana Roo, ya que su desarrollo está asociado a condiciones edáficas muy particulares (afloramientos de roca; Durán, 1986, se encuentra sólo en la costa del Caribe, en el área del corredor Cancún-Tulum y en la parte norte de Yum Balam donde su distribución es particularmente discontinua.

### Selva baja caducifolia

Este tipo de selva se compone de selva baja con cactáceas o selva espinosa. Tiene una cobertura de 86 hectáreas en el área de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (Figura 16). Se encuentra limitada por la vegetación de duna costera y el manglar. La vegetación dominante es del tipo leguminosa. La escasa precipitación favorece el crecimiento de líquenes, epífitas y cactáceas. La extensión de este tipo de vegetación es muy reducida en la Península de Yucatán y en especial en el estado de Quintana Roo, ya que su desarrollo está asociado a los afloramientos de roca. En el estrato herbáceo las especies más comunes son: chimay (*Acacia pennatula*), box-kaatzin (*Acacia gaumeri*), subin (*Acacia cornigera*), subin (*Acacia collinsii*), katsin (*Mimosa bahamensis*), waxim (*Leucaena leucocephala*), entre otras.

Una de las características más importantes de la selva baja caducifolia es que sus árboles tiran el 100% de su follaje en la época de secas y muestra una franca preferencia por suelos someros.

En los bordes de estas formaciones, donde la elevación del terreno aumenta, la vegetación cambia a selva baja inundable. Este tipo de selva se encuentra a lo largo de las formaciones elongadas de pastizales, pero debido a lo limitado de su extensión no fue posible mapearlas. En esta selva domina el palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*), junto con otras especies como muy che' (*Jacquinia aurantiaca*), muk (*Dalbergia glabra*), *Erythroxylum confusum*, jicara (*Crescentia cajete*), cheechen blanco (*Cameraria latifolia*), tinta che (*Randia aculeata*) y sak paj (*Byrsonima bucidaefolia*). Estas franjas selváticas se distinguen por su abundancia de epífitas, especialmente del género *Tillandsia*. Por la dominancia del tinte los pobladores se refieren a estas comunidades como tintales, en tanto que a los pastizales asociados con selvas inundables se les denominan sabanas. Esta combinación de asociaciones vegetales es probablemente única en México.

Resalta la presencia de *Bucida spinosa*, especie reportada anteriormente solamente para la selva baja inundable de Sian Ka'an. Al contrario de lo que sucede en Sian Ka'an, donde esta especie domina en la selva baja inundable, en la zona propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, *Bucida spinosa* muestra una distribución discontinua.

### Vegetación secundaria

Entre la vegetación secundaria, destaca la selva mediana subperennifolia con una cobertura de 34,765 hectáreas, que representa el 29% de la superficie terrestre considerada para la propuesta de Reserva de la Biosfera.

La vegetación perturbada se localiza en áreas que se deforestaron con fines agrícolas (milpa y diferentes hortalizas, especialmente chiles). El uso de estos terrenos dejó un mosaico de áreas en acahuales de diferentes edades. Las especies de estos acahuales son rebrotes de las especies arbóreas cortadas y muchas especies pioneras como son guarumbo (*Cecropia peltata*), churumay (*Colubrina greggii*) y sak pixoy (*Trema micrantha*).

En particular, alrededor de Chiquilá se han desarrollado milpas y ranchos ganaderos, en los que se ha visto favorecido el desarrollo de palmares dominados por especies como palma de huano (*Sabal gretheriae*) y huano (*Sabal yapa*).

Otra extensión importante de vegetación natural transformada en agricultura es la que ocupan cultivos de coco (*Cocos nucifera*), presentes en casi toda la franja costera de la Isla Holbox.

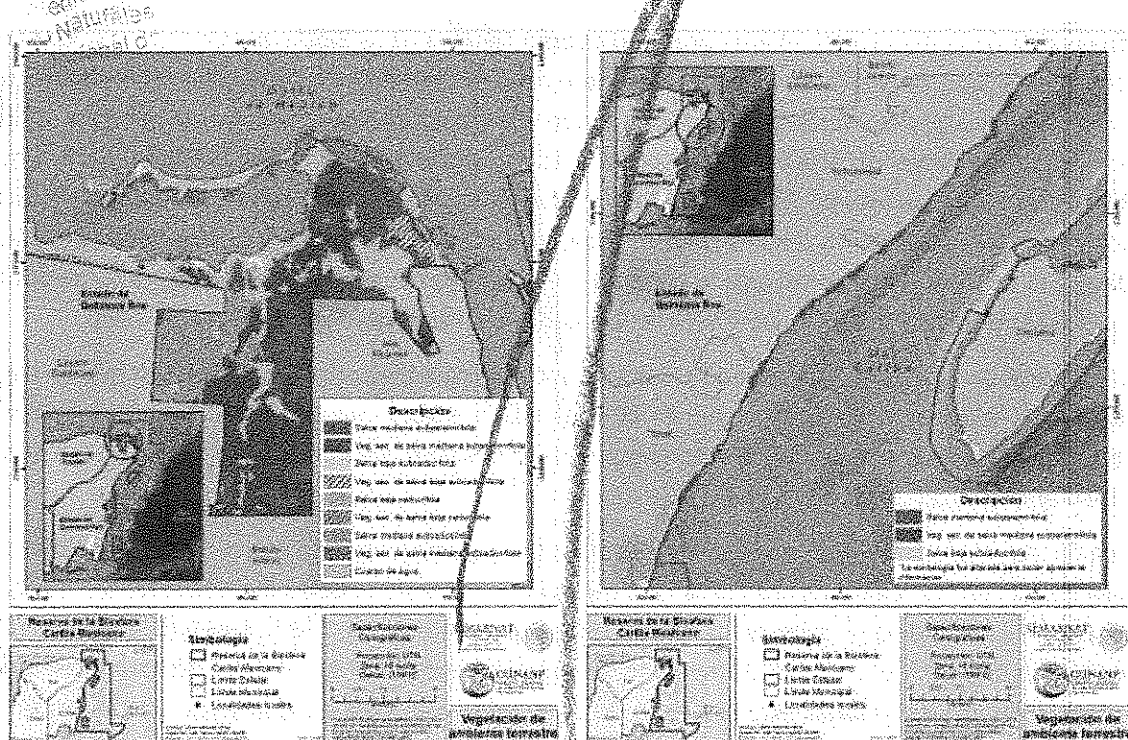


Figura 16. Vegetación de ambiente terrestre en la propuesta Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

## b) Fauna

El ambiente terrestre de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano representa las selvas tropicales más al norte de la Península de Yucatán y de México, que albergan una diversidad faunística con especies endémicas y en diversas categorías de riesgo. En el Anexo 1 se presenta la lista taxonómica de fauna.

### Reptiles

La porción norte de la Península de Yucatán tiene el mayor número de especies endémicas. De las doce especies reportadas, tres han sido registradas para el área objeto de estudio: lagartija escamosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*) y culebra labios blancos maya (*Symphimus mayae*) ambas en la categoría de sujeta a protección especial de acuerdo 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 (DOF, 2010), así como el huico de Rodeck (*Aspidocellis rodecki*) en peligro de extinción de conformidad con la misma Norma Oficial. La primera tiene una distribución a lo largo de todo el norte de la península, la tercera sólo se ha encontrado en el área, teniendo las demás una distribución desde el centro, al norte de Quintana Roo (Lee, 1996).

### Aves

La diversidad de ambientes en el área propuesta como Reserva de la Biosfera, que incluye a los terrestres, costeros y marinos, se refleja en el elevado número de especies de aves, con 401 especies. Se reconoce la importancia del área para numerosas especies residentes y migratorias, endemismos, así como 45 especies en categoría de riesgo de acuerdo 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 (DOF, 2010). La diversidad de este grupo, se debe a la localización geográfica de la península y del ANP propuesta, ya que es un punto de confluencia entre las costas del Golfo de México y del Mar Caribe (Snedaker *et al.*, 1991).

La zona norte de Quintana Roo tiene una posición estratégica en las rutas migratorias del Golfo de México para algunas especies canoras. También es el primer sitio seguro que éstas encuentran después de 650 millas de vuelo sin parar, y es importante como sitio de descanso de muchas especies acuáticas (Waide *et al.*, 1980 en Snedaker *et al.*, 1991).

La región es importante para más de 30 especies de aves migratorias terrestres (principalmente de la familia Parulinae) las cuales migran por la ruta transgolfo, cruzando el Golfo de México desde Louisiana y el oeste de la Florida, hacia el norte de la Península de Yucatán (Rappole, 1983). Lynch (1989) reporta que 42 especies migratorias que no son de invierno, se pueden encontrar en el área. Aproximadamente, 150 especies (35%) son migratorias estacionales o de paso, principalmente en el invierno y unas pocas como el vireo verdeamarillo (*Vireo flavoviridis*) que llega en verano.

Más de la mitad de especies acuáticas son migratorias, indicando la importancia del área para invernar y como sitio de paso. Las aves pequeñas en general, disminuyen ante la pérdida del hábitat de sus rutas migratorias (Myers, 1980; Terborgh, 1989).

Aunque la Península de Yucatán no es considerada como sobresaliente por sus endemismos, Paynter (1955) reporta 70 especies y/o subespecies endémicas de la región, de las cuales casi 65 se pueden localizar en la zona. Por ello, la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano protege parcialmente alrededor del 90% de las aves endémicas de la península, quedando incluidas algunas como el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), la codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*) el loro yucateco (*Amazona xantholara*), el carpintero yucateco (*Melanerpes pygmaeus*) y bolsero yucateco (*Icterus auratus*), entre otras.

Entre las aves que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, se encuentran el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el halcón fajado (*Falco femoralis*), reportado reproduciéndose en la costa norte de la Península de Yucatán, gavilán cabeza gris (*Leptodon cayanensis*), el gavilán pico ancho (*Chondrohierax uncinatus*), el gavilán bidentado (*Harpagus bidentatus*), así como el águila tirana (*Spizaetus tyrannus*), el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), el hocofaisán (*Crax rubra*) y el pava cojolita (*Penelope purpurascens*).

Existe una alta diversidad de rapaces reportadas en el área, alrededor de 37 especies (67% de las especies reportadas para México), nueve de ellas migrantes y la mayoría potencialmente reproductivas.

#### Mamíferos

Los trabajos realizados sobre los mamíferos silvestres mencionan principalmente la sistemática y distribución de las especies, siendo importantes los de Merriam (1901), Merans (1901) y Allen y Osgood (1904) que sirvieron de base a los trabajos de Gaumer (1917) Nelson y Goldman (1931), mismos que proporcionaron material para el trabajo de Hall y Kelson (1959), un compendio de la distribución de las especies en Norteamérica y Centroamérica.

Los trabajos de Lawlor (1965) Jones *et al.*, (1973, 1974) y Genoways (1975) integran una relación de los mamíferos existentes en la península, basados en la captura de ejemplares y comparados con aquellos depositados en museos de Estados Unidos de Norteamérica. También han trabajado en esta región, Villa (1950) y Ramírez-Pulido (1981). Otros trabajos incluyen los de Lazcano *et al.*, 1995, Navarro *et al.*, 1990, Snedaker *et al.*, 1991 y Remolina, 1995.

La mastofauna de Quintana Roo comprende once órdenes, 31 familias y 88 géneros con 126 especies (Navarro, 1990, 1994) mientras que en el norte del Estado, se registran 98 especies de 31 familias entre terrestres y acuáticas. De las especies de mamíferos de Quintana Roo se han reportado 22 como endémicas a Mesoamérica (Flores y Gerez, 1988).

Se han encontrado evidencias físicas o avistamientos de grupos numerosos de jabalí de labios blancos (*Tayassu pecari*), monos araña (*Atelles geoffroyi*) y monos aulladores (*Alouatta pigra*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), numerosas cuevas y senderos de tepezcuintle (*Agouti paca*) y sereque (*Dasyprocta punctata*), avistamientos ocasionales de tayra (*Eira barbara*), grisón (*Galictis vittata*), mico de noche (*Potos flavus*) y temazate rojo (*Mazama temama*). También existen registros del tlacuache dorado (*Coloromys*



derbianus), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), el cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*), el tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus wiedii*), el yaguarundi (*Puma yagouaroundi*) y tigrillo (*Leopardus pardalis*), algunas de ellas inscrita en alguna categoría de riesgo de la 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, 2010).

COTEJADO



### 3) AMBIENTE COSTERO

#### 3.1) Características físicas

El ambiente costero constituye una zona de transición entre los ambientes marino y terrestre, de modo que las condiciones climáticas e hidrológicas que presenta son resultado de la influencia de estos dos ambientes, descritos con anterioridad. Por ello, para evitar ser redundantes, esta sección aborda la descripción de hábitats costeros, anotando sus características o condiciones particulares.

La franja costera que se propone como parte de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, colinda con el límite Sureste del Parque Nacional Tulum, lo que da continuidad al sistema de humedales de la Península de Yucatán. Esta zona presenta características geológicas, biológicas, hidrológicas y geomorfológicas poco comunes en México y conserva las selvas tropicales más norteñas existentes en un área natural protegida (ANP) en nuestro país, incluye la Isla de Holbox, un área de mar, la Laguna Conil o Yalahau, así como un gran sistema de humedales y un mosaico de selvas bajas y medianas.

La zona costera del Caribe mexicano cubre una superficie de 91,362 hectáreas, e incluye cuerpos de agua, manglar, tular, dunas costeras, playa arenosa y pastizales (Figura 18).

#### Dunas costeras

Las dunas costeras cubren una superficie de 3,130 hectáreas (Figura 18). Forman parte de un sistema de intercambio dinámico de arena y son interdependientes con la playa arenosa, lo que conforma al sistema playa-dunas costeras (Martínez *et al.*, 2004; Psuty, 2004). Esto origina que las alteraciones en las playas arenosas afecten a las dunas costeras y viceversa.

Son sistemas dinámicos que dependen principalmente del transporte de sedimentos por el viento y, en menor grado, del efecto combinado de las mareas de tormenta, astronómica y oleaje. Desde el punto de vista morfodinámico, son el resultado de múltiples procesos:

- Marino: oleaje, viento, mareas, tormentas, descarga de ríos.
- Clima: temperatura, precipitación, evaporación.
- Acarreo de sedimentos: de origen marino y terrestre, descarga de ríos, erosión costera, azolve de costa, etc.
- Variaciones de nivel del mar: eustáticas, tectónicas, variación climática.
- Actividades humanas: obras de dragado, estructuras costeras, mantenimiento de playas.

Las playas arenosas se delimitan en la parte terrestre por dunas y en la parte marina, hasta la profundidad donde el oleaje ya no es capaz de mover el sedimento del fondo del mar. La estabilidad de la línea de costa, principalmente de las playas arenosas, depende de la presencia de las dunas costeras. Éstas funcionan como reservas de sedimentos pues reciben, proveen y almacenan arena transportada de y hacia las playas cercanas (Ranwell y Boar, 1995) por lo que constituyen hábitats importantes para diversas especies.

Las dunas costeras tienen una función de barrera natural de protección. Actúan como defensa ante fenómenos hidrometeorológicos extremos e inundaciones. También son claves en la recarga de acuíferos y en el amortiguamiento de intrusión salina.

Las dunas costeras se pueden desarrollar a lo largo de cualquier tipo de costa arenosa, estuarios y lagunas costeras.

El sistema playa dunas-costeras mantiene un delicado equilibrio, el cual puede ser de tres tipos: equilibrio estático, donde su forma y comportamiento no presenta modificaciones a lo largo del tiempo; equilibrio dinámico, cuando exhibe cambios cíclicos; y equilibrio hiperestático o metaestable, cuando el sistema playa-duna se adapta en un tiempo corto a un cambio en el entorno y alcanza un nuevo estado de equilibrio.

### **Playas arenosas**

Como parte de un ecosistema mayor, las playas y las dunas constituyen un área muy dinámica debido a la acción directa del oleaje, las corrientes, las mareas y del viento; asimismo representan una zona de anidación, alimentación y descanso para una gran cantidad de aves, crustáceos y tortugas marinas, cuya existencia depende de los procesos que se llevan a cabo en la playa.

Una característica muy particular de las playas del estado de Quintana Roo es la poca amplitud que presentan (40-400 metros), están limitadas al este por el Mar Caribe y al oeste por una franja de humedales. La formación de una playa normalmente está antecedida por una historia muy compleja y dependiente en gran medida de su entorno local.

La costa quintanarroense se define como un complejo de barreras y planicies. Las barreras se encuentran paralelas al litoral y están constituidas por arena y grava, se forman por la acumulación de arena debida a la acción del viento, el oleaje y las mareas. Ejemplos típicos de estas formaciones son la barra de arena sobre la que se localiza la zona hotelera de Cancún, la península de Punta Allen en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, y las barras adyacentes a las lagunas de la costa sur del Estado. La forma natural de las playas y dunas difiere a lo largo de la costa en función del ambiente terrestre adyacente y de la presencia o ausencia de la rompiente o laguna arrecifal.

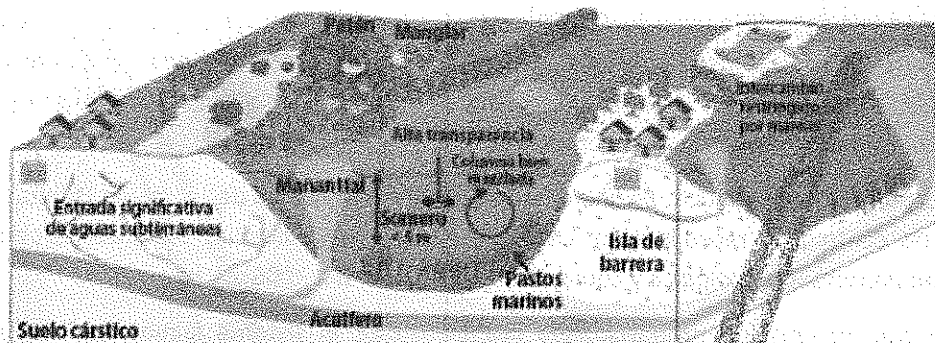
Existen playas arenosas casi sin pendiente y de gran amplitud en áreas donde el arrecife se localiza a más o menos 500 metros de la costa, actuando como una barrera rompeolas, y por otro lado, en zonas donde no existe una cresta arrecifal, se presentan dunas de más de 20 metros.

En el norte de Quintana Roo, las costas son de tipo erosivo, el lecho rocoso comúnmente queda descubierto después del periodo de tormentas, cuando la erosión es más intensa. Hacia el sur del Estado la costa es de tipo acumulativo (de playas bajas y marismas), está conformada por una serie de ensenadas arenosas limitadas por puntas rocosas. Las playas arenosas cubren una extensión de 176 hectáreas de la zona costera considerada en este estudio (Figura 18).

### **Lagunas costeras**

Las lagunas costeras son depresiones en la zona costera que tienen una conexión permanente o efímera con el mar, pero del cual están protegidas por algún tipo de barrera. Su conformación depende de la interrelación de diversos ecosistemas como el manglar, ríos, mar, manantiales, vegetación acuática, etc. En

la Figura 17 se muestran las principales características de una laguna costera en la región a la que se refiere el presente estudio (Herrera y Morales, 2010).



Fuente: Herrera Silveira, *et al.*, 2010

Figura 17. Diagrama de las principales características de las lagunas costeras.

La costa de Quintana Roo se encuentra bordeada por una ancha franja de humedales y lagunas costeras, localizada tierra adentro después de una estrecha barra arenosa (Molina *et al.*, 1998). En el área de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, las lagunas costeras cubren una extensión de 50,464 hectáreas.

Los humedales y las lagunas costeras están fuertemente asociados a las áreas terrestres y costeras adyacentes, a través de los procesos que ahí se llevan a cabo, como lo son el movimiento de especies migratorias de peces y crustáceos así como de las poblaciones de aves y mamíferos que se mueven entre éstos y tierras interiores.

También existen fuertes interrelaciones entre los manglares, pastos marinos y arrecifes de coral donde estos sistemas coexisten. Estos ecosistemas son importantes para la conservación de procesos biofísicos tales como el almacenamiento de agua, la remoción de nutrientes que contribuyen a la eutroficación de los cuerpos de agua y como trampa de sedimentos y carbón, contribuyendo al control de la calidad y cantidad de agua, partículas y nutrientes descargados al mar (Molina *et al.*, 1998). Dentro de sus características principales se consideran su elevada productividad y la de representar áreas de protección, reproducción, crianza y alimentación para muchas especies, además de su potencial para la recreación y valor estético. Asimismo en las zonas sometidas a los efectos de tormentas o huracanes son reconocidos como un amortiguador contra el oleaje derivado de las tormentas, que de otra forma tendrían un efecto perjudicial sobre las áreas terrestres bajas, similares a las de la costa sur de Quintana Roo. También tienen un importante papel como estabilizadores de la línea de costa mediante la reducción de la energía del oleaje, corrientes y otras fuerzas erosivas (Molina *et al.*, 1998).

**Laguna Conil o Yalahau.** Según la clasificación de Lankford (1977) Conil (Yalahau) es una laguna costera del tipo laguna de barrera de manglar originada por el crecimiento de barreras orgánicas (en este caso de

manglar) sobre plataformas continentales internas, a partir de la estabilización del nivel del mar, en los últimos cinco mil años.

La Laguna tiene una superficie total de 31,200 hectáreas y una profundidad que varía entre 0.3 y 3 metros y una longitud de 32 kilómetros. Su sustrato está cubierto por pastos marinos y macroalgas que retienen gran cantidad de sedimentos. Las zonas con fondos cubiertos de vegetación sumergida tienen alta transparencia, no así las carentes de vegetación.

**El Sistema Lagunar Chacmochuch.** Es una de las lagunas más grandes del norte de Quintana Roo y uno de los principales centros de reproducción, crianza y refugio para diversas especies de peces, moluscos y crustáceos de importancia ecológica y comercial (Caballero *et al.*, 2005).

De acuerdo con información proporcionada por CONABIO, el sistema lagunar señalado en el párrafo anterior, tiene comunicación permanente con el mar, registra una profundidad media de dos metros y salinidad de entre 15 a 36 partes por mil, recibe aportes de agua dulce de ríos subterráneos y presenta una productividad primaria alta.

Contiene abundancia de mantos algales uniespecíficos (p. ej. *Sargassum spp.*, *Gracilaria spp.* e *Hydropuntia spp.*). Cuenta con una extrema variabilidad morfológica de macroalgas intrapoblacionales en respuesta a alta herbivoría, ramoneo y energía lumínica e hidráulica.

Existen asimismo evidentes procesos metapoblacionales y de deriva génica en varias especies de algas (p. ej. *Gracilaria spp.*- *Hydropuntia spp.*). Se mantiene una alta diversidad de relaciones biológicas de algas con pastos marinos, vegetación de manglar, invertebrados (especialmente cnidarios) y peces, así como la presencia de 30 especies de algas coralinas o estructurales de arrecifes.

La comunidad vegetal acuática está conformada por grandes extensiones de pasto marino de tortuga (*Thalassia testudinum*) y pasto marino de manatí (*Syringodium filiforme*). Además, en toda la periferia de la laguna Chacmochuch se observa la presencia de mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Las aves migratorias que viajan hacia Sudamérica encuentran en este sistema uno de los primeros sitios de descanso para posteriormente continuar su viaje (Herrera-Silveira y Morales-Ojeda, 2010).

### 3.2) Características biológicas

#### a) Vegetación costera

##### Manglares

Los humedales constituyen uno de los ecosistemas existentes dentro del territorio nacional y entre ellos los manglares, que son humedales costeros, ocupan un lugar privilegiado por la riqueza natural que encierran y los servicios ambientales que prestan.

En México existen cuatro especies de mangle: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), incluidas en la categoría de amenazadas de acuerdo a la 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, 2010).

Es común encontrar estas especies asociadas, en un proceso sucesorio dependiendo del nivel de las mareas que los inundan o los bañan, pero estableciendo dominancia de una especie o de una asociación predominante de dos o tres especies dependiendo del lugar en donde se hayan asentado (CONABIO, 2009).

Los ecosistemas de manglar son altamente productivos y generan una gran cantidad de nutrientes que son exportados por las mareas a las aguas marinas de la franja litoral más cercana a la costa, donde son aprovechados por los pastos marinos y una gran variedad de peces. Además, muchas poblaciones de aves acuáticas utilizan los manglares como zonas de reposo o reproducción.

Los manglares juegan un importante papel como barrera natural de protección que contiene la erosión de vientos y mareas. En aquellos sitios en donde el ecosistema de manglar se ha mantenido sano, el impacto de ciclones ha sido menor al de aquellos sitios en donde se destruyeron, o no existen, estas barreras naturales.

En condiciones naturales filtran el agua y permiten el abastecimiento de los mantos freáticos. Son ecosistemas que capturan gases de efecto invernadero y actúan como sumideros de carbono o de CO<sub>2</sub>. Contribuyen al mantenimiento de la línea de costa y al sostenimiento de las arenas sobre las playas (CONABIO, 2009).

La Región Península de Yucatán alberga el 55% (423,751 hectáreas) de la extensión de manglares en México. La cobertura de manglar para la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano es de 21, 560 hectáreas (Figura 18).

Por sus características y presencia en los ecosistemas costeros y marinos, los manglares se clasifican en:

#### *Manglar de cuenca baja*

Este tipo de mangle ocupa las partes más bajas de una cuenca, formando extensas masas arbóreas que se inundan o se secan de acuerdo al régimen hidrológico, aunque en general permanecen inundados la mayor parte del año, alcanzándose los mayores niveles de inundación durante la estación lluviosa (Trejo-Torres *et al.*, 1993).

Este tipo de manglar está muy extendido en la costa sur de la Laguna Conil o Yalahau. La especie dominante en el área objeto de estudio es el mangle negro (*Avicennia germinans*), que en ocasiones se encuentra asociada con el mangle rojo (*Rhizophora mangle*). En esta última especie se pueden presentar ocasionalmente asociación con algunas especies de plantas epífitas, no así para el caso de mangle botoncillo (*Avicennia germinans*).

#### *Manglar de franja*

De acuerdo con Trejo-Torres *et al.*, (1993) este tipo de manglar se localiza comúnmente a lo largo del litoral, tanto en sitios expuestos al mar abierto, como en torno a bahías y lagunas costeras. Presenta un régimen hidrológico dinámico que es afectado por las mareas diarias, aunque también recibe influencia de las aguas de la cuenca inundable.



Los mismos autores dividen este tipo de manglar en dos clases, manglar de franja marino y manglar de franja lagunar. El primero se desarrolla sobre la línea costera, al suroeste de la Laguna Conil o Yalahau en aquellos sitios donde no se presentan dunas, como es el caso de una porción litoral continental al oeste de la reserva. En general, es una comunidad muy densa con una altura de 10-15 metros, dominada por mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle negro (*Avicennia germinans*). Además, de manera frecuente pero menos abundante, se presenta mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y ocasionalmente botoncillo (*Conocarpus erectus*). El segundo, es más abundante en el área de estudio y se encuentra bordeando los litorales de las lagunas costeras o rías; como es el caso de la Laguna Conil o Yalahau. Se distingue del manglar de franja marino, porque está sujeto a procesos hidrológicos estuarinos, con la influencia del agua dulce o salobre. Presenta una composición similar al manglar de franja marino. Se encuentra discontinuamente distribuido, alternando a manera de mosaico con pequeños manchones de selva baja subcaducifolia que se intercalan en medio del manglar de franja. Este patrón de distribución de la vegetación es demasiado pequeño para ser evidente en la escala a la que se muestra en el mapa de vegetación.

#### Manglar de salitral

Este tipo de manglar se puede encontrar a manera de franjas diagonales intercaladas entre la vegetación de duna costera y los salitrales (Trejo-Torres *et al.*, 1993), como es el caso del manglar que se desarrolla en Isla Holbox, o bien, como mencionan los autores referidos en el apartado anterior, ocupando las áreas planas que se localizan al margen de las lagunas hiperhalinas.

El manglar de salitral que se desarrolla colindante con la duna, presenta especies como el botoncillo y el mangle rojo, ya que en estas áreas la salinidad no es tan elevada; por el contrario, en las partes bajas y más salinas prospera exclusivamente mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) (Trejo-Torres *et al.*, 1993).

Otro manglar importante pero presente en superficies muy pequeñas, es el manglar chaparro, que como su nombre lo indica, está constituido por mangles de baja talla, a veces muy denso y a veces muy abierto. La especie dominante es el mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

#### Tular

El tular cubre una superficie de 14,125 hectáreas (Figura 18) e incluye al saibal. Son comunidades de plantas acuáticas arraigadas en el fondo, constituidas por monocotiledóneas, en el tular miden de 80 centímetros hasta 2.5 metros de alto, y en el saibal de 40 a 80 centímetros; las hojas son largas y angostas o bien carecen de ellas. Dependiendo del tipo de planta dominante es el nombre que recibe (tule y tulillo: tular; saibal o zacate cortadera: saibal). El tular se desarrolla en lagunas y lagos tanto de agua dulce como salada y de poca profundidad, el saibal, en terrenos que siempre conservan humedad y que se inundan en épocas de lluvia (Rojas y Ríos, 2012).

#### Pastizal inundable

Las formaciones elongadas que se encuentran a manera de zanjas o canales están a un desnivel entre uno y dos metros más abajo del terreno circundante. Estas fallas se inundan durante el periodo de lluvias y algunos lugares más profundos están inundados permanentemente. En algunas áreas con vegetación

inundable, se presentan pequeños islotes de vegetación denominados corchales, ya que el corcho (*Annona glabra*) es la especie dominante. Este tipo de asociación se desarrolla particularmente en zonas con inundación profunda, y se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de plantas epífitas.

La mayor parte de estas formaciones (fallas), se encuentra cubierta por especies de las familias Cyperaceae y Gramineae, entre las que destacan por su importancia *Cladium jamaicense* y *Eleocharis cellulosa*. Con menos frecuencia se encuentran especies como *Rynchospora* sp., *Panicum maximum* y *Phragmites australis*, esta última en zonas muy profundas. En las áreas más profundas no hay vegetación. Cuando se eleva el terreno un poco hacia la selva, se mezclan las gramíneas con muy pocas especies de árboles de la selva baja inundable como *Crescentia cujete*, pero con muy poca densidad.

#### Tasistal

En algunas porciones de las zanjas o en áreas planas de la costa hay zonas de inundación más profundas donde domina la palma tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*). En algunos lugares esta palma cubre extensiones de varios kilómetros, con gran densidad, formando coberturas casi homogéneas con algunas especies de ciperáceas o gramíneas, de tal manera que su aspecto es muy particular, por lo que se denominan tasistales. La sabana de la Zanja es un ejemplo claro de este fenómeno.

#### Petenes

Existen formaciones vegetales particulares que se denominan petenes; se distinguen por ser islas arbóreas inmersas en una matriz de vegetación inundable; cuando estas asociaciones vegetales se desarrollan cerca de la costa muchas veces se conforman con especies de mangle o asociaciones con otros árboles. Cuando los petenes presentan un desarrollo edáfico e hidrogeológico que permita la existencia de un suelo con gran cantidad de materia orgánica, entonces presentan asociaciones vegetales similares a la selva mediana subperennifolia como *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Sabal yapa*, etc. (Trejo-Torres, 1993).

#### b) Vegetación de duna costera

Las plantas que se desarrollan en las dunas presentan adaptaciones que les permiten resistir a la movilidad del sustrato, a condiciones de temperaturas extremadamente altas, sequías, inundaciones, alta salinidad y escasez de nutrientes.

La vegetación de playas y dunas se distingue en cinco regiones florísticas: Pacífico Norte, Golfo de California, Pacífico Sur, Golfo de México y Mar Caribe. Dieciocho especies de plantas son comunes a todas las costas del país, mientras que 1,681 sólo se encuentran en una región.

Las dunas, además de actuar como barreras de protección contra el efecto del viento, oleaje e inundaciones, funcionan como reservorio de sedimentos pues reciben, proveen y almacenan arena; esto mantiene la integridad del sistema playa-duna costera después de eventos de tormentas.

Son zonas de recarga de acuíferos y actúan como atenuantes contra la intrusión de agua salada al filtrarla y atrapar en su vegetación la salinidad acarreada por el viento.

También funcionan como hábitat de reproducción, alimentación y crianza para diversas especies de aves, reptiles y mamíferos, asimismo son ecosistemas de gran valor estético, razón por la que son amenazados, principalmente por desarrollo de infraestructura turística y actividades antropogénicas.

La construcción de obstáculos que interrumpen o desvían el flujo de agua y sedimentos, modifica el balance sedimentario. Esto conlleva a que el sistema, buscando estabilizarse, cambie su configuración, lo que normalmente se refleja en la pérdida de la playa.

Entre las especies que se distribuyen en las dunas costeras del Golfo de México y Mar Caribe se encuentran: sak cum (*Croton punctatus*), frijol de playa (*Canavalia rosea*), verdolaga de playa (*Sesuvium portulacastrum*), uva de mar (*Coccoloba uvifera*), *Commelina erecta* y *Tournefortia gnaphalodes*.

COTEJADO

Comisión  
de  
Recursos

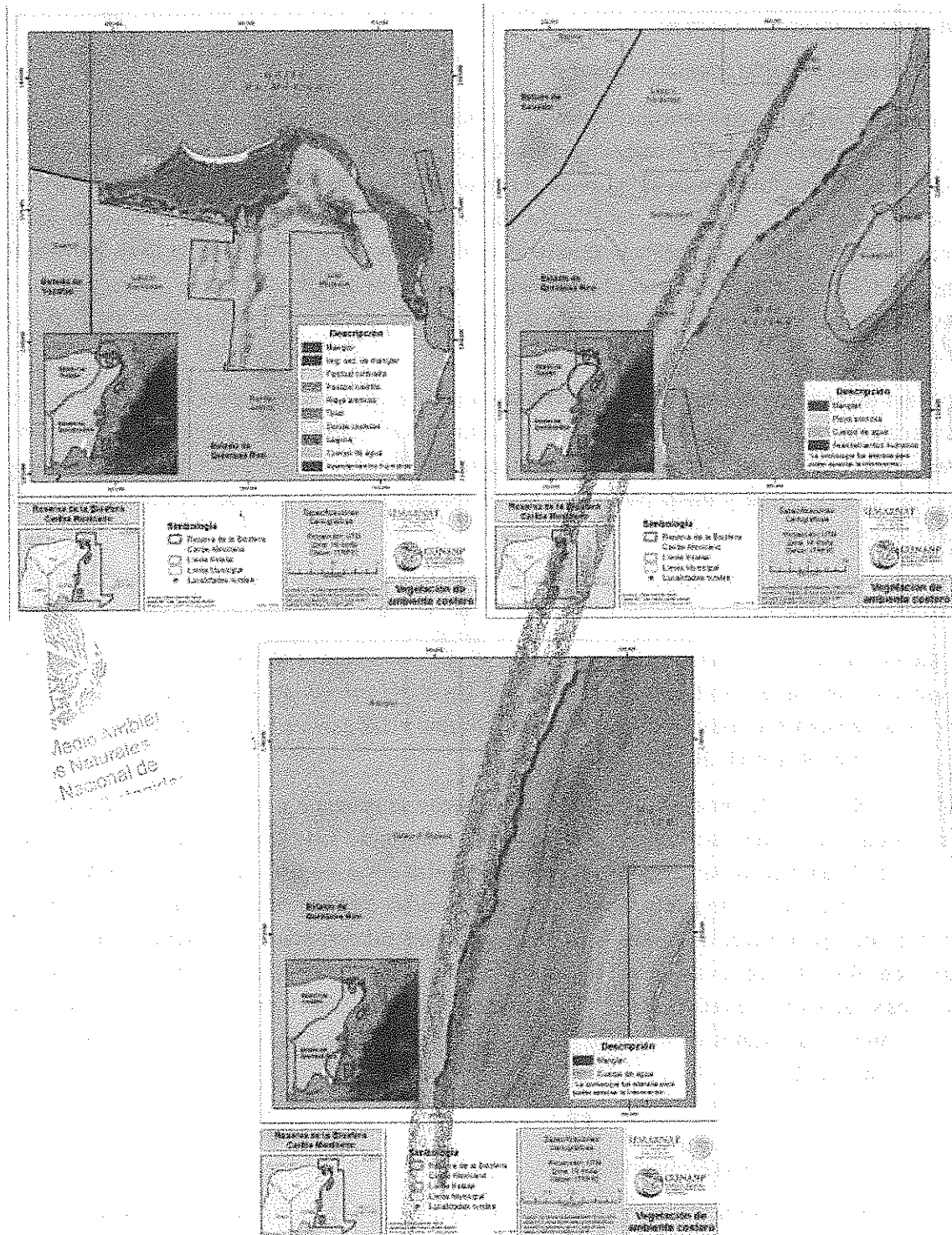


Figura 18. Uso de suelo y vegetación en la zona costera de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

### c) Especies y procesos relevantes

#### Sistema Arrecifal Mesoamericano

El Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) es un ecosistema de aproximadamente 1,000 kilómetros de longitud que comprende cuatro países. Inicia en Cabo Catoche, al norte de Quintana Roo, México, bordea las costas de Belice y Guatemala y finaliza en el complejo Islas de la Bahía/Cayos Cochinos en la costa norte de Honduras. Es único en el hemisferio occidental, siendo considerado el sistema arrecifal de barrera más grande del Mar Caribe y el segundo sistema arrecifal del mundo después de la Gran Barrera Arrecifal Australiana. La región se caracteriza por arrecifes de borde, de barrera y atolones, cayos, islas, humedales costeros, lagunas arrecifales y costeras, praderas de pastos marinos y bosques de manglar (SEMARNAT, 2012).

La belleza escénica de sus zonas costeras lo hace un destino turístico de primera calidad y la fertilidad y abundancia de recursos naturales en sus cuencas atraen a la industria y a la agricultura. También alberga especies marinas de valor comercial que abastecen principalmente a la pesca artesanal, sobre todo de langosta, caracol, pargo y mero (WWF, 2015), además de ser el hábitat de especies amenazadas o en peligro de extinción.

Asimismo, contribuye a la estabilización y protección de los paisajes costeros y al mantenimiento de la calidad del agua marina (SEMARNAT, 2012).

El Sistema Arrecifal Mesoamericano representa el sustento para más de un millón de personas que interactúan con sus ecosistemas. Sin embargo, a pesar de que las actividades estimulan la economía, también amenazan con destruir la integridad del sistema ecológico de la ecorregión, si no se realizan de manera sustentable (WWF, 2015).

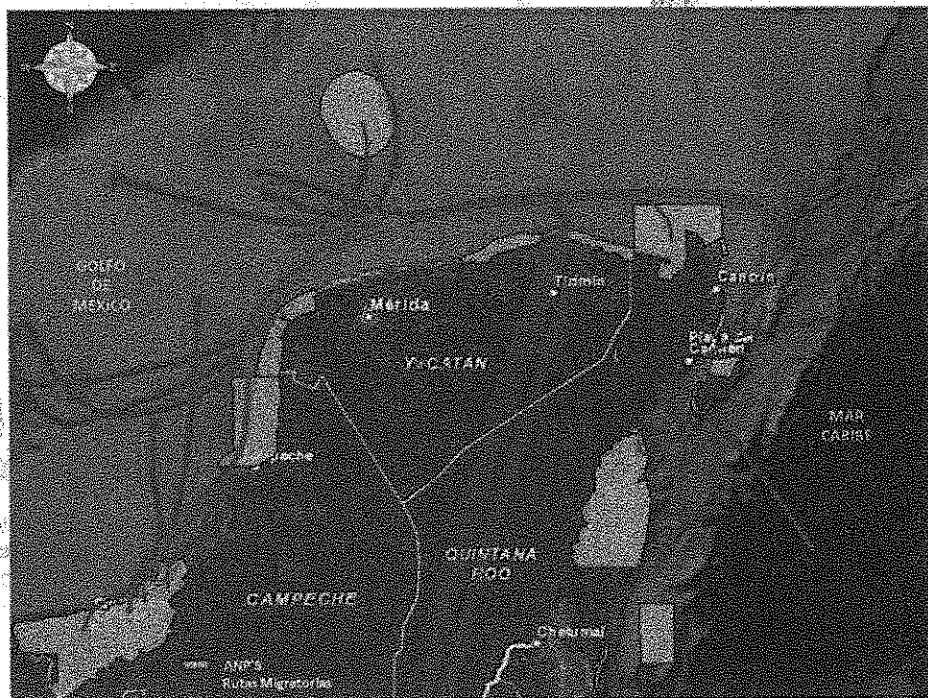
En el lado oriental de la Península de Yucatán, un arrecife se extiende a lo largo de casi 350 kilómetros de costa desde Isla Contoy hacia el sur hasta Xcalak, incluyendo islas como Cozumel y el atolón Banco Chinchorro. El desarrollo de los arrecifes a lo largo de la costa de Quintana Roo varía naturalmente, a menudo es discontinuo y se puede dividir en 3 zonas: norte, centro y sur. Los arrecifes en el norte tienen arrecifes poco profundos, de desarrollo parcial, con diversidades bajas y numerosas colonias de coral cuerno de alce (*Acropora palmata*). Las zonas central y sur contienen arrecifes poco profundos más continuos y cadenas de arrecifes mejor desarrolladas. Banco Chinchorro es un atolón grande (644 km<sup>2</sup>) con arrecifes bien desarrollados en su amplia plataforma de barlovento y su estrecha plataforma de sotavento (Kramer *et al.*, 2015).

#### Anidación de tortugas marinas

Las tortugas marinas forman parte de la biodiversidad mundial que posee características anatómicas únicas. Son un grupo primitivo y singular, evolutivamente muy exitoso considerando que el miembro más antiguo de las tortugas marinas vivientes se remonta a 110 millones de años (SEMARNAP, 2000).

Son especies longevas, cuya maduración sexual puede tardar años y hasta décadas. Son excelentes navegantes; durante sus migraciones recorren cientos de kilómetros al trasladarse entre sus sitios de alimentación y anidación (Figura 19).

Pasan la mayor parte de su vida en el mar, y durante la temporada de reproducción, las hembras regresan a las playas para desovar. Los ciclos de anidación son múltiples, lo que quiere decir que las hembras arriban a las playas en varias ocasiones por temporada para depositar sus huevos. Las nidadas permanecen en incubación de 45 a 60 días y al emerger, las crías se dirigen al mar incorporándose a comunidades pelágicas a la deriva, durante periodos de tiempo variables, según la especie (SEMARNAP, 2000).



Fuente: Guzmán et al., 2011.

**Figura 19. Patrones migratorios de tortugas marinas (*Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata*) en áreas críticas de conservación.**

En el área propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano se distribuyen cuatro especies de tortugas marinas: tortuga marina caguama (*Caretta caretta*), tortuga marina verde del Atlántico o tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga marina de carey (*Eretmochelys imbricata*), y tortuga marina laúd (*Dermochelys coriacea*), todas dentro de la categoría peligro de extinción de conformidad con la 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, 2010).

La Península de Yucatán alberga a las poblaciones anidantes de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) más grandes del Atlántico Oeste, y una de las cinco poblaciones de tortuga blanca más importantes del Gran Caribe (Guzmán et al., 2011).



El grado de protección que las tortugas poseen, depende de la zona que prefieran alimentarse. Por ejemplo, en el caso de la tortuga Carey, los individuos rastreados desde Campeche han mostrado que su zona principal de alimentación, en el Caribe mexicano, está desprovista de cualquier tipo de protección legal. En contraste, la principal zona de alimentación identificada para tortugas blancas anidantes en las costas norte y poniente de la Península de Yucatán se encuentra dentro de las Reservas de la Biosfera Los Petenes y Ría Celestún (Guzmán *et al.*, 2011).

**Tortuga marina verde del Atlántico o tortuga blanca (*Chelonia mydas*).** Es la tortuga más grande de la familia Cheloniidae; el nombre de tortuga verde se debe al color de la grasa ubicada bajo su caparazón. La superficie dorsal de la cabeza y aletas son de color verde olivo, pudiendo tener tonalidades de color gris oscuro o negro, mientras que el plastrón varía del blanco o crema, hasta gris-olivo o azulado. Las crías tienen un caparazón de color negro a gris-oscuro y un plastrón blanco, presentando un borde blanco alrededor del dorso del caparazón y de las aletas. Los juveniles presentan coloración llamativa, con un patrón de colores claros y marrón, marrón-rojizo, olivo y amarillo en el dorso. Es común encontrar crustáceos cirripedios como epibiontes en el carapacho, plastrón y aletas de juveniles y adultos.

El caparazón de la tortuga verde tiene forma casi ovalada sin escotadura a la altura de las aletas traseras (Márquez, 1990). Tienen cuatro pares de escudos costales y cada aleta presenta una sola uña en el borde externo.

Tiene dieta omnívora de cría a juvenil, pero se vuelve esencialmente vegetariana en el estado adulto (PROCER/CONANP, 2011a).

**REPRODUCCIÓN.** La edad de madurez sexual se ha estimado entre cuatro y 13 años, sin embargo puede variar entre individuos, incluso entre poblaciones. El cortejo y la cópula ocurren en el mar, generalmente a no más de un kilómetro de distancia de la playa de anidación. En general las hembras no se reproducen cada año, la duración entre un periodo y otro depende del intervalo de remigración que va de un rango de uno a nueve años. Como el resto de las tortugas marinas, tanto en el periodo de apareamiento como en la reproducción, se concentran espacial y temporalmente (PROCER/CONANP, 2011a).

**PERIODO DE ANIDACIÓN.** La temporada de anidación de esta especie es de junio a septiembre, ocurriendo de noche la mayoría de las anidaciones. Puede anidar de una a ocho veces durante la temporada, aunque existen registros de *Chelonia mydas*, hasta con diez anidaciones en una temporada. Se cree que el ciclo de anidación se repite cada dos años aproximadamente. En el Golfo de México y Caribe mexicano la anidación inicia en el mes de mayo y finaliza en el mes de septiembre (PROCER/CONANP, 2011a).

**PERIODO DE INCUBACIÓN.** El número promedio de huevos por nidada es de 125. Los huevos se incuban en la arena entre 45 y 70 días, dependiendo de la temperatura; mayores temperaturas aceleran el desarrollo pero también generan mayor proporción de hembras y viceversa. Existe una temperatura umbral (aprox. 28° C) en la que se producen 50% de cada sexo (PROCER/CONANP, 2011a).

**SITIOS DE ANIDACIÓN.** Entre los sitios de anidación de esta especie que abarcan porciones desde el Golfo de México hasta el Mar Caribe se pueden localizar, dentro del área objeto de estudio, anidaciones en Quintana Roo en Isla Holbox, Isla Mujeres, parte oriental de la Isla de Cozumel; desde la parte norte de Cancún por todas las playas del corredor turístico que incluye Puerto Morelos, Playa del Carmen y las

playas conocidas como Punta Venado, Paamul, Aventuras, DIF, Chemuyil, X'cachel-X'cachelito, Xel ha, Tankah, Kanzul, Lirios, Yu Yum, San Juan y Punta Cadena (PROCER/CONANP, 2011a).

**Tortuga marina de carey (*Eretmochelys imbricata*).** Tiene una longitud de aproximadamente igual a dos veces su anchura; tienen dos cortes parietales profundos y el hocico se estrecha hasta ser puntiagudo. Cuando es recién nacida, su coloración es marrón caoba oscura tanto en el caparazón como en el plastrón; a medida que la tortuga va creciendo, la cabeza se alarga y el caparazón va desarrollando un patrón distintivo de rayos en amarillo, negro, canela y marrón en cada escudo. Este color persiste en los individuos adultos.

Es principalmente carnívora, con una dieta variable dependiendo de su área de distribución. Gracias a su pico angosto puede capturar a sus presas entre las grietas y recovecos de los arrecifes de coral. En el Caribe consumen principalmente esponjas, siendo el único reptil espongívoro conocido. Asimismo pueden consumir corales, tunicados, algas, crustáceos y moluscos (PROCER/CONANP, 2011b).

**REPRODUCCIÓN.** Les toma varias décadas llegar a la madurez sexual; que puede ocurrir entre los 20 a 40 o más años. Los individuos adultos pueden migrar grandes distancias entre las zonas de alimentación y las de anidación. El cortejo y la cópula ocurren en las aguas someras adyacentes a las playas de anidación. Las hembras anidan de manera solitaria, durante la noche. La tortuga carey presenta la fecundidad promedio más alta entre las tortugas marinas; en México las nidadas van de 71 a 202 huevos, con un promedio de 135. Cada hembra puede depositar de una a ocho nidadas. En general las hembras no se reproducen cada año, el intervalo de remigración usualmente es de dos a cuatro años. Generalmente regresan a la misma playa a reproducirse, frecuentemente en un área a pocos metros de donde ocurrieron anidaciones previas (PROCER/CONANP, 2011b).

**PERIODO DE ANIDACIÓN.** En el Caribe, la temporada de anidación de esta especie es de abril a agosto. En promedio, las hembras tardan 15 días para realizar anidaciones sucesivas, y pueden hacerlo hasta tres veces cada temporada, utilizando entre uno y dos meses para completar su ciclo anual reproductivo (PROCER/CONANP, 2011b).

**PERIODO DE INCUBACIÓN.** Los huevos de la tortuga carey son esféricos, de cascarón suave, con un diámetro promedio de 40 milímetros, y un peso promedio de 25 gramos. El tiempo de incubación es de alrededor de 60 días, dependiendo de la temperatura ambiente. La temperatura de incubación también determina el sexo de las crías, siendo la temperatura umbral para esta especie (donde la proporción machos: hembras es uno a uno) de 29.32°C (PROCER/CONANP, 2011b).

**SITIOS DE ANIDACIÓN.** Los sitios más importantes de anidación de dicha especie dentro del área propuesta se localizan en Isla Holbox. De igual manera los principales sitios de alimentación de poblaciones juveniles y adultas en las aguas mexicanas, son aquellas localizadas en el Golfo y Caribe mexicano (PROCER/CONANP, 2011b).

**Tortuga caguama (*Caretta caretta*).** Es una especie altamente migratoria con un ciclo de vida complejo que se caracteriza por diversos estadios juveniles que ocupan hábitats diversos. Su pico grueso, cabeza amplia y fuertes mandíbulas puede triturar las conchas de moluscos grandes como los del género *Strombus*. Son carnívoras, se alimenta principalmente de moluscos. Son comedores de fondo, aunque pueden comer medusas en la superficie, crías y juveniles también pueden alimentarse en la superficie de macroplancton en la superficie. Las caguamas se alimentan de presas abundantes, por ejemplo al sureste de EUA el alimento más frecuente es las cacerolita de mar (*Limulus sp.*), porque es una especie abundante; asimismo, se han reportado como alimento: peces, langostas, cangrejo azul, calamar, almejas, entre otros (PROCER/CONANP, 2011c).

**REPRODUCCIÓN.** La madurez sexual en las caguamas puede variar entre y dentro de las poblaciones, los datos en condiciones de cautiverio indican entre seis y siete años, y hasta más de 30 en Australia. Las manduernas ocurren a lo largo de las playas de anidación, posiblemente en áreas específicas de agregación, las copulas se han reportado a distancias considerables de la línea de costa. No realizan arribadas, sin embargo sí es posible que muchos individuos coincidan en espacio y tiempo en una misma playa sin tener una implicación de conducta social (PROCER/CONANP, 2011c).

**PERIODO DE ANIDACIÓN.** Para las poblaciones del Atlántico, la temporada va de abril a septiembre, durante el verano, en la temporada de lluvias. Llegan a tener entre una y seis anidaciones por año, con intervalos de anidación de 14 días. El tamaño de la nidada va de 95 a 120 huevos con valores extremos de 40 a 160 (PROCER/CONANP, 2011c).

**PERIODO DE INCUBACIÓN.** La incubación de los huevos es de 55 días en promedio, con rangos de entre 48 y 60 días dependiendo de la temperatura de incubación (PROCER/CONANP, 2011c).

**SITIOS DE ANIDACIÓN.** En México se dan anidaciones aisladas desde Tamaulipas hasta la Península de Yucatán, sin embargo del lado del Caribe las anidaciones son abundantes en todo el litoral de Quintana Roo, con las principales playas como Aventuras DIF, Chemuyil, X'cacel, Xel-Ha, Tankah, Kanzul y Capechén-Lirios (PROCER/CONANP, 2011c).

**Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*).** Es la única especie viviente de la familia Dermochelyidae, carece de escamas en la totalidad del cuerpo, el cual está cubierto de una piel suave de textura coriácea, de color negro moteado de blanco. El caparazón es ligeramente flexible, compuesto de un mosaico de pequeños huesos dérmicos; las costillas son delgadas y carecen de rebordes pleurales, manteniéndose separadas toda la vida del organismo. Presenta siete quillas longitudinales en el caparazón y cinco en el plastrón.

Sus zonas de alimentación se encuentran en aguas frías, la temperatura del agua donde se localizan oscila entre los 5° y 15° C, y está asociada con sus migraciones alimenticias. La tortuga laúd se especializa en presas de zooplancton gelatinoso, medusas, pirosonas y sifonóforos (PROCER/CONANP, 2011d).

**REPRODUCCIÓN.** Les toma muchos años llegar a la madurez sexual; el tiempo estimado es de 14 a 20 años. En todas las especies de tortuga marina el cortejo y la cópula ocurren en el mar, pero en la tortuga laúd esta actividad no se observa cerca de las playas de anidación. En general las hembras no se reproducen cada año, presentan un periodo de remigración de dos a tres años o más (PROCER/CONANP, 2011d).

**PERIODO DE ANIDACIÓN.** En las playas del Pacífico es de octubre a marzo, incrementándose considerablemente entre los meses de diciembre y enero. Cada hembra pone en promedio cinco nidadas al año, pero pueden poner hasta once veces, en un intervalo de diez días entre cada una. Una vez terminada la temporada de anidación, las hembras migran hacia el sur llevando una ruta claramente definida (PROCER/CONANP, 2011d).

**PERIODO DE INCUBACIÓN.** El desarrollo embrionario abarca 60 días en promedio, el número promedio de huevos por nidada es de 62, mientras que el éxito de eclosión promedio para la incubación *in situ* es del 60% (PROCER/CONANP, 2011d).

**SITIOS DE ANIDACIÓN.** Aunque sus principales playas de anidación en México se encuentran en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca, se reportan anidaciones esporádicas en costas del Golfo y Caribe mexicano (PROCER/CONANP, 2011d).

#### **Flamenco americano (*Phoenicopterus ruber*)**

El flamenco americano (*Phoenicopterus ruber*) tiene un rango de distribución muy restringido debido a sus requerimientos especiales de hábitat, entre 60,000 a 80,000 individuos aproximadamente, quedan en toda la región del Caribe, encontrándose las poblaciones sólo en tres sitios. De éstas, la segunda más grande se localiza a lo largo del norte de la Península de Yucatán (Aguirre-Álvarez, 1989). Debido a su distribución restringida, están amenazados por enfermedades o desastres naturales como huracanes, así como por actividades humanas que ocasionan la alteración de su hábitat.

#### **Cocodrilos**

Existen poblaciones aparentemente saludables de las dos especies de cocodrilo presentes en México: el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*). La primera se distribuye en todos los cuerpos de agua interiores y las sabanas; la segunda en las entradas de agua salada como Yalikín, Chipepté y Xuxub. Ambas especies están bajo la categoría de sujeta a protección especial por la 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, 2010).

#### **b) Razones que justifiquen el régimen de protección**

El polígono propuesto para la Reserva de la Biosfera, como se ha señalado con antelación, incluye a la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena y el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Colinda con los límites de los Parques Nacionales Isla Contoy, Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc; Arrecife de Puerto Morelos; Arrecifes de Cozumel, Tulum y Arrecifes de Xcalak, así como con el Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, Sian Ka'an, Arrecifes de Sian Ka'an y Banco Chinchorro.

El presente estudio confirmó la existencia de recursos relevantes y especies de gran importancia biológica cuyo rango de distribución se ubica fuera de las áreas protegidas existentes. El análisis de la información sugiere que la mejor forma de promover a la conservación y aprovechamiento sustentable de dichos recursos naturales es abordar a través de un manejo integral, pues ello permitirá un efecto sinérgico.

Dicho lo anterior, se plantea que el objetivo de establecer esta ANP es por una parte armonizar los regímenes de protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de las áreas naturales protegidas de competencia federal que se ubican dentro de su polígono; y por otra, proteger ecosistemas y especies que se desarrollan y distribuyen fuera de los límites de aquellas que colindan con el polígono propuesto.

En este mismo sentido, como se ha descrito en el documento, el área propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano contiene ambientes marinos, costeros y terrestres que albergan ecosistemas relevantes, especies en alguna categoría de protección, con requerimientos particulares de condiciones en su hábitat. Además, dentro de la poligonal propuesta y la zona de influencia, ocurren fenómenos biológicos de gran escala, tales como migraciones y anidaciones de varias especies.

Es preciso señalar que la propuesta garantiza la protección de las áreas que colindan con el polígono y que ya cuentan con un Decreto de área natural protegida, pues no se modifica el esquema de protección vigente para las mismas.

El área que se propone como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano presenta diversos elementos y características que determinan la categoría de protección y se destacan a continuación:

#### 4) Arrecifes coralinos

El área objeto de estudio cuenta con amplia distribución de arrecifes coralinos, reconocidos como uno de los ecosistemas más complejos, biodiversos y productivos en el mundo, algunos de los cuales forman parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Estas estructuras constituyen diferentes hábitats utilizados como refugio por otros organismos arrecifales. Los arrecifes considerados dentro de esta propuesta, o adyacentes a ella son: Bancos del Este, Canal de Yucatán 4, Arrecife Islache Grande, El Cabezo, Manchones y Cuevones, Cancún, Puerto Morelos, Akumal, Punta Maroma, Cozumel (dividido en tres formaciones), Xpu-Ha, Xcalak y Chínchorro (Bezaury-Creel, 2010).

#### 5) Selvas

La presencia de 37,110 hectáreas con cobertura de selvas bajas y medianas. El área objeto de estudio presenta la distribución de las selvas tropicales más al norte de la Península de Yucatán y de México, con especies endémicas y en diversas categorías de riesgo.

#### 6) Palmas

En la región de estudio las palmas son componentes importantes de selvas y constituyen un recurso clave para la fauna, especialmente en periodos de escasez de alimento. Además, tienen especial relevancia para la cultura maya por ser fuente de recursos para satisfacer sus necesidades. Entre las palmas destacan la palma chiit (*Thrinax radiata*) que se distribuye en selvas bajas subcaducifolias y medianas subperennifolias de Quintana Roo, y está catalogada como Amenazada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 de Protección

ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (DOF, 2010).

Otras de las especies presentes en la zona de estudio son la palma huano (*Sabal gretheriae*), endémica y se distribuye principalmente en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia y subcaducifolia de Quintana Roo y está sujeta a protección especial por la 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, 2010) y la palma nakás (*Coccothrinax readii*), catalogada como Amenazada por la norma antes señalada, es endémica y se distribuye en selva baja subcaducifolia y mediana subperennifolia de Quintana Roo (Calvo-Irabién y Orellana-Lanza, 2011).

### 7) Manglares

Las 21,560 hectáreas de manglar dentro del área objeto de estudio son relevantes por tratarse de cobertura de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (DOF, 2010), las cuales son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

Además, los manglares brindan servicios ambientales para el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos ecológicos. En condiciones naturales filtran el agua y permiten el abastecimiento de mantos freáticos. Son ecosistemas que capturan gases de efecto invernadero y actúan como sumideros de carbono. Contribuyen al mantenimiento de la línea de costa y al sostenimiento de las arenas sobre las playas (CONABIO, 2009). En aquellos sitios en donde el ecosistema de manglar se ha mantenido sano, el impacto de ciclones ha sido menor al de aquellos sitios en donde se destruyeron o no existen estas barreras naturales.

### 8) Talud de la Cordillera de Cozumel y Arrowsmith

El talud de la Cordillera de Cozumel y el Banco Arrowsmith tienen un declive pronunciado con profundidades que van de los 200 hasta los 4,682 metros, y son considerados "muy importantes" por ser áreas de alimentación y refugio de diversas especies de profundidad, zonas de alta productividad y sitios importantes para la agregación de tiburones. Asimismo, son importantes por encontrarse representados ecosistemas de arrecifes profundos con alta biodiversidad.

### 9) Conectividad

El requerimiento de hábitat para los grandes felinos implica grandes extensiones. Se ha establecido que el área mínima para conservar una población estable de jaguares es de 900 km<sup>2</sup> (Rodríguez-Soto *et al.*, 2011). Puesto que las ANP son punto clave para la protección de grandes áreas, se necesita una conexión entre ellas para conservar a los felinos, debido a sus requerimientos de hábitat.

En el caso del ocelote (*Leopardus pardalis*) se considera que en el área objeto de estudio existe una de las poblaciones más grandes de esta especie.



La sobrevivencia del jaguar (*Panthera onca*) depende esencialmente de la permanencia de grandes extensiones de hábitat conectado, abundancia de presas silvestres y un estricto control de las actividades humanas que ejercen presión directa contra individuos de la especie, como el tráfico ilegal y la cacería de represalia (Manterola *et al.*, 2011).

Además, resalta que la Península de Yucatán forma parte del Corredor Mesoamericano, reconocido internacionalmente por su relevancia para la conectividad entre ecosistemas y procesos para el mantenimiento de la biodiversidad.

Cabe señalar que los sistemas lagunares costeros y la zona marina incluidos dentro de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano están considerados por CONABIO como áreas de interés para la generación de Corredores Biológicos.

#### 10) Sistema lagunar Chacmochuch

Este sistema lagunar es uno de los principales centros de reproducción, crianza y refugio para muchas especies de peces, moluscos y crustáceos de importancia ecológica y comercial (Caballero *et al.*, 2005). Por su comunicación permanente con el mar, constituye un sitio importante para el intercambio de materia y energía y por ello, para el mantenimiento de procesos biogeoquímicos que determinan la productividad y la interacción entre algas, pastos marinos, manglares, invertebrados y peces.

Este hábitat juega un papel fundamental para el almacenamiento y flujo de energía hacia el mar, permite reforzar los primeros eslabones de la cadena alimenticia, promoviendo el sostenimiento de una gran biodiversidad y el incremento en la biomasa de organismos principalmente acuáticos, que proporcionan sustento a una de las principales actividades productivas de la zona, la pesquera.

Hay estudios que sugieren que Chacmochuch presenta un alto potencial a la eutroficación, lo cual está estrechamente relacionado con la magnitud y calidad de los aportes de aguas subterráneas, el tiempo de residencia y circulación del agua, la escorrentía superficial en los manglares y la entrada de nutrientes provenientes de la actividad antropogénica (Herrera-Silveira y Morales-Ojeda, 2010).

#### 11) Zonas de anidación de tortugas marinas

En el área destaca la presencia de cuatro especies de tortugas marinas, carey (*Eretmochelys imbricata*), caguama (*Caretta caretta*), verde del Atlántico (*Chelonia mydas*) y laúd (*Dermochelys coriacea*). Las tortugas marinas son especies altamente migratorias y vulnerables a las amenazas sobre sus hábitats críticos. Como se ha mencionado, las tortugas marinas son especies con un ciclo de vida altamente complejo que requiere la ocupación de diferentes hábitats durante su desarrollo. Estas características las hace especies de gran importancia como indicadores del estado de conservación de diferentes zonas en un amplio rango de movimiento de sus individuos (Guzmán *et al.*, 2011).

La Península de Yucatán alberga a las poblaciones anidantes de tortuga carey más grandes del Atlántico Oeste, y una de las cinco poblaciones de tortuga verde del Atlántico más importantes del Gran Caribe (Bezaury, 2010).

Algunos estudios realizados por organizaciones de la sociedad civil reportan la presencia de tortuga lora en Yum Balam y ello puede obedecer a que dicha especie usa el hábitat marino de esa zona (pastos marinos) para su alimentación (Arrivillaga y Windevoxhel, 2008).

### 12) Zonas de agregación de tortugas marinas

La propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, incluye un hábitat de alimentación para estas especies de tortugas, debido a la presencia de diversos arrecifes coralinos, praderas de pastos marinos y playas arenosas relevantes del Caribe mexicano. Es importante mencionar que el conocimiento sobre el estado de conservación de estas especies, su dinámica poblacional, historia de vida, amenazas y sitios de alimentación, es escaso.

De acuerdo a información generada por especialistas, se sabe que la tortuga carey prefiere alimentarse en el Golfo Sur, mientras que las tortugas verdes prefieren alimentarse en las zonas ubicadas dentro de la Plataforma del Caribe Mesoamericano.

Estas especies cumplen papeles ecológicos importantes en ecosistemas tan diversos como los arrecifes coralinos (Leon y Bjorndal, 2002) y los pastos marinos (Bjorndal, 1997) y transportan energía entre el mar y hábitats terrestres tales como playas de anidación y sus alrededores (Bouchard y Bjorndal, 2000). Su desaparición podría afectar seriamente a otras especies de flora y fauna que dependen de las tortugas marinas y sus huevos para su propia supervivencia.

El complejo ciclo de vida de las tortugas marinas, que transcurre entre varios hábitats de desarrollo y con migraciones de cientos o miles de kilómetros entre zonas de alimentación y las playas de desove, hace difícil su gestión y expone a estas especies a impactos diversos sobre una escala geográfica muy amplia (Meylan 1999a; Meylan, 1999b). Así, las tortugas marinas representan recursos compartidos entre las naciones del continente americano pues estas especies utilizan las aguas de más de un país durante su ciclo de vida.

### 13) Procesos de migración de especies

El área de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano contiene el hábitat de 403 especies entre migratorias y residentes, marinas y terrestres, de acuerdo al listado que se integra a la parte final del presente estudio.

Se trata de una zona de tránsito durante la migración de tortugas marinas como la tortuga verde del Atlántico (*Chelonia mydas*), carey (*Eretmochelys imbricata*), caguama (*Caretta caretta*) y laúd (*Dermochelys coriacea*) que arriban a territorio mexicano principalmente entre abril y septiembre, y cuentan con un estricto estatus de protección nacional e internacional. Cabe recordar que estas especies están consideradas en peligro de extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2010 de Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Asimismo, la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, representa una zona de migración, reproducción y desarrollo de crustáceos como langosta y camarón. De igual forma, en ciertas épocas se registran grandes grupos de tiburón ballena (*Rhincodon typus*), especie considerada vulnerable por la Lista

Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), incluida dentro del apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES) y dentro de la categoría de Amenazada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 de Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (DOF, 2010).

#### 14) Sitios de agregación de tiburón ballena (*Rhincodon typus*)

Esta especie se encuentra dentro de la categoría de Amenazada de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010 de Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, además de estar considerada a nivel mundial como vulnerable (A1b, d, A2d) en la *Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN* (Hilton-Taylor, 2000 y <http://www.redlist.org/>). Su desplazamiento y agregaciones se asocian a corrientes de alta productividad primaria y a zonas de surgencia de nutrientes.

Los tiburones, son en general más vulnerables al aprovechamiento que la mayoría de los demás peces por su longevidad, el retraso de su madurez y su fecundidad relativamente baja (Camhi *et al.*, 1998). De las pruebas disponibles parece desprenderse que las poblaciones de tiburón ballena son, como las de otros grandes tiburones, vulnerables a la interacción con actividades antropogénicas, como la colisión con buques.

#### 15) Zona de distribución de tiburón toro (*Carcharhinus leucas*)

El área objeto de estudio es un sitio de agregación de tiburón toro. Es una de las pocas especies de tiburón que puede tolerar largos periodos de tiempo en agua dulce, a menudo penetran largas distancias hasta los ríos de agua dulce que se conectan al océano. Se desplaza hacia aguas estuarinas o frescas para dar a luz a sus crías (Springer, 1963) mientras que los recién nacidos y juveniles parecen utilizar estos hábitats como áreas de crianza (Snelson *et al.*, 1984).

#### 16) Manatí del Caribe (*Trichechus manatus*)

El manatí del Caribe, originalmente se distribuía en México en las zonas costeras del Golfo de México y Mar Caribe; sin embargo, hoy en día esta distribución se ha reducido. En la propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano se localiza la costa norte, entre Playa del Carmen y Tulum (caletas y cenotes). Cabe recordar que esta especie está considerada en Peligro de Extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2010 de Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (DOF, 2010).

Por lo anterior se manifiesta la importancia de ampliar el área de conservación y establecer esquemas de protección dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta, con la finalidad de incrementar las poblaciones de ejemplares que actualmente se han identificado en la zona de Xuxub y en la bocana de la Laguna Conil o Yalahau.

#### 17) Sitios de agregación de mantarraya

En la propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano se presentan las migraciones más espectaculares de estas especies en el planeta, ya que cientos de individuos acuden año tras año. Una de

las especies de mantarraya que se registra es la raya "nariz de vaca" (*Rhinoptera bonasus*) que suele migrar desde la Península de Yucatán, buscando aguas más cálidas hacia el oeste de Florida, EUA. El número de individuos varía entre temporada, pero en ocasiones se avistan cientos o miles en grupos, causando este espectacular fenómeno. La raya nariz de vaca habita en gran parte del oeste del Océano Atlántico y el Caribe, desde Nueva Inglaterra EUA, hasta el sur de Brasil. Los machos alcanzan los 90 centímetros de ancho y pesan 12 kilogramos; las hembras llegan a medir 71 centímetros de ancho.

#### 18) Banco Chinchorro Profundo

Es un Sitio Prioritario para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México catalogado como de "Extrema importancia". Tiene una profundidad media de 200 – 1,500 metros. Es una zona de corrientes fuertes y turbulencia elevada, sujeta a efectos de huracanes, tormentas tropicales y frentes fríos. La productividad primaria es baja, la productividad secundaria es media, y presenta una baja eutroficación. Hay una importante presencia de elasmobranquios de cinco branquias, de ocurrencia limitada y poco conocidos, y es el límite sur de la distribución de langostas de profundidad como la *Nephropsis aculeata* (CONABIO, 2007b).

En la zona se encuentran corales de profundidad con fauna asociada diversa, cascadas de arena, fondos arenosos, escarpe insular y un cañón.

Algunas de las amenazas para la región son la contaminación por hidrocarburos provenientes del lavado de buques tanques, la contaminación por basura particulada proveniente de la costa o cruceros turísticos y daño por tráfico, anclaje, encallamiento y colisiones de buques.

#### c) Estado de conservación de los ecosistemas, especies o fenómenos naturales

Durante la realización del presente estudio y entre la información técnica consultada se identificaron trabajos en los cuales se aplicaron metodologías para el análisis de la viabilidad ecológica, identificación de amenazas directas sobre los ecosistemas presentes en la parte norte de la Península de Yucatán (Rodríguez y García, 2007), particularmente en el estado de Quintana Roo, en el área que aquí se propone como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, así como la identificación de los sistemas biológicos más importantes con el fin de diseñar las estrategias para la eliminación o disminución de las amenazas a las que están expuestos.

Las estrategias de conservación más adecuadas conforme a los estudios señalados en el párrafo anterior, son aquellas que se basan en: (I) una cuidadosa identificación de los sistemas biológicos más importantes y el análisis de su viabilidad ecológica, (II) una jerarquización en orden de prioridad de las presiones que perjudican la salud de esos sistemas biológicos y las fuentes de tales presiones, (III) la definición de áreas críticas; (IV) el establecimiento de estrategias que ayuden a eliminar o disminuir las fuentes críticas de presión y a restaurar o mejorar los sistemas ecológicos; y (V) un análisis de las capacidades locales.

Para aplicar esas estrategias imprescindibles es necesario elegir los objetos de conservación a evaluar para definir los indicadores y los umbrales correspondientes con base en sus rangos de variación natural y su viabilidad. El resultado de ello permite clasificar la conservación de dichos objetos en los siguientes factores:

**Muy bueno** – Factor clave está dentro de su rango preferible de variación de acuerdo con la mayoría de los indicadores.

**Bueno** – Factor clave está dentro de su rango aceptable de variación de acuerdo con la mayoría de los indicadores.

**Regular** – El factor clave está fuera de su rango aceptable, pero es restaurable; de acuerdo con la mayoría de los indicadores.

**Pobre** – No se puede restaurar el factor clave a sus rangos aceptables de acuerdo con la mayoría de los indicadores.

Posteriormente, para cada objeto de conservación se define una serie de atributos ecológicos e indicadores que determinan su funcionamiento. En los estudios mencionados para los objetos de conservación presentes en la zona de la que forma parte el área propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, se determinaron los siguientes atributos:

**Tamaño** - Refleja el área o abundancia del objeto de conservación, por ejemplo, la cobertura de una comunidad ecológica o ecosistema, o el tamaño de población del objeto de conservación a nivel de especie.

**Condición** - Medida que integra la composición, estructura e interacciones bióticas de un objeto de conservación particular.

**Contexto paisajístico** - Medida integrada de los regímenes ambientales (por ejemplo, el fuego o inundaciones) y la disponibilidad de los hábitats y recursos necesarios para la supervivencia a largo plazo del objeto de conservación.

A partir de las conclusiones establecidas en los estudios a que se refiere este apartado, se identificó que la zona propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano es un área de importancia ambiental y con aptitud para su conservación y aprovechamiento sustentable, mostrando que, en los diversos tipos de ecosistemas, su condición y contexto paisajístico son importantes. El valor global de viabilidad determinado para toda la zona noreste de la Península de Yucatán, conforme a los estudios en los que se aplicó la metodología para determinar la viabilidad de los objetos de conservación que caracterizan a toda la península, resultó ser "bueno", y de manera individual los ecosistemas que la integran, presentaron un valor jerárquico de "bueno" a "muy bueno", como se observa a continuación, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8 y Figura 20).

**Tabla 6. Resumen del análisis de viabilidad de los objetos de conservación costeros en la Península de Yucatán.**

Objetos de conservación	Calificación del contexto paisajístico	Calificación de la condición	Calificación del tamaño	Calificación del valor jerárquico de viabilidad
Manglar	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Sistemas lagunares	Muy bueno	Regular	Bueno	Bueno

Playas y duna costera	Bueno	Bueno	Regular	Bueno
Pastizal inundable y tasistal	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

**Tabla 7. Resumen del análisis de viabilidad de los objetos de conservación en el ambiente terrestre.**

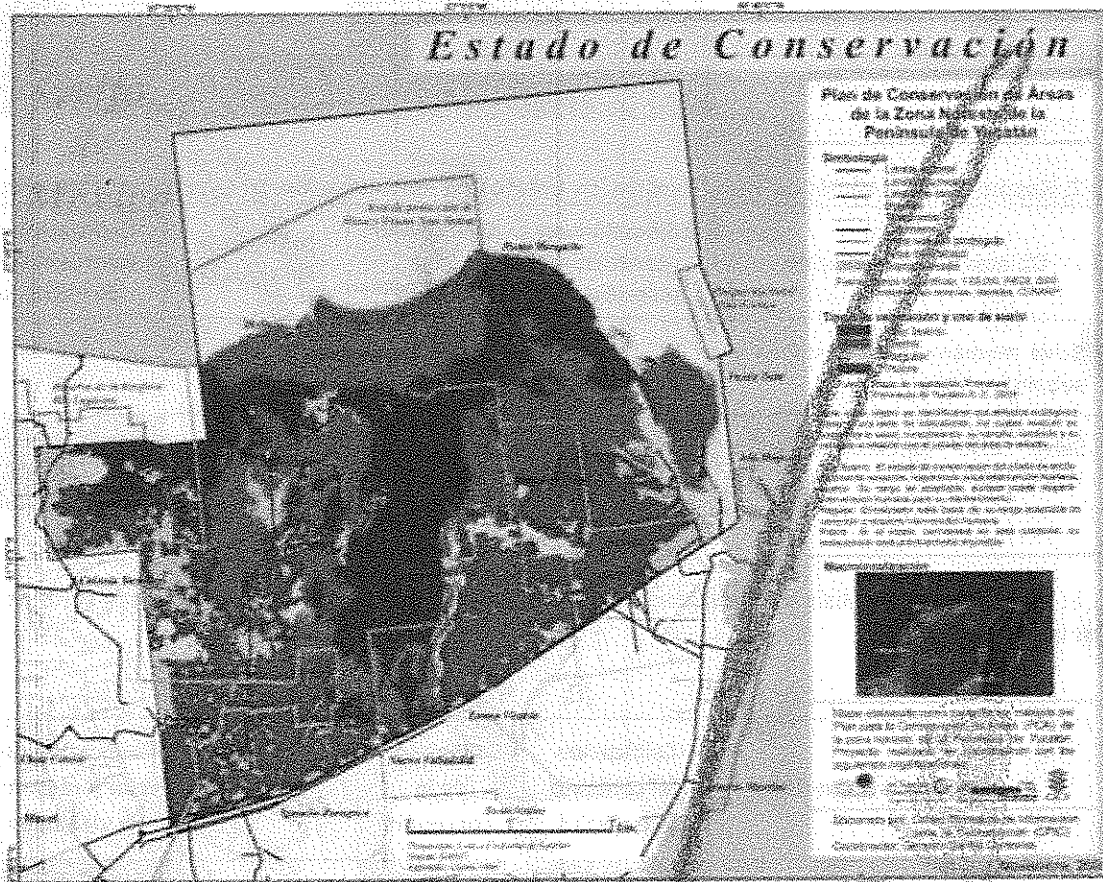
Objetos de conservación	Calificación del contexto paisajístico	Calificación de la condición	Calificación del tamaño	Calificación del valor jerárquico de viabilidad
Selva mediana (subcaducifolia y subperennifolia)	Regular	Regular	Regular	Regular
Selva baja (subcaducifolia e inundable)	Bueno	Regular	-	Bueno

**Tabla 8. Resumen del análisis de viabilidad de los objetos de conservación marinos en la zona noreste de la Península de Yucatán.**

Objetos de conservación	Calificación del contexto paisajístico	Calificación de la condición	Calificación del tamaño	Calificación del valor jerárquico de viabilidad
Hábitat pelágico	Bueno	Bueno	-	Bueno
Hábitat bentónico	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Calificación global de la salud de la biodiversidad del proyecto de la zona noreste de la Península de Yucatán				Bueno

**COTEJADO**





**Figura 20. Evaluación del estado de conservación de la zona Noreste de la Península de Yucatán.**

Fuente: Rodríguez y García, 2007.

En cuanto al estado de conservación de los arrecifes del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), la Iniciativa Arrecifes Saludables, esfuerzo colaborativo internacional y multi-sectorial, realiza monitoreos de la salud del arrecife, de las decisiones humanas que lo impactan y del progreso necesario para asegurar su integridad a largo plazo. Es uno de los primeros esfuerzos a nivel mundial para la elaboración de criterios de clasificación medibles para los indicadores de salud de arrecifes coralinos. Iniciativa Arrecifes Saludables desarrolló el Índice de Salud Arrecifal (ISA), con el que se evaluó el estado ecológico del SAM, considerando cuatro indicadores clave, vitales para la estructura y funcionamiento de los ecosistemas coralinos saludables (Kramer *et al.*, 2015).

**Tabla 9. Índice de Salud Arrecifal (ISA)**

ÍNDICE DE SALUD ARRECIFAL (ISA)					
Indicadores del Índice de Salud Arrecifal	Excelente (5)	Bien (4)	Regular (3)	Mal (2)	Crítico (1)
Cobertura de coral (%)	60.0 – 100.0	40.0 – 59.9	10.0 – 39.9	5.0 – 9.9	<5

Cobertura de macroalgas carnosas (%)	0 - 1.0	1.0 - 5.0	5.1 - 12.0	12.1 - 25	>25.0
Peces herbívoros clave (g/100m <sup>2</sup> )	<2880	2880 - 3479	1920 - 2879	960 - 1919	<960
Peces loro y cirujanos					
Peces comerciales clave (g/100m <sup>2</sup> )	<1260	1260 - 1679	840 - 1259	420 - 839	<420
Peces pargo y meros					

Fuente: Kramer *et al.*, 2015.

El índice ISA se basa en estos cuatro indicadores, que luego se combinan y son igualmente ponderados:

- La cobertura de coral es la cantidad de superficie del arrecife cubierta por corales pétreos vivos, contribuyendo a su estructura tridimensional.
- La cobertura de macroalgas carnosas es la proporción de arrecife cubierto por algas carnosas.
- Los peces herbívoros son una medida de la biomasa de plantas de importancia forrajera que podrían crecer sobre el arrecife.
- Los peces comerciales son una medida de la biomasa de peces de importancia para la población.

En mayo de 2015, se publicó el reporte de salud anual para el SAM, encontrándose algunos resultados clave:

La puntuación general del ISA fue "regular", con mejoras tanto a nivel regional como en indicadores individuales en comparación con años anteriores. La cobertura de corales aumentó de 10% a 16% desde 2006. Se contabilizó un aumento de la biomasa de peces herbívoros y comerciales, aunque se observó que los meros grandes siguen siendo escasos y se encuentran principalmente dentro del ANP.

Aunque la cobertura de coral ha aumentado, esta sigue siendo lenta, y por otro lado se registraron aumentos en la cobertura de macroalgas carnosas, la falta de recuperación del erizo diadema (*Diadema sp.*), presión de pesca sobre peces loro y mala calidad del agua; factores que retrasan aún más la recuperación de los corales.

Las macroalgas se han duplicado desde 2006, incluso en algunos arrecifes con abundantes peces herbívoros.

- Se encontraron peces loro de mayor tamaño dentro de las ANP, lo que sugiere que la protección permite que crezcan más. La biomasa de peces comerciales aumentó ligeramente desde el 2006, aunque aún se encuentra en niveles funcionales bajos.

Para México, se monitorearon 86 sitios en 2013/2014. El Índice de Salud Arrecifal (ISA) general tuvo una puntuación de "regular", debido principalmente a la alta cobertura de macroalgas carnosas, y cobertura de coral y biomasa de peces herbívoros moderadas. México fue el único país del SAM en tener un aumento de cobertura de coral a través del tiempo – de 8% en 2006 a 14% en 2014. La subregión de Cozumel tuvo la cobertura de coral más alta (24%) y fue una de las pocas subregiones en el SAM que tuvieron más coral vivo que algas (Kramer *et al.*, 2015) (Figura 21).

El Arrecife Limones, en el Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos, tiene una de las más grandes y sanas coberturas de coral cuerno de alce en el SAM. La cobertura de macroalgas carnosas de México fue la

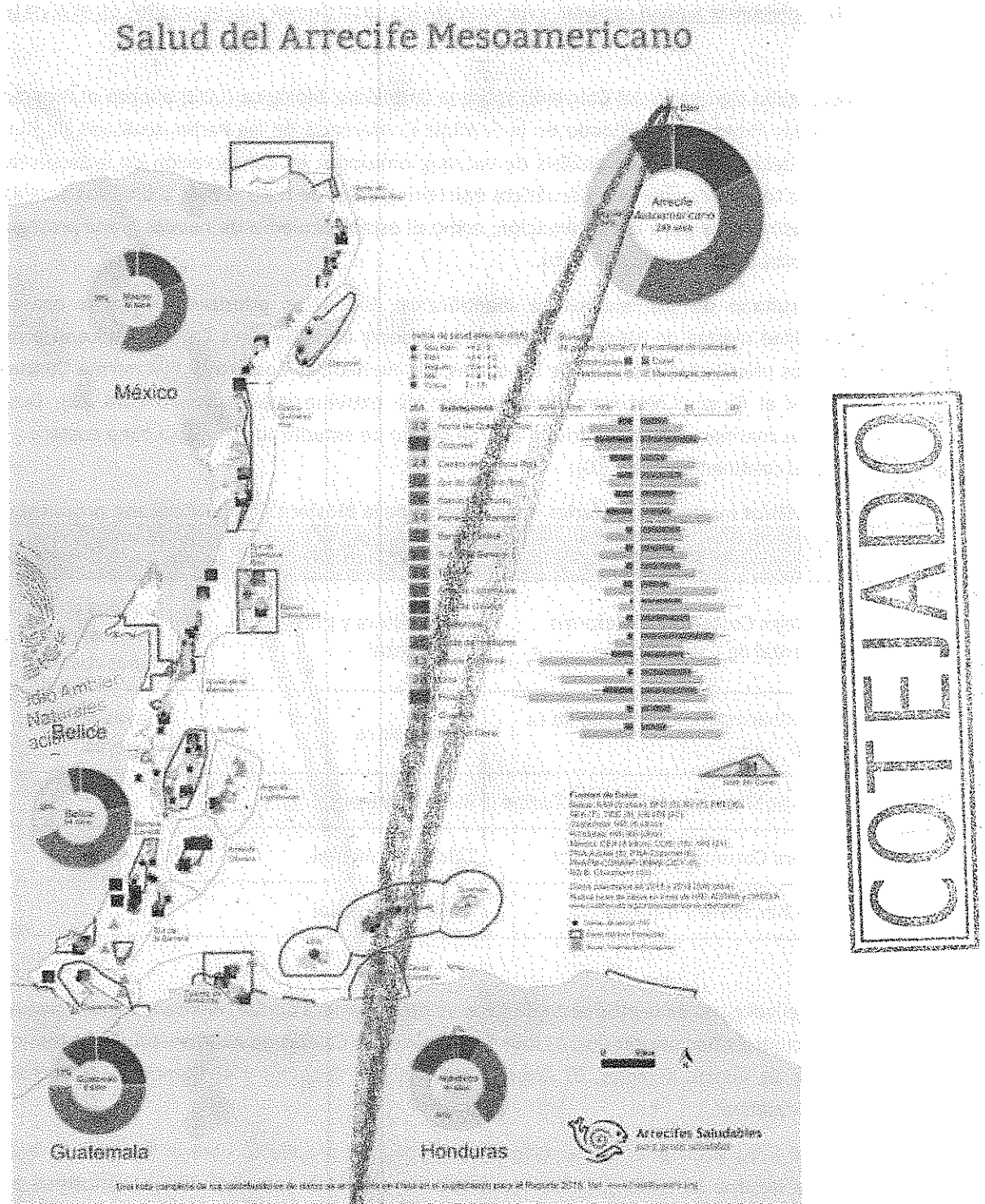
más baja en la región del SAM (18%), aunque ha ido en aumento desde 2006. Las subregiones Centro y Sur de Quintana Roo tuvieron la mayor cobertura de macroalgas carnosas en México (Kramer *et al.*, 2015).

La biomasa de peces herbívoros fue mayor (1,952 g/100m) en 2014 que en 2006. El norte de Quintana Roo fue la subregión mexicana con mayor biomasa de peces cirujano y loro (3,117 g/100 m); mientras que Banco Chinchorro tuvo la más baja de la región del SAM (938 g/100 m<sup>2</sup>). Más peces loro, mayores de 20 centímetros, se encontraron dentro de las áreas marinas protegidas (p. ej., Cozumel, Xcalak). México fue el único país en el SAM en obtener una puntuación de "bien" para peces comerciales (1,387 g/100 m<sup>2</sup>). Dos sitios protegidos en Xcalak tuvieron el número más alto de meros de mayor tamaño (0.33 indiv/100m) (Kramer *et al.*, 2015).

Respecto al estado de conservación de los ambientes de mar profundo, aunque la información disponible es escasa, la profundidad en la que se ubican los objetos de conservación: montes submarinos, cañones submarinos, sustratos, flujo de nitrógeno a 500 metros de profundidad, se tiene la presunción de que éstos tienen un buen estado de conservación debido a que su interacción directa con las actividades antropogénicas es relativamente nula.

COTEJADO





**Figura 21. Reporte de salud del Arrecife Mesoamericano.**

d) Relevancia a nivel regional y nacional de los ecosistemas representados en el área propuesta

México, como signatario del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) adoptó el Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas aprobado en la Séptima Conferencia de las Partes realizada en Kuala Lumpur en 2004. Se decidió realizar los análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad para los ambientes terrestres, marinos y acuáticos epicontinentales de todo el país, a diversas escalas, con el fin de orientar estrategias para la conservación, como el establecimiento de nuevas áreas protegidas y de otros instrumentos de conservación *in situ*.

Como resultado de ese análisis se identificaron 105 sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina de México. El área de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta incluye cinco sitios prioritarios marinos, de los cuales, los Humedales Costeros y Plataforma Continental de Cabo Catoche y el Banco Chinchorro Profundo son de extrema importancia (Figura 22). Dos de los sitios prioritarios marinos comprendidos en el área objeto de estudio comprenden zona costera y tres se ubican en el talud continental (Tabla 10).

Tabla 10. Sitios marinos prioritarios en la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta.

Sitio prioritario	Zona	Ambientes
Humedales Costeros y Plataforma Continental de Cabo Catoche	Zona costera y plataforma continental	Lagunas costeras, petenes, cenotes, playas arenosas, dunas costeras, estero.
Laguna Chacmochuk - Arrecife de La Cadena	Zona costera	Playas arenosas, lagunas costeras.
Montes Submarinos del NW del Caribe	Talud continental	
Cordillera Cozumel y Arrow Smith	Talud continental	
Banco Chinchorro Profundo	Talud continental	

Además, el polígono de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano incluye pequeñas porciones de otros cuatro sitios prioritarios: 1) Ríos Subterráneos y Caletas de Akumal-Tulum, 2) Humedales Costeros y Arrecife de Puerto Morelos, 3) Arrecife Profundo de Cozumel y 4) Humedales Costeros y Arrecife de Xcalak – Majahual.

En cuanto a los sitios prioritarios terrestres, el polígono propuesto para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano incluye 19 sitios prioritarios, cuatro de prioridad extrema, diez de prioridad alta y cinco de prioridad moderada. Destaca el hecho que nueve de esos sitios (47%) se concentran en la zona norte de Quintana Roo, en donde se localiza la porción terrestre del área objeto de estudio (Figura 23).



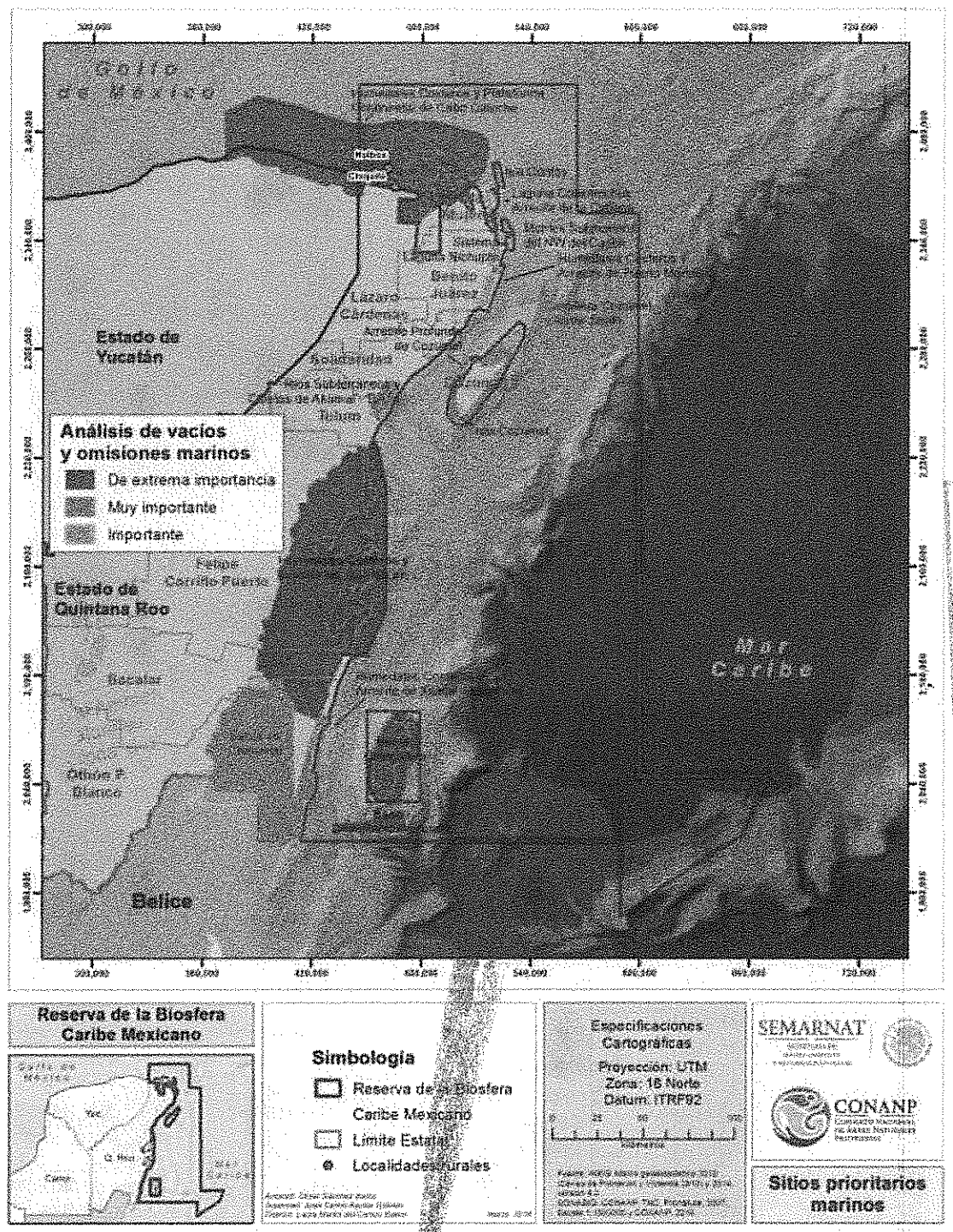


Figura 22. Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad de México, en la región.



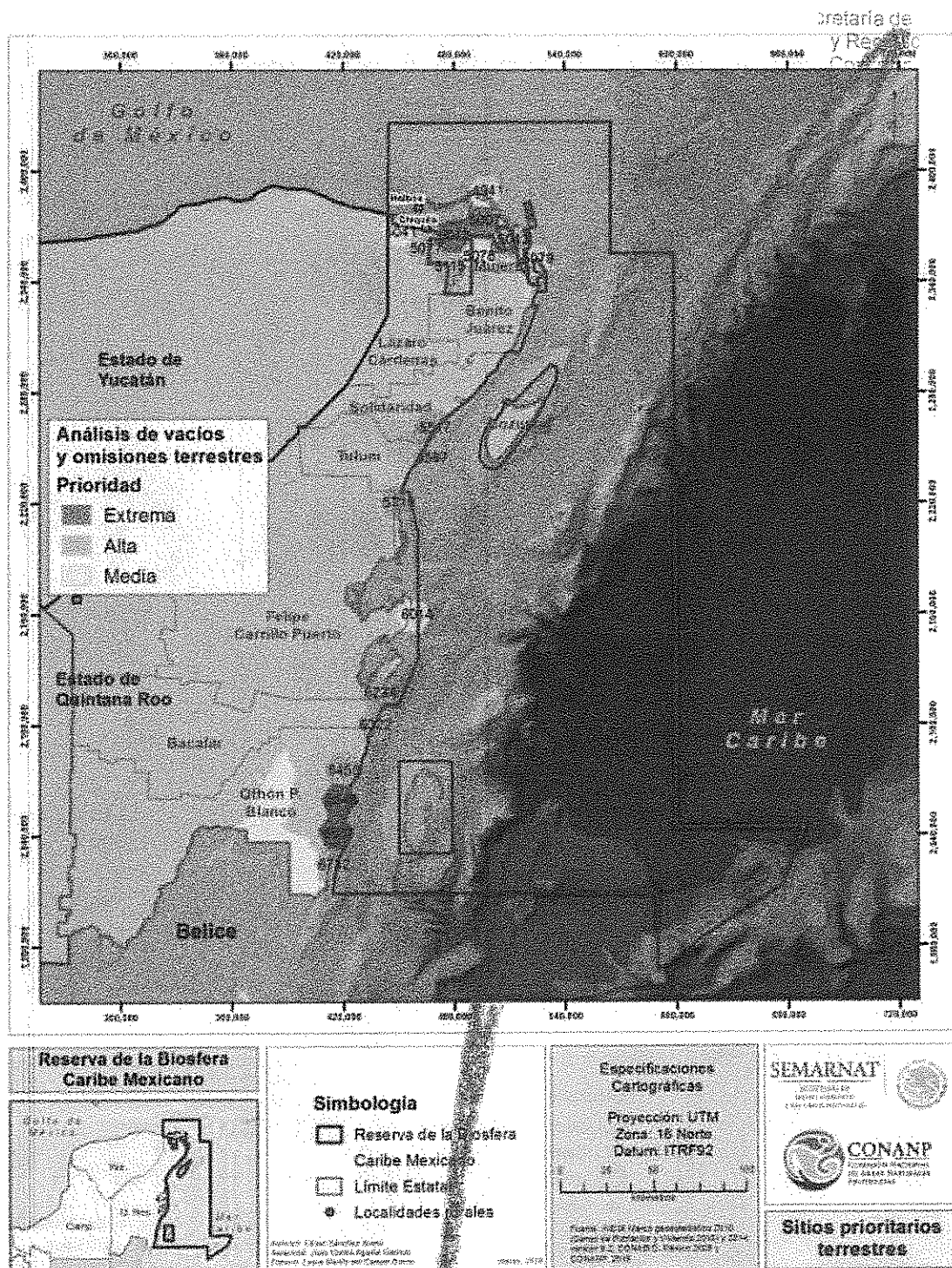
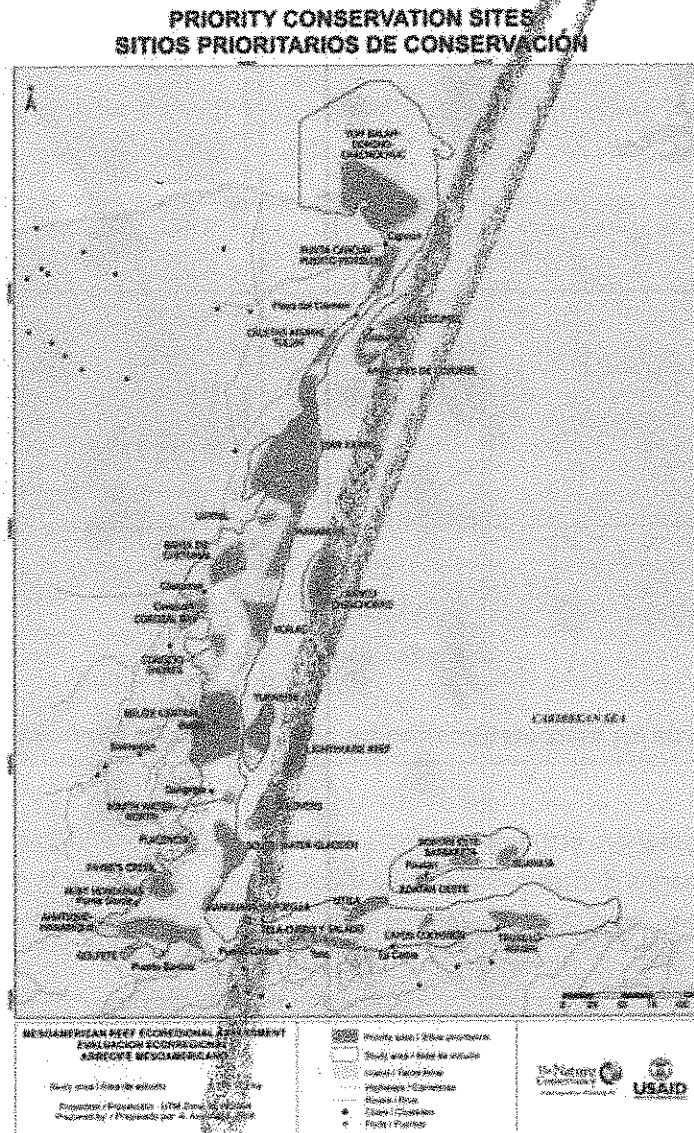


Figura 23. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad de México, en la región.

La zona propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano es una unidad clave para la conservación marina no solo de México, sino también para el Arrecife Mesoamericano. La Evaluación Ecorregional del Arrecife Mesoamericano realizado en consulta con expertos, gobiernos y organizaciones de la sociedad civil de los cuatro países que lo conforman (México, Belice, Guatemala y Honduras), identificó la unidad Yum Balam-Dominó-Chacmochuch, como relevante para la conservación de los hábitats de tiburón ballena y manatí, así como de manglares, arrecifes y estuarios (Arrivillaga y Windeyoxhel, 2008).



Fuente: Arrivillaga y Windevoxhel, 2008.

**Figura 24. Mapa de las unidades clave para la conservación marina para el Arrecife Mesoamericano.**

000052

World map showing the distribution of major biomes. The map is color-coded: green for forests, yellow for grasslands, brown for deserts, and blue for water bodies. Major biomes labeled include: Tropical Rain Forest (South America, Africa, Southeast Asia), Temperate Forest (North America, Europe, Asia), Desert (Africa, Asia, Australia), Tundra (Arctic regions), and various types of grasslands (Savanna, Steppe, Prairie). The map also shows major mountain ranges like the Himalayas and Andes, and major rivers like the Amazon and Nile. A legend at the bottom identifies the colors for different biomes.

Relación de Ma  
y Recursos  
Categoría 1.

Complementando lo anterior, estudios recientes (CONABIO, 2012) identifican a los sistemas lagunares costeros y a la zona marina dentro de las que se ubica la parte noreste de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, como áreas de interés para la generación de corredores biológicos (Figura 26).

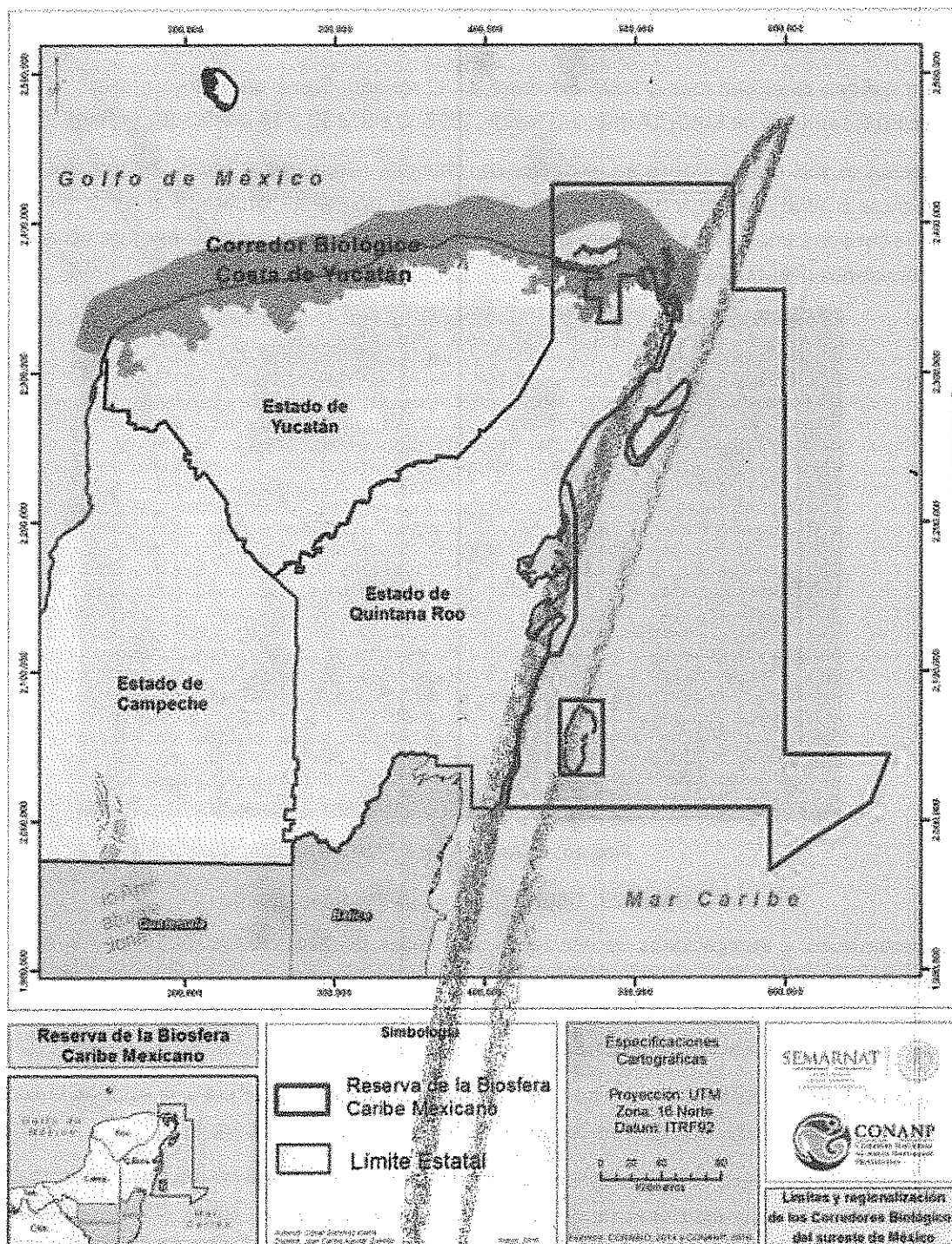


Figura 26. Corredor biológico identificado por la CONABIO en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (2012).



### 19) Sitios de avistamiento de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) localizados en la zona, y su importancia para las poblaciones a nivel mundial

El tiburón ballena es el pez más grande existente en el mundo. Tiene un cuerpo masivo, fusiforme que puede alcanzar tamaños de hasta 14 metros (Taylor, 1996) o entre 15 y 18 metros (Kukuyev, 1996).

Su coloración es gris o azul oscuro en el dorso, con manchas circulares y líneas horizontales y verticales claras (blancas o amarillentas), y blanco en el vientre, lo que origina el nombre local de dominó y en otros sitios, se le conoce también como damero o pez dama, en ambos casos por los juegos de fichas, el dominó y las damas chinas (Figura 27).



Fuente: © Andy Rouse / naturepl.com. www.arkive.org

**Figura 27. Tiburón ballena (*Rhincodon typus*).**

Su desplazamiento y agregaciones se asocian a corrientes de alta productividad primaria y zonas de surgencia de nutrientes que, en el caso de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, la convierten en un área de gran importancia biológica, por ser el sitio de mayor distribución para esta especie que se encuentra amenazada a nivel mundial. (Figura 30).

La situación del tiburón ballena a nivel mundial, se califica como vulnerable (A1b, d, A2d) en la *Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN* (Hilton-Taylor, 2000 y <http://www.redlist.org/>).

El tiburón ballena es un gran consumidor de plancton y, aunque la especie se alimenta ocasionalmente de huevos liberados por congregaciones de peces de arrecife (Heyman *et al.*, 2001), no se considera probable que esa actividad predatoria localizada tenga un efecto importante en las poblaciones de esas especies (tan solo una reducida proporción de los huevos fertilizados de peces teleósteos llegan a convertirse en adultos).

En México existen varias zonas en las que se registran agregaciones de tiburón ballena, la costa del Istmo de Tehuantepec, cerca de Bahía de Banderas en Jalisco y Nayarit, y las dos más importantes hasta el momento: Bahía de Los Ángeles en Baja California y la zona propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, en el noreste de la Península de Yucatán; en la confluencia del Mar Caribe y el Golfo de México.

México protege al tiburón ballena pues se encuentra catalogado dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de estar incluido dentro de los convenios CITES y UNCLOS, así como dentro de la lista de UICN. En nuestro país, esta especie sólo se aprovecha para actividades turísticas.

Dentro de la zona propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano la especie ocurre en la mayor parte de la misma, aunque los avistamientos de los que se tienen registro se dan en su mayoría en la zona norte de Isla Mujeres, Isla Contoy e Isla Holbox (Figura 30).

#### 20) Sitios de distribución de tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) localizados en la zona propuesta de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano

El tiburón toro (Figura 28) crece hasta unos 340 centímetros de longitud. Las crías nacen de entre 56-81 centímetros y los individuos adultos machos pueden alcanzar los 157-226 centímetros, en tanto que las hembras entre 180-230 centímetros (Compagno, 1984). La dieta de esta especie es diversa, incluyendo tortugas, aves, mamíferos, crustáceos, equinodermos, peces teleósteos y elasmobranquios (Last y Stevens, 1994).

Sus hábitos alimenticios contribuyen a la regulación natural de poblaciones y su dieta, aunque variada, está restringida a individuos mayores capaces de consumir presas más grandes, como los peces teleósteos y elasmobranquios.



Fuente: © Andy Murch / Elasmodiver.com www.arkive.org

Figura 28. Tiburón toro (*Carcharhinus leucas*).



## 21) Sitios de agregación de mantarraya

Una de las especies de mantarraya registrada para el área propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano es la mantarraya "nariz de vaca" (Figura 29), esta especie suele migrar desde la Península de Yucatán, buscando aguas más cálidas hacia el oeste de Florida, EUA. El número de individuos varía entre temporada, pero en ocasiones se avistan cientos o miles de individuos en grupos dando lugar a este espectacular fenómeno. Los machos alcanzan los 90 centímetros de ancho y pesan 12 kilogramos; las hembras llegan a medir 71 centímetros de ancho.



Fuente: © Doug Perrine / naturepl.com www.arkive.org

Figura 29. Mantarraya nariz de vaca (*Rhinoptera bonasus*).

## 22) Zonas de agregación de tortugas marinas

El área propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, constituye un hábitat importante para la alimentación de las tortugas marinas (Figura 30), sobre todo si se considera que más de la mitad de las especies que existen en el mundo se registran en dicha zona, debido a la presencia de diversos arrecifes coralinos, praderas de pastos marinos y playas arenosas relevantes del Caribe mexicano.

No puede dejar de considerarse la importancia turística que dichas especies revisten a las zonas en donde anidan y se alimentan, pues miles de personas visitan cada año las playas de anidación para observar el desove de las tortugas marinas. Así, el avistamiento de estos animales se ha constituido como un eje de desarrollo para varias comunidades.

Estas especies cumplen papeles ecológicos importantes en ecosistemas tan diversos como los arrecifes coralinos (Leon y Bjorndal, 2002) y los pastos marinos (Bjorndal, 1997) y transportan energía entre el mar y

hábitats terrestres tales como playas de anidación y sus alrededores. Su desaparición podría afectar seriamente a otras especies de flora y fauna.

Por otro lado, se consideran recursos compartidos entre naciones del continente americano, ya que migran de un país a otro a lo largo de su vida. Esto significa que los esfuerzos de conservación de un país pueden verse limitados o fortalecidos, dependiendo las acciones de otro país. Por lo tanto, la cooperación internacional es imprescindible para lograr un manejo eficiente que asegure la sobrevivencia de estos antiguos reptiles, y la sostenibilidad de los beneficios económicos que proveen a los pueblos del continente.

Área  
Ambio-  
urales  
onal de

COTEJADO

COTEJADO

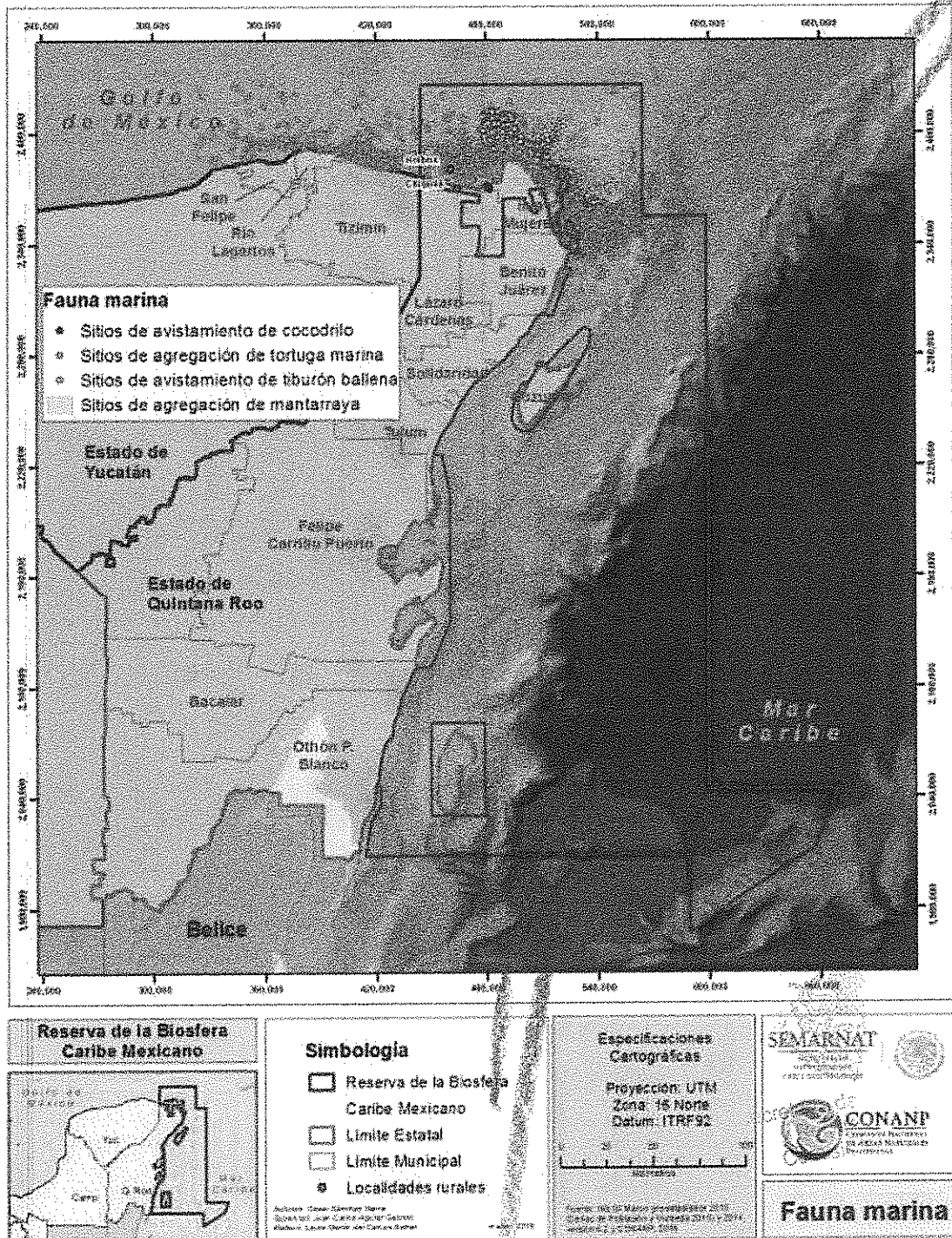


Figura 30. Fauna marina en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

### 23) Jaguar

En el área propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano se distribuye el jaguar (*Panthera onca*), especie catalogada en peligro de extinción de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Esta especie es considerada indicadora del estado de salud de los ecosistemas. La propuesta de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano contiene porciones terrestres importantes para la conservación de jaguar (Cab Sulub, 2014) que permitirá ampliar el hábitat potencial de conservación para la especie en esta zona, actualmente limitado a 81 hectáreas (Chávez y Ceballos, 2006; Chávez y Zarza, 2009).

La conservación de poblaciones viables de jaguares y sus presas requiere mantener grandes extensiones de selva sin perturbación. Se sabe que los machos necesitan un mayor territorio que las hembras, y que el territorio de un macho abarca el de varias hembras (Chávez y Zarza, 2009). Se ha establecido que el área mínima para conservar una población estable de jaguares es de 900 km<sup>2</sup> (Cab Sulub, 2014). La densidad de población, es de un jaguar por cada 15 a 30 km<sup>2</sup>, aunque en sitios con pocas presas, las densidades son más bajas. Por esta razón, para mantener poblaciones sanas de jaguar con individuos viables a largo plazo, se requieren enormes extensiones de terreno. Esta es la causa de que muchas áreas protegidas no sean suficientemente grandes para mantener poblaciones de jaguar (Ceballos *et al.*, 2010).

### 24) Ocelote

El ocelote (*Leopardus pardalis*), considerado en peligro de extinción de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, se distribuye en el área propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, donde se reporta una densidad de 12.76 ocelotes en 100 km<sup>2</sup> (Torres, 2009), y prácticamente la totalidad de la zona terrestre es hábitat potencial para su desarrollo.

De hecho, se considera que esta zona alberga una de las poblaciones más grandes de la especie. A pesar de presentar cierta tolerancia a cambios en su hábitat, el ocelote puede ser considerado como especie indicadora del estado de conservación o grado de perturbación de un sitio. También se le considera especie emblemática (Miller *et al.*, 1999; Power *et al.*, 1996; citados por Torres, 2009). Esta especie enfrenta problemas de conservación entre los que destacan la cacería ilegal con el objeto de comerciar con su piel, y la destrucción de su hábitat (Bisbal, 1991; Murray y Gardner, 1997; citados en Torres, 2009).

### 25) Conectividad para la conservación de felinos

Las áreas naturales protegidas representan espacios que albergan ecosistemas y poblaciones de especies clave en buen estado de conservación, formando incluso en algunas ocasiones ecorregiones cuya integridad paisajística permite que se favorezca la preservación de hábitats críticos para la supervivencia de animales que se encuentran en la cima de la cadena alimenticia, manteniendo la presencia y abundancia de importantes segmentos poblacionales de especies prioritarias para la conservación en México y de los biotopos que sostienen estas ecorregiones (Guzmán *et al.*, 2011).

La propuesta de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano favorece la conectividad entre ecosistemas terrestres y marinos, y entre éstos con los ecosistemas costeros, lo que se traduce en un mayor hábitat disponible para las especies y para tránsito entre estas.

Esta conectividad es especialmente importante para especies que requieren grandes extensiones como el puma y otros felinos que actualmente se encuentran en estatus de protección como jaguar, ocelote, jaguarundi y tigrillo, especies en categoría de amenazado en peligro de extinción, dentro de la 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, 2010; Rodríguez-Soto *et al.*, 2011).

#### e) Antecedentes de protección del área

Entre los antecedentes de protección en la región destaca el establecimiento de diversas áreas naturales protegidas de competencia federal que contribuyen a la conservación de especies, ecosistemas y servicios ambientales en la región. A continuación (Tabla 11) se enlistan dichas áreas protegidas:

Tabla 11. Áreas naturales protegidas en la región

	Categoría de ANP	Nombre
1	Área de Protección de Flora y Fauna	Yum Balam
2	Reserva de la Biosfera	Tiburón Ballena
3	Parque Nacional	Isla Contoy
4	Parque Nacional	Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc
5	Parque Nacional	Arrecife de Puerto Morelos
6	Área de Protección de Flora y Fauna	Isla Cozumel
7	Parque Nacional	Arrecifes de Cozumel
8	Parque Nacional	Tulum
9	Reserva de la Biosfera	Sian Ka'an
10	Reserva de la Biosfera	Arrecifes de Sian Ka'an
11	Reserva de la Biosfera	Banco Chinchorro
12	Parque Nacional	Arrecifes de Xcalak

El 23 y 30 de abril de 1981, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el Decreto por el que se declara Parque Nacional con el nombre de Tulum, una superficie de 664-32-13 hectáreas, ubicada en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.

El 20 de enero de 1986 se emite en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el Decreto por el que se declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones

ambientales la superficie denominada Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.

El 6 de junio de 1994 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el Decreto de establecimiento como área natural protegida, con carácter de Área de Protección de Flora y Fauna (APFF), la región conocida como Yum Balam, ubicada en el municipio de Lázaro Cárdenas, estado de Quintana Roo, y frente a la costa del mismo con una superficie de 154,052-25-00 hectáreas (DOF 06/06/1994).

El 19 de julio de 1996, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación (DOF), los Decretos de establecimiento como área natural protegida, con carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Banco Chinchorro, ubicada frente a las costas del municipio de Othón P. Blanco, estado de Quintana Roo, con una superficie total de 144,360-00-00 hectáreas; con carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Arrecifes de Cozumel, ubicada frente a las costas del municipio de Cozumel, estado de Quintana Roo, con una superficie total de 11,987-87-50 hectáreas; y con carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, ubicada frente a las costas de los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez, estado de Quintana Roo, con una superficie total de 8,673-06-00 hectáreas.

El 02 de febrero de 1998, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación (DOF), los Decretos de establecimiento como área natural protegida, con carácter de Reserva de la Biosfera, la región denominada Arrecifes de Sian Ka'an, ubicada en el estado de Quintana Roo, con una superficie total de 34,927-15-84 hectáreas; con carácter de Parque Nacional, la región denominada Arrecife de Puerto Morelos, en el estado de Quintana Roo, con una superficie total de 9,066-63-11 hectáreas; y con carácter de Parque Nacional, la región denominada Isla Contoy, y la porción marina que la circunda, con una superficie total de 5,126-25-95 hectáreas.

El 21 de febrero de 1998, se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el Decreto por el que se declara área natural protegida la región denominada X'cabel-X'cabelito con la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica Santuario de la Tortuga Marina en el municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo, con una superficie de 373.8906 hectáreas.

El 9 de agosto de 1999 el Gobierno del estado de Quintana Roo, emitió en su Periódico Oficial el Decreto por el que se declara área natural protegida, la región denominada "Sistema Lagunar Chacmochuch", con la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, Refugio Estatal de Flora y Fauna, ubicada en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres, Quintana Roo, con una superficie de 1,914.52 hectáreas.

El 27 de noviembre de 2000, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el Decreto por el que declara como área natural protegida, con el carácter de Parque Nacional, la región conocida como Arrecifes de Xcalak, que se encuentra localizada en la Costa Caribe del Municipio de Othón P. Blanco, en el estado de Quintana Roo, con una superficie total de 17,949-45-62.025 hectáreas.

El 30 de mayo de 2006 se publicó el Aviso por el que se informó al público en general que estaban a su disposición los estudios realizados para justificar la expedición del Decreto por el que se pretendía modificar la categoría y la superficie del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, localizada en el



municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. Sin embargo, se determinó que el área considerada para incorporarse al ANP Yum Balam fuera decretada como un ANP independiente (RB Tiburón Ballena).

El 20 de agosto de 2007, la CONANP extiende el Certificado 162/2007 a la "Reserva Ecológica El Edén" como Área Destinada Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 1,540-95-25 hectáreas en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo (CONANP, 2007).

El 5 de junio de 2009 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de Reserva de la Biosfera el área marina conocida como Tiburón Ballena, localizada frente a las costas del norte del estado de Quintana Roo, con una superficie total de 145,988-13-61.71 hectáreas.

El 25 de septiembre de 2012 se publicó, en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el Decreto por el que se declara área natural protegida con carácter de Área de Protección de Flora y Fauna, la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, municipio de Cozumel, estado de Quintana Roo.

#### **Zonas de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal**

Con el fin de contribuir a la conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad marina y mejorar el bienestar de las comunidades que dependen de los recursos pesqueros y acuícolas, el gobierno federal a través de la SAGARPA, crea las redes de refugios pesqueros, que en conjunto con las Áreas Naturales Protegidas son instrumentos complementarios. Estas son zonas donde se regula la actividad pesquera, en las que se propicia la reproducción y recuperación de especies marinas.

Los refugios pesqueros protegen hábitats críticos, especialmente áreas de reproducción, alimentación y crianza de especies marinas, esenciales para el mantenimiento del capital natural del mar.

Al no existir mortalidad por la actividad pesquera dentro de estas áreas, con el tiempo se restaura la vida marina de forma natural y, eventualmente, ocurre lo que se conoce como el "efecto de desbordamiento", es decir el repoblamiento de especies de interés comercial y biológico en zonas de pesca aledañas a los refugios pesqueros. Este efecto se genera a partir del movimiento de las especies, sobre todo por los huevos y larvas que se producen dentro de los refugios y migran fuera de éstos.

El refugio pesquero se convierte en una herramienta de manejo más efectiva cuando forma parte de una red de refugios delimitados de forma estratégica, ya que los ecosistemas marinos dependen de la conectividad entre hábitats para mantener sus funciones. Las redes se diseñan acorde a los resultados que se busque obtener de ellas.

El pasado 12 de septiembre de 2013, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el cual la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA; DOF, 2013), estableció con base en la opinión técnica favorable del Instituto Nacional de Pesca, y por solicitud de los pescadores de las Cooperativas de Producción Pesquera Andrés Quintana Roo, Banco Chinchorro, José María Azcorra y Langosteros del Caribe, cuatro zonas de refugio pesquero integran la red de refugios en el Caribe Mexicano, promovidas por los socios de la Alianza Kanan Kay (Figura 31).

El establecimiento de esta red de zonas de refugio en la Bahía del Espíritu Santo y Banco Chinchorro, es el resultado de años de trabajo de los pescadores de estas cooperativas, quienes se han comprometido con el desarrollo de una pesca responsable y han colaborado con autoridades, investigadores y organizaciones de la sociedad civil, para seleccionar aquellas zonas dentro de su concesión pesquera, que tengan potencial para recuperar la pesquería de langosta y restaurar naturalmente los ecosistemas marinos.

Estas zonas de refugio se encuentran dentro de las Reservas de la Biosfera de Sian Ka'an y Banco Chinchorro y se suman a la red de ocho refugios establecidos en noviembre de 2012, por solicitud de la Cooperativa Cozumel. De esta manera ya son más de 144 km<sup>2</sup> de aguas territoriales del estado de Quintana Roo, protegidas bajo la figura de zonas de refugio, que complementan los esfuerzos de conservación y aprovechamiento sustentable de las Áreas Naturales Protegidas.

De esta manera, los refugios pesqueros pueden establecerse como zonas de refugio *per se*, zonas de refugio de vida silvestre o como parte de la zonificación de un ANP; siempre que limiten la pesca extractiva y permitan la conservación y aprovechamiento sustentable del ecosistema y la restauración natural de sus funciones y estructura.

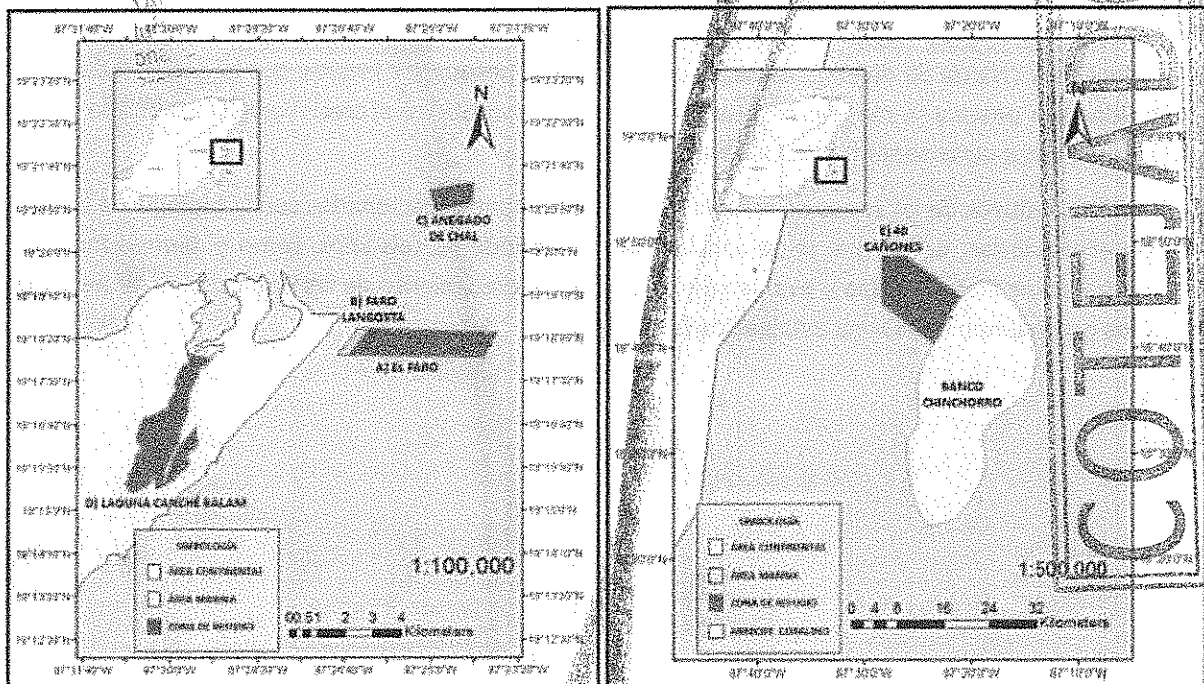


Figura 31. Zonas de Refugio: A) El Faro, B) El Faro-Langosta, C) Anegado de Chal, D) Laguna de Canché Balam, ubicadas en Punta Herrero y E) 40 Cañones, ubicada en Banco Chinchorro, Quintana Roo.

Es importante establecer refugios pesqueros para<sup>4</sup>:

- Mejorar la estabilidad de las capturas pesqueras en el largo plazo.
- Asegurar que las funciones de los ecosistemas marinos mantengan su integridad y estructura.
- Elevar la resiliencia de los ecosistemas ante disturbios ambientales naturales.
- Proteger la diversidad cultural asociada a la pesca.
- Dar preferencia en el derecho de uso de los recursos pesqueros a las comunidades locales que sean custodios y corresponsables de su cuidado.
- Crear acuarios naturales de interés para el turismo y de la investigación científica.

Recientemente se estableció una zona de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en la zona de Akumal en el Estado de Quintana Roo de 988 hectáreas, está conformada por la Bahía de Akumal Sur, Bahía Akumal Norte, Bahía Jade y Bahía Caracoles, con profundidades menores de 5 metros que constituyen lagunas arrecifales, ya que se encuentran bordeadas por arrecifes de barrera y praderas de pastos marinos.

Dicho acuerdo establece que esta zona de refugio representa una medida de manejo complementaria para la conservación y aprovechamiento sustentable de las especies de interés pesquero, ya que constituye la delimitación de un polígono para la conservación y aprovechamiento sustentable de especies de importancia comercial y deportivo-recreativa. Destaca que es un sitio donde se han registrado procesos de reproducción y crianza de diversas especies que sustentan pesquerías locales, por lo que la reducción de la mortalidad por pesca y su manejo pesquero diferenciado contribuirá al crecimiento de biomasa que puede dispersarse hacia otras zonas de pesca adyacentes.

Los efectos positivos de las zonas de refugio están directamente relacionados con la biología de las especies que en ellas habitan, por lo que se ha considerado un periodo de seis años, como el tiempo mínimo en el que podrá apreciarse, medirse y evaluarse el efecto en el crecimiento de las poblaciones de peces y otros recursos que habitan en la zona establecida (DOF, 2015).

<sup>4</sup> <http://www.atlantzakenankay.org/que-son-los-refugios-pesqueros/>

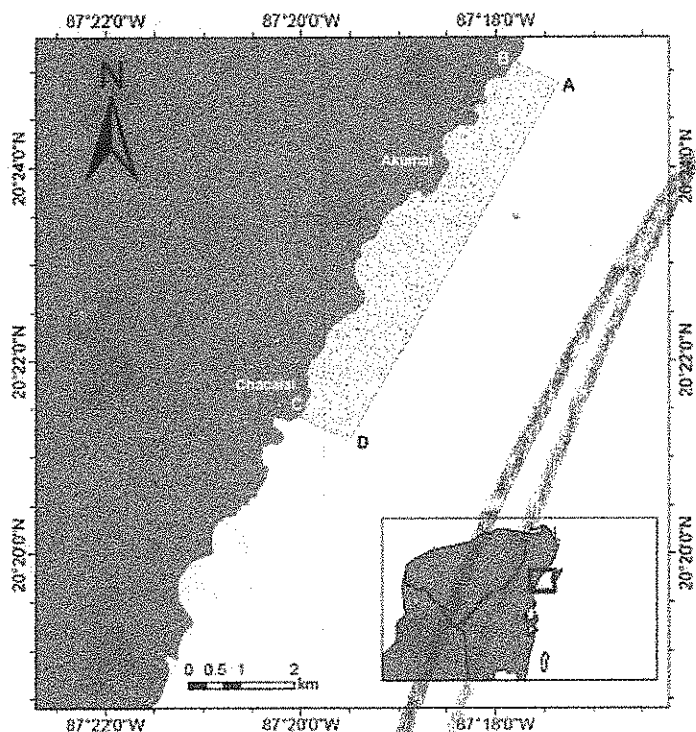


Figura 32. Zona de refugio pesquero en la Bahía de Akumal.

#### Acuerdos Secretariales y Normas Oficiales Mexicanas

Los Acuerdos Secretariales son planes donde se establecen normas entre los miembros de una determinada institución. De acuerdo con el artículo 3, fracción XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, una Norma Oficial Mexicana es la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables (DOF, 2014), en éste caso a la actividad pesquera, establecidas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

La SAGARPA, a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), administra, regula el uso y promueve el aprovechamiento sustentable de los recursos acuáticos mediante el ordenamiento de las actividades y el establecimiento de las condiciones en que deberán realizarse las operaciones pesqueras. Existen diferentes medidas que se aplican para ejercer control sobre el aprovechamiento y las capturas pesqueras (AIDA, 2011).

#### Acuerdos de Veda

Con el fin de garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) publica en el diario Oficial de la Federación (DOF), Acuerdos por los que se establecen los periodos de veda para la pesca de diferentes especies de aprovechamiento comercial, es decir se prohíbe de manera temporal o permanente el aprovechamiento de

un recurso pesquero determinado. Estos periodos se definen a partir de las investigaciones del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), con el objetivo de proteger los procesos de maduración y reproducción de las diferentes especies. En la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano aplican algunos acuerdos de veda para diferentes especies que se aprovechan, entre las que destacan el caracol rosado (*Strombus gigas*), meros (*Epinephelus morio*, *Mycteroperca bonaci*), el pepino de mar (*Mycteroperca bonaci*), el cazón de ley (*Rhizoprionodon terraenovae*) y el tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) (Tabla 12).

#### Cuotas de captura

Es considerada una mediada tradicional aplica un límite de captura de ejemplares de una misma especie para regular las actividades de pesca en las aguas de jurisdicción federal. Un sistema de captura máxima permitida consiste en la determinación de un volumen de captura de una especie con antelación a su temporada de pesca. Cualquier exceso sobre la captura máxima permitida de esa especie es ilegal y se sanciona de acuerdo con la reglamentación vigente (AIDA, 2011).

En México, los sistemas de manejo por cuotas se utilizan por ejemplo en las pesquerías de abulón, erizo, almejas, pepino de mar, y caracoles, todos ellos recursos bentónicos de alto valor comercial, a partir de un esquema de aprovechamiento basado en evaluaciones anuales realizadas por el INAPESCA, que estima la captura total permisible (TAC) y posteriormente la autoridad pesquera asigna las cuotas de captura (INAPESCA, 2010).

ACUERDO por el que se establece la cuota de captura para el aprovechamiento del marlín azul (*Makaira nigricans*) y el marlín blanco (*Tetrapturus spp.*), en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe para los años 2013, 2014 y 2015. Publicado el 24 de diciembre de 2014.

Tabla 12. Acuerdos de veda que aplican en la propuesta de RB Caribe Mexicano.

Acuerdo	Nombre	Fecha	Especie objetivo
Veda para la pesca comercial	Acuerdo por el que se modifica el similar que da a conocer el establecimiento de periodos de veda para la pesca comercial de caracol rosado o blanco ( <i>Strombus gigas</i> ) en aguas de jurisdicción federal correspondientes al litoral del Estado de Quintana Roo, publicado el 13 de febrero de 2009.	20 de noviembre de 2012	Caracol rosado o blanco ( <i>Strombus gigas</i> )
Veda para la captura	Acuerdo por el que se modifica el similar por el que se establece veda para la captura de todas las especies de mero en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México correspondientes al litoral de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, publicado el 14 de febrero de 2007.	24 de febrero de 2015	Mero rojo ( <i>Epinephelus morio</i> ), el mero negro ( <i>Mycteroperca bonaci</i> ), mero abadejo ( <i>Mycteroperca microlepis</i> ), mero gallina ( <i>Mycteroperca phenax</i> ), el mero extraviado ( <i>Hyporthodus flavolimbatus</i> ), huachinango de castilla ( <i>Lutjanus campechanus</i> ) y el pargo criollo ( <i>Lutjanus analis</i> )
Época y zonas de veda para la pesca	Acuerdo por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para modificar el periodo y zonas de veda de tiburones en el Golfo de México y Mar Caribe	15 de mayo de 2014	Cazón de ley ( <i>Rhizoprionodon terraenovae</i> ), tiburón sedoso ( <i>Carcharhinus falciformis</i> ), tiburón puntas negras, ( <i>Carcharhinus limbatus</i> ), tiburón toro ( <i>Carcharhinus leucas</i> ), entre otros
Época y zonas de veda	Acuerdo por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la captura de todas las especies de camarón en aguas marinas y de los sistemas lagunarios estuarinos de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe.	30 de abril de 2015	Diversas especies de camarón

COTEFJADO

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

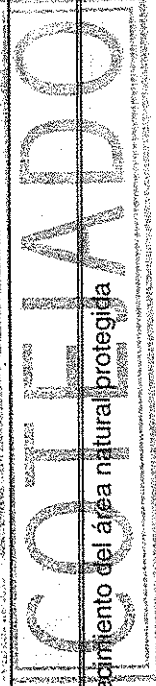


COTEJADO

Tabla 13. Normas Oficiales Mexicanas pesqueras y acuícolas que aplican en la propuesta de RB Caribe Mexicano.

Clave de NOM	Título	Fecha de publicación en el DOF
NOM-002-SAG/PESC-2013	NORMA Oficial Mexicana NOM-002-SAG/PESC-2013, Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.	11-Jul-13
NOM-006-PESC-1993	Norma Oficial Mexicana 006-PESC-1993 para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California.	31-Dic-93
MODIFICACION A LA NOM-006-PESC-1993	MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993, Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California publicada el 31 de diciembre de 1993.	21-ABR-95
MODIFICACION A LA NOM-006-PESC-1993	Modificación a la Norma Oficial Mexicana 006-PESC-1993 para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California. Publicada el 31 de diciembre de 1993.	01-Jul-97
RESOLUCIÓN POR LA QUE SE MODIFICA LA NOM-006-PESC-1993	Resolución por la que se Modifica la Norma Oficial Mexicana 006-PESC-1993 para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California.	11-Ago-98
MODIFICACION A LA NOM-006-PESC-1993	Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993, para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California.	15-Jun-07
MODIFICACION A LA NOM-006-PESC-1993	Modificación a la Norma Oficial Mexicana 006-PESC-1993 para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California, publicada el 12 de octubre de 2009.	12-oct-09

Clave de NOM	Título	Fecha de publicación en el DOF
NOM-008-PESC-1993	Norma Oficial Mexicana NOM-008-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de pulpo de las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe.	21-Dic-93
NOM-009-PESC-1993	Norma Oficial Mexicana NOM-009-PESC-1993, que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los estados unidos mexicanos.	04-Mar-94
NOM-013-PESC-1994	Norma Oficial Mexicana NOM-013-PESC-1994, para regular el aprovechamiento de las especies de caracol en aguas de jurisdicción federal de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.	21-Abr-95
NOM-016-SAG/PESC-2014	Norma Oficial Mexicana NOM-016-SAG/PESC-2014, para regular la pesca de lisa y liseta o lebrancha en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California.	29-Jul-15
NOM-017-PESC-1994	Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, PARA REGULAR LAS ACTIVIDADES DE PESCA DEPORTIVO-RECREATIVA EN LAS AGUAS DE JURISDICCIÓN FEDERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 9 DE MAYO DE 1995.	25-NOV-13
NOM-029-PESC-2006	Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento.	14-feb-07
NOM-060-PESC-2014	Norma Oficial Mexicana NOM-060-SAG/PESC-2014, pesca responsable en cuerpos de aguas continentales dulceacuícolas de Jurisdicción Federal de los Estados Unidos Mexicanos. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros:	27-May-14



Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COTELADO

Clave de NOM	Título	Fecha de publicación en el DOF
NOM-062-SAG/PESC-2014	Norma Oficial Mexicana NOM-062-SAG/PESC-2014 para la utilización del Sistema de Localización y Monitoreo Satelital de Embarcaciones Pesqueras.	3-Jul-15
NOM-064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013	Norma Oficial Mexicana NOM-064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013, sobre sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.	21-ene-15
NOM-065-SAG/PESC-2014	Norma Oficial Mexicana NOM-065-SAG/PESC-2014 para regular el aprovechamiento de las especies de mero y especies asociadas en aguas de jurisdicción federal del litoral del Golfo de México y Mar Caribe.	3-Jul-15

Secretaría  
y Recorrido  
Comis

f) Ubicación respecto a las regiones prioritarias para la conservación determinadas por la CONABIO

En los años 1998 y 2000, la CONABIO llevó a cabo talleres con especialistas, para identificar a nivel nacional, regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando diferentes ambientes (terrestre, marino y acuático epicontinental). El resultado fue la definición de áreas de mayor relevancia respecto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como zonas con mayores posibilidades de conservación en función de aspectos sociales económicos y ecológicos.

De acuerdo a lo anterior, el área donde se localiza la zona propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, se encuentra dentro de las siguientes regiones terrestres y marinas prioritarias:

**Regiones Terrestres Prioritarias**

- RTP-146. Región Terrestre Prioritaria Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam: Comprende los humedales del norte de Yucatán; posee un alto valor tanto biogeográfico como ecosistémico y constituye un área homogénea desde el punto de vista topográfico. La Tabla 14 muestra los principales tipos de vegetación y el porcentaje de superficie respecto a la RTP:

Tabla 14. Tipos de vegetación en la RTP 146.

	Tipo de vegetación	Superficie en la RTP
Manglar	Vegetación halófila densa dominada por mangles en zonas costeras, estuarinas y fangosas, siempre zonas salobres. Pueden alcanzar los 25 metros.	27%
Selva baja espinosa	Comunidad vegetal de 4 a 15 metros de altura con dominancia de especies espinosas.	16%
Selva mediana subperennifolia	Comunidad vegetal de 15 a 30 metros de altura en donde un 25 a 50 % de las especies pierden las hojas.	15%
Vegetación acuática	Cualquier tipo de vegetación que requiera del medio acuático para vivir.	11%
Selva mediana subcaducifolia	Comunidad vegetal de 15 a 30 metros de altura en donde un 50 % de las especies conservan las hojas todo el año.	9%
Selva baja caducifolia	Comunidad vegetal de 4 a 15 metros de altura en donde más del 75 % de las especies pierden las hojas durante la época de secas.	9%
Áreas sin vegetación aparente	Áreas áridas o erosionadas en donde la vegetación no representa más del 3 %, se incluyen eriales, depósitos de litoral, jales, dunas y bancos de ríos.	8%
Otros		5%

Fuente: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_146.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_146.pdf)



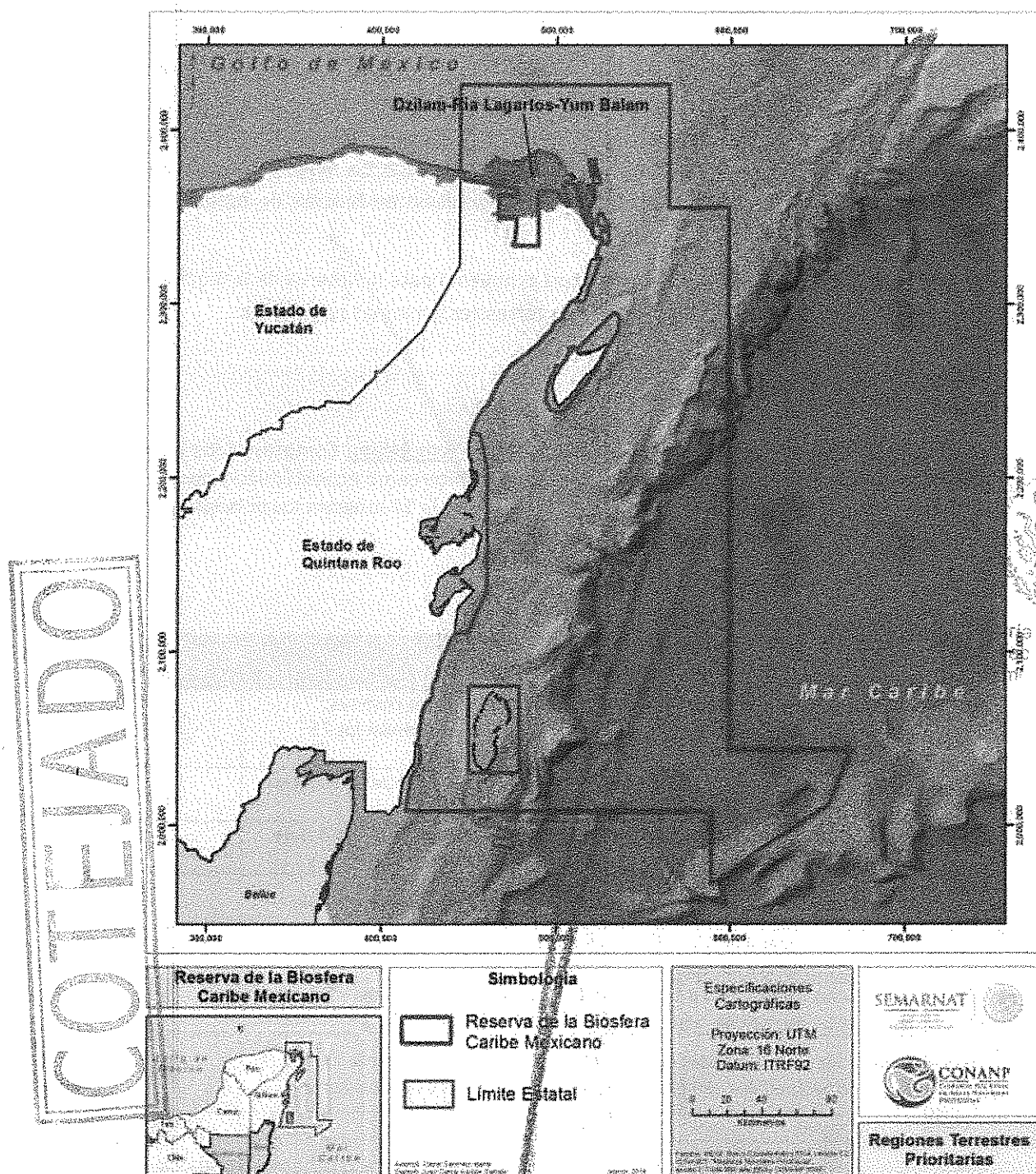


Figura 33. Regiones Terrestres Prioritarias en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

### Regiones Marinas Prioritarias

- Región Marina Prioritaria Dzilam-Contoy: Tiene una extensión de 31,143 km<sup>2</sup>. Es zona de playas, dunas, marismas petenes y arrecifes; tiene aporte de agua dulce por ríos subterráneos y lagunas. Es una zona de transición entre la biota del Golfo de México y la del Mar Caribe; con variadas especies de plancton, moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares. Hay endemismos de plantas y moluscos. Es zona migratoria, de reproducción, anidación, crecimiento y refugio de aves, crustáceos (langosta y camarón) y peces. Pesca muy activa, organizada en cooperativas, industrial, cultivos y permisionarios. Alta importancia ecológica ya que es ecosistema de sostenimiento para muchos organismos.
- Región Marina Prioritaria Punta Maroma-Punta Nizuc: Tiene una extensión de 1,005 km<sup>2</sup> de extensión con arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras y estuarios. Hábitat para moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable; zona de reproducción de tortugas y artrópodos marinos. Zona de poca pesca organizada en cooperativas y permisionarios. Existe turismo de alto impacto, ecoturismo y buceo.
- Región Marina Prioritaria Tulum-Xpuha: Tiene una extensión de 743 km<sup>2</sup>, zona con cenotes, caletas, arrecifes y dunas, y hábitat para moluscos, poliquetos, corales, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares y selva baja. Zona de reproducción y refugio para manatí, tortugas y peces ciegos. Se practica la pesca deportiva, de consumo doméstico y ribereña. Existen grandes desarrollos hoteleros e intenso ecoturismo.
- Región Marina Prioritaria Arrow Smith: Tiene una extensión de 315 km<sup>2</sup>, con estructuras arrecifales, con pesca y turismo a baja escala.
- Región Marina Prioritaria Cozumel: Con una extensión de 1,125 km<sup>2</sup>, zona isleña con dunas, arrecifes, lagunas, pastos marinos, playas, esteros, bahías y pastizales. Es hábitat para moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares, xerófitas; zona migratoria de langosta y de reproducción para tortuga caguama (*Chelonia mydas*). Hay actividad pesquera a baja escala, organizada en cooperativas, en su modalidad artesanal y deportiva. Se tienen autorizados aprovechamientos de coral negro, langosta y caracol. Existe ecoturismo y buceo de alto impacto.
- Región Marina Prioritaria Banco Chinchorro: Tiene una extensión de 1,082 km<sup>2</sup>, zona donde predomina la corriente del Caribe y el oleaje medio. Contiene arrecifes, lagunas, playas, esteros, pastos marinos; endemismos de lagartijas y cocodrilos, agregación de meros y reproducción de moluscos (*Strombus gigas*) y crustáceos. Es una zona de pesca intensa, organizada en cooperativas en donde se aprovecha el tiburón, crustáceos, peces, langosta y caracol; también se practican el turismo, buceo y hay tránsito marítimo.
- Región Marina Prioritaria Sian Ka'an: Tiene una extensión de 5,147 km<sup>2</sup>. Zona pesquera y de turismo, donde se reproducen o refugian manatíes, tortugas marinas, aves migratorias, moluscos



y crustáceos. Tiene un aporte de agua dulce por ríos subterráneos, así como lagunas, pastos marinos, bahías, playas, arrecifes y dunas.

- Región Marina Prioritaria Xcalac-Majahual: Con una extensión de 1,447 km<sup>2</sup> es una zona de arrecifes, manglares, lagunas y praderas donde habitan y se reproducen tortugas, aves, mamíferos marinos, moluscos y peces. Zona de pesca media organizada en cooperativas y permisionarios, y donde se practican el turismo y buceo de bajo impacto.

COTEJADO



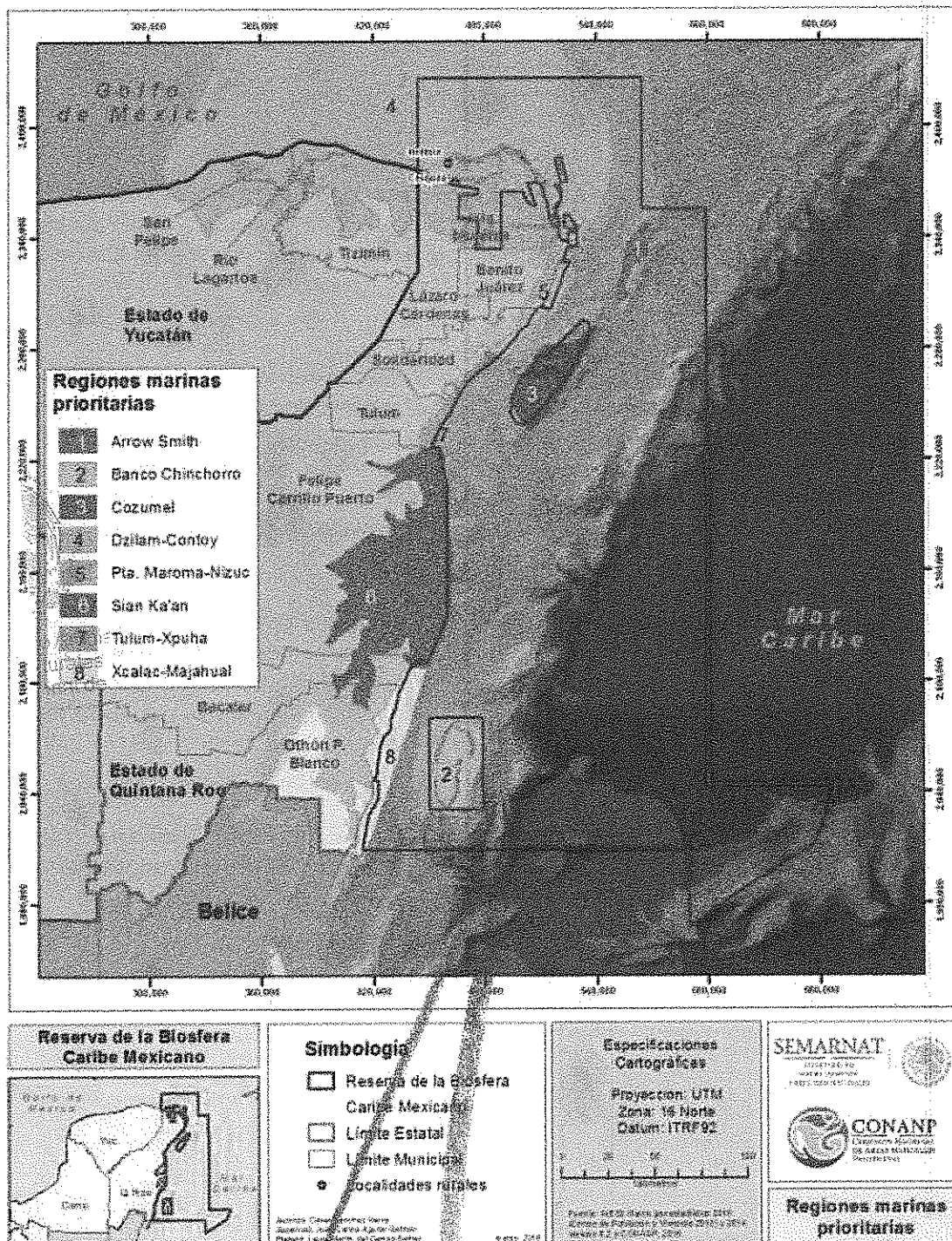


Figura 34. Regiones Marinas Prioritarias en la zona propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

De igual manera, el área propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, abarca cuatro Regiones Hidrológicas Prioritarias, las cuales se describen a continuación.

#### **Regiones Hidrológicas Prioritarias**

- Región Hidrológica Prioritaria Anillo de cenotes: Zona con cenotes, lagunas costeras, marismas, ciénegas, petenes, ríos y una extensa cuenca criptorréica de aguas subterráneas. Presenta vegetación de dunas, manglar, tular, carrizal, vegetación riparia, selva mediana, selva inundable, etc.
- Región Hidrológica Prioritaria Contoy: Es la reserva de acuíferos más importante del noreste de la Península de Yucatán. El agua subterránea forma un sistema de estructuras tipificadas por los cenotes y las cavernas. Las sabanas inundables propician el escurrimiento y la captación de agua de lluvia. Presenta selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, palmar inundable, manglar, vegetación de duna costera, pastizal cultivado, sabana, tintal y tular. Es considerada como una de las zonas de mayor diversidad biológica y de endemismos.
- Región Hidrológica Prioritaria Isla Mujeres: Zona con lagunas costeras y cenotes. Presenta selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, selva baja subperennifolia, sabana, tular, manglar y praderas de pastos marinos, así como mangle negro (*Avicennia germinans*), blanco (*Laguncularia racemosa*) y rojo (*Rhizophora mangle*), pastos marinos de (*Thalassia testudinum*). Existe un gran impacto en la región por turismo y la industria salinera.
- Región Hidrológica Prioritaria Tulum-Cobá: Zona con cenotes y sistema de aguas subterráneas como única fuente de agua. Tiene vegetación de selva mediana subcaducifolia, selva baja inundable, palmar inundable y sabana.

COTEJADO

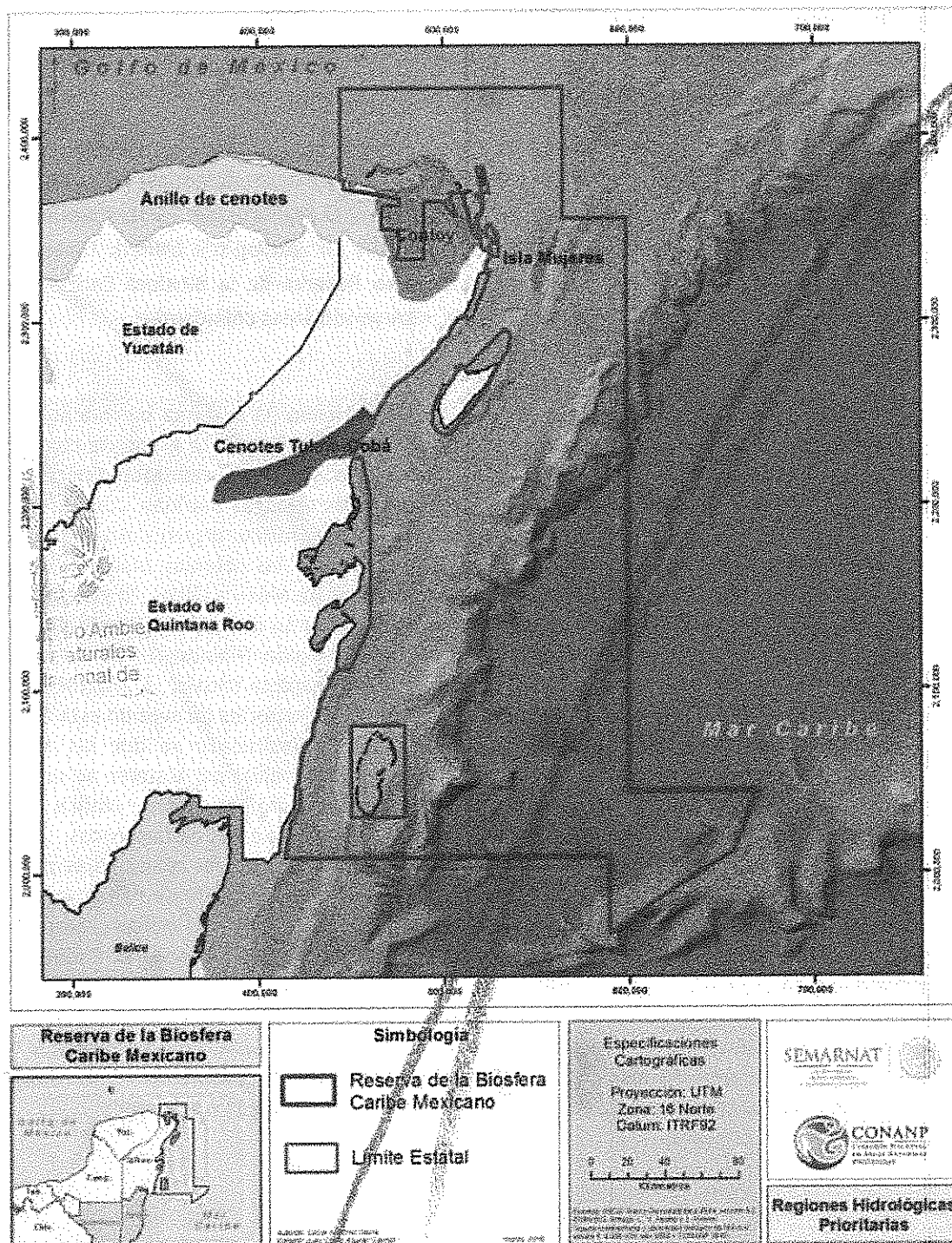


Figura 35. Regiones Hidrológicas Prioritarias en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

### Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Derivado de talleres con especialistas e interesados en la conservación de aves en territorio mexicano, se creó el programa Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

Cada AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico (especies registradas en la zona), su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. El listado completo incluye 230 áreas; más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según la *American Ornithologist's Union*). Diversas AICAS colindan encuentran dentro de la poligonal propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (Figura 36). A continuación se describe cada una de ellas; incluyendo áreas colindantes:

- 1) Isla Contoy: En esta área comienza el Arrecife Mesoamericano (la segunda barrera coralina más grande del mundo). Sus ecosistemas terrestres mantienen un excelente grado de conservación; las aguas marinas que la circundan, son un punto importante de reproducción de especies acuáticas o subacuáticas en peligro de extinción, como las tortugas marinas, además se cuenta con valiosos recursos pesqueros como la langosta espinosa (*Panulirus argus*) y el pez escribano. Es sitio de anidación y refugio para las aves marinas y alberga las colonias más importantes de pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*) en la costa oriental de México (70%). También provee de sitios de anidación para diferentes especies tales como: charrán embridado guerrerense (*Sterna anaethetus*), charrán mínimo (*S. antillarum*), cormorán orejudo (*Phalacrocorax auritus*), garza colorada (*Egretta rufescens*), garceta pie dorado (*E. thula*), garceta tricolor (*E. tricolor*), y paloma corona blanca (*Columba leucocephala*). Se han registrado 130 especies de aves en esta área.
- 2) Isla Cozumel: La mayor parte del territorio se encuentra inalterado ya que las actividades agrícolas y ganaderas se restringen a pequeñas áreas de uso familiar por tratarse de una zona de reserva. Mantiene colonias reproductivas de espátulas, paloma corona blanca (*Columba leucocephala*) y águila pescadora (*Pandion haliaetus*); así como colonias de flamencos.
- 3) Yum-Balam: La región abarca la Laguna de Yalahau, los humedales y las selvas bajas y medianas de la porción norte del estado de Quintana Roo. Es la reserva de acuíferos más importante del noroeste de la península. Se registran entre cuatro y seis especies en peligro, entre 19 y 27 amenazadas, entre 26 y 42 raras y entre cinco y ocho con protección especial. Endemismos de entre diez y 14 especies.
- 4) Sian Ka'an: Zona Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO. Existen especies cuasiendémicas de aves y nueve endémicas, incluyendo especies amenazadas y en peligro de extinción, y de gran importancia para aves de selva y aves acuáticas. Presenta vegetación de selvas medianas e inundables, pantanos de agua dulce y salobre, lagunas costeras, cayos y petenes.



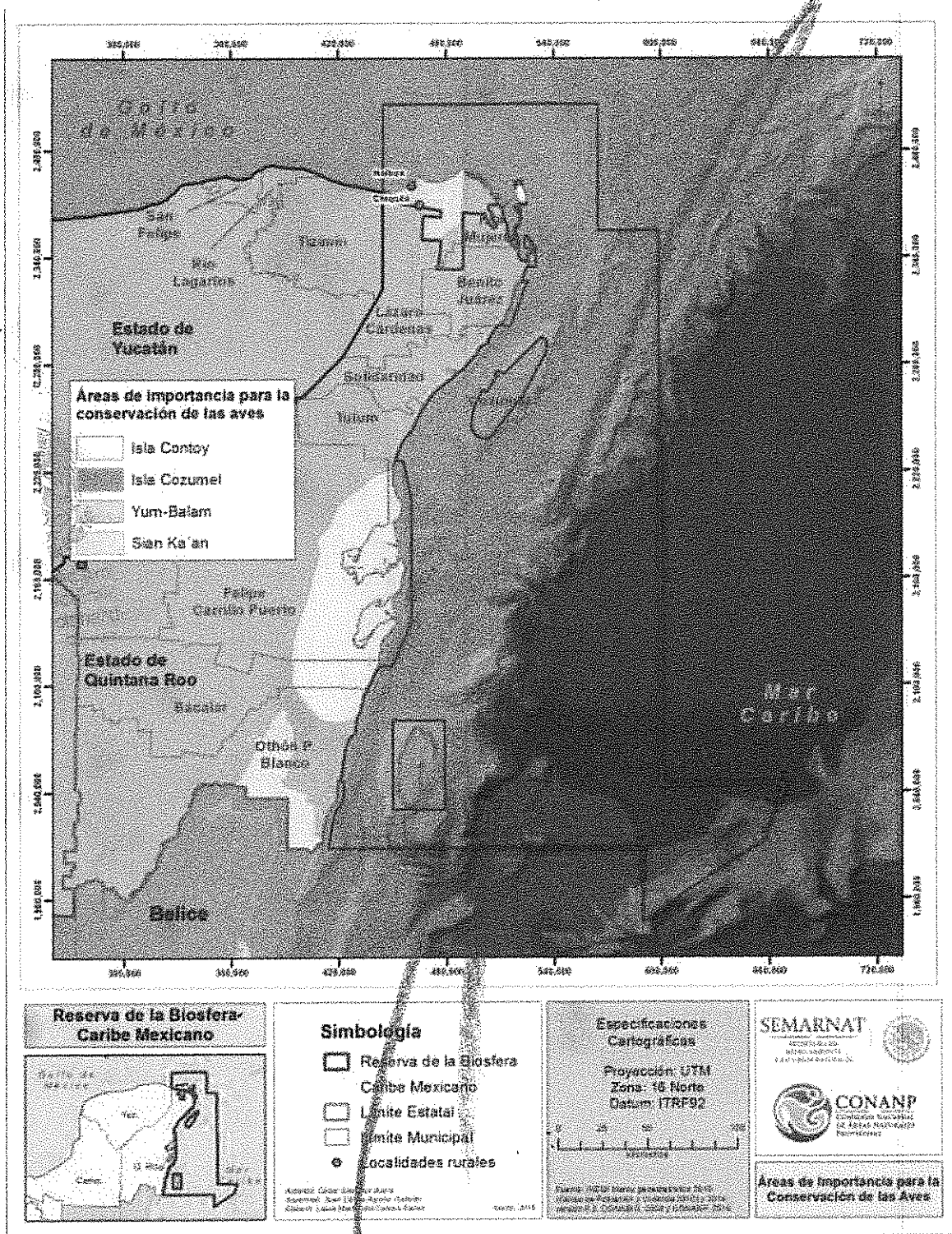


Figura 36. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.



La región propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano contiene hábitats naturales de importancia para la conservación *in situ* de la biodiversidad, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción con importante valor universal desde el punto de vista de la ciencia o la conservación, criterios considerados por la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), como prioritarios para la conservación del sitio.

COTEJADO



Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

### III. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA

#### a) Características históricas y culturales

La trascendencia histórica de la región Caribe mexicano puede explicarse a partir de tres dimensiones sociohistóricas determinadas por la geografía peninsular: el mar, la costa y la selva "*tierra adentro*". La relación sucesiva de acontecimientos entre estos tres espacios históricos, da cuenta de la complejidad en la configuración espacio-temporal de la relación sociedad y ambiente.

El Caribe mexicano ha sido interpretado desde diversos enfoques de análisis que comprenden los geopolíticos (Arnaiz y Dachary, 1992a; Villalobos, 2006), geoestratégicos (González, 1970; Macías, 2002) o etnohistórico (Roys, 1975; Careaga y Vallarta, 1996; Arnaiz y Dachary, 1992b; Torres y Careaga, 2000), y la historia cultural (Sullivan, 1991) de la región.

Desde una perspectiva histórica, el espacio marítimo cobró relevancia como escenario del tránsito de las fuerzas coloniales de exploración y posteriormente como corredor y "puerta de entrada" de las campañas de conquista de los nuevos territorios en la primera mitad del Siglo XVI, así también como espacio fundamental para el desarrollo y reproducción de las sociedades originarias. El mar representó para las sociedades mayas antiguas, una vía de comunicación para el intercambio de productos y mercancías, pero también un medio de subsistencia alimenticia basado en el aprovechamiento de los recursos marinos que se complementaban con los productos derivados de la milpa (Andrews, 1990).

La franja costera de la península también tuvo una importancia por su articulación de contacto comercial de frontera militar y centro religioso de los antiguos sistemas políticos que se desarrollaron en la región cultural mesoamericana. Los primeros contactos con los conquistadores y las sociedades nativas, de acuerdo a la información de los primeros cronistas como Fray Diego de Landa, se suscitaron precisamente en Cabo Catoche, Cozumel, Isla Mujeres, Bahía de la Ascensión, Zamá (Tulum) y Xel-ha.

La selva de Yucatán fue cuna de la civilización maya que floreció, se desarrolló y culminó dejando gran cantidad de vestigios materiales, arquitectónicos, residenciales, militares y religiosos así como un patrimonio oral lingüístico y de conocimiento tradicional sobre el medio selvático que han heredado los descendientes contemporáneos. El uso y manejo de la selva es un legado histórico y cultural que miles de campesinos de Quintana Roo.

Históricamente, el Caribe mexicano ha sufrido procesos de transformación vertiginosos en los ambientes marítimo, costero y selvático. Por décadas, las compañías forestales operaron en un régimen no regulado, sustraídas a las leyes y a las instituciones de la administración pública, causando un impacto considerable por el gran auge de la producción y contrabando de madera, chicle, colorantes y otros productos. Macías (1997), menciona que los proyectos del gobierno mexicano de colonización del territorio continental e insular, se sucedió como una respuesta de control del territorio que inició con el impulso en la primera mitad del siglo XX a los sistemas de producción chiclera y forestal; y posteriormente, alcanzada la década de los años setenta, de una transformación del uso del territorio y sus recursos, especialmente el paisaje para la economía del turismo instalada en el Caribe mexicano (Marín, 2000; López, 2010).

### a.1.) Historia del área

Para el historiador y arqueólogo Anthony Andrews (1985), durante el periodo Clásico (800-900/1100 D.C.) se desarrollaron varios sitios en Quintana Roo, entre ellos Kantunilkín y Chiquilá, como ciudades antiguas, dentro de la zona de estudio propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. Las ciudades costeras eran importantes para el comercio y el control militar. Durante el periodo Posclásico Temprano, surge la ciudad de Vista Alegre, como un punto al suroeste de la Laguna Conil o Yalahau. Lo que hoy se conoce como el poblado de Chiquilá en Quintana Roo.

El arqueólogo Dominique Risolo (2007) sostiene que en el desarrollo del periodo Posclásico Tardío (1200-1519), el norte de Quintana Roo experimentó alto crecimiento demográfico, especialmente en la costa, situación que intensificó las concentraciones urbanas habitacionales y la infraestructura de servicios portuarios antiguos, militares y de gobierno que consolidaron el liderazgo de sitios como Kantunilkín y Chiquilá; ambas localidades históricas fungieron como puertos prehispánicos por donde se movilizaron grandes contingentes humanos, esclavos de guerra y especialmente recursos de subsistencia extraídos de las tierras mayas: palma-guano, miel, madera, especies animales comestibles y fibras naturales, entre otros productos.

En la etapa de las exploraciones del Caribe mexicano, las primeras expediciones del territorio ocurrieron hacia 1517, cuando Francisco Hernández de Córdoba arribó a las costas de Yucatán, anclando frente a Isla Mujeres. Las crónicas de viaje dan cuenta del reconocimiento de Cabo Catoche, donde observaron desde las naves el emplazamiento de grandes edificaciones habitacionales. Fray Diego de Landa (2001) menciona en sus crónicas de viaje que los primeros españoles que tocaron accidentalmente la costa de Yucatán, fueron Jerónimo de Aguilar y Gonzalo Guerrero que junto con otros compañeros naufragaron en 1511 cerca de la isla de Jamaica.

Juan de Grijalva en 1518 llegó por primera vez a la Isla de Cuzmil (Cozumel) navegando hasta la bahía de la Ascensión y retornó al norte para rodear de nuevo la península reconociendo Tabasco, el Pánuco y la Nueva España. Las crónicas de navegación de este viaje dan cuenta del reconocimiento de unos bajos conocidos actualmente como arrecife Alacranes, lo que hizo que se acercaran a las costas de Yucatán.

El historiador y cartógrafo Michel Antochiw (1994), en un estudio de las fuentes cartográficas antiguas y análisis de las rutas de navegación, hace mención que en el recorrido de Grijalva, tuvo que haber transitado el área de Río Lagartos y atravesando un gran territorio llamado Conil (Conil, Chiquilá).

A fines de septiembre de 1527, Montejo y sus barcos atracaron en la Isla de Cozumel donde encontraron reacciones positivas de parte de los habitantes del lugar. En verano de 1528, Montejo regresa a la Nueva España en busca de más hombres y provisiones para elaborar el plan del segundo intento de conquista de estas tierras de Yucatán.

Hacia mediados del siglo XVI fueron concedidas cinco encomiendas en la costa norte de Quintana Roo: Conil, Ecab, Polé, Cozumel y Zama. Se trataba de importantes comunidades mayas antes de la conquista, que continuaron habitadas hasta mediados del siglo XVII. Los ahora municipios de Isla Mujeres, Lázaro

Cárdenas y Benito Juárez formaron parte en esa época del cacicazgo de Ecab. Las zonas más pobladas de este cacicazgo fueron Cabo Catoche y Conil, este último representó un imponente asentamiento y puerto en tiempos prehispánicos. Otros puntos importantes eran las ciudades de Cachi, Chiquilá, Labcáh (Solferino) y Ecab, las cuales se encuentran dentro del municipio de Isla Mujeres (Amador y Glover, 2003).

El arqueólogo Anthony Andrews (1985), menciona la dificultad de reconstruir la geografía política de la provincia, parece ser estuvo dirigida desde Ecab, argumento compartido por el arqueólogo e historiador Ralph Roys (1957), que refiere que el actual territorio de Quintana Roo estuvo dividido en Ecab al norte, Cochua en el centro y Uaymil-Chetumal en el sur. Cochua era la menos poblada con 45 mil habitantes pero con pueblos de origen prehispánico como Tepich, Tihosuco, Polyuc y Chunhuhub.

En el periodo Colonial, después de las guerras de conquista, la presencia de los españoles en el norte de Quintana Roo fue escasa. La piratería entre los franceses, ingleses y holandeses ayudó a la caída de los mayas en el norte. Los españoles fueron incapaces de gobernar a los mayas del norte, y abandonaron la provincia, que se volvió selva (Barona, 2011).

En el periodo que comprende los siglos XVIII y XIX, el arribo de piratas fue frecuente. Estuvieron establecidos en Yalahau, para iniciar sus ataques hacia Campeche, y robar el palo de tinte que en estos días era muy apreciado en Europa. En este periodo acontecen las primeras incursiones de exploradores extranjeros como las de Richard Owen, John Stephens, Frederick Catherwood, Désiré Charnay, Karl Sapper quienes realizaron los primeros registros arqueológicos, etnográficos e históricos; posteriormente, ya en los albores del siglo XX, Sylvanius Morley, Thomas Gann, Edward Thompson, Samuel K. Lothrop y el príncipe Guillermo de Suecia, entre los más importantes (Sullivan, 1991; Macías 2002).

A mediados del siglo XIX, el territorio de Isla Mujeres fue centro de una fuerte migración de la población yucateca debido a la Guerra de Castas. En 1902 Porfirio Díaz creó el territorio de Quintana Roo, siendo Isla Mujeres uno de los municipios originales. La economía de la región en esa época se basó principalmente en la explotación de azúcar, sal, algodón y chicle. Después de la declinación del palo de tinte siguió el auge del chicle, y la dictadura porfirista repartió entre un selecto grupo de asociados concesiones para el aprovechamiento forestal, pesquero, ganadero, agrícola, colonizando esas tierras baldías (Bracamontes, 2006).

Al principio del siglo XX, se estableció un ingenio azucarero en San Eusebio, que era entonces, el más grande de México. Sin embargo, su pobre rendimiento propició que los trabajadores decidieran emigrar a la Isla de Holbox.

En 1931 y 1934, lapso en que fue desintegrado el territorio de Quintana Roo, Isla Mujeres se mantuvo como territorio nacional, regido por un delegado federal, mientras que parte del territorio se fusionó a los estados vecinos.

Al término de la Guerra de la Revolución, del reparto agrario y la década de los treinta, la zona norte dejó de tener importancia, sobreviviendo el chicle y la agricultura de autosubsistencia. Posteriormente, la costa norte empezó a desarrollarse por los ranchos copreros; paralelamente se inicia la actividad pesquera, principalmente del salado de la piel y la carne de tiburón.

**COTEJADO**

A mediados del siglo XX, los pueblos comprendidos en la zona de estudio, aprovecharon los abundantes recursos naturales presentes en la zona, la sal marina y las maderas preciosas.

### a.2.) Arqueología

La zona norte de Quintana Roo se conoce con el nombre de Yalahau, que en maya significa “donde nace el agua” o bien, “agua del rey o gran señor” (Lazcano, 1995).

Durante el periodo Clásico, la región desarrolló un estilo arquitectónico propio a través del aún poco conocido estilo de arquitectura megalítica. Sin embargo, estos sitios parecen haber sido absorbidos por la creciente esfera política de Cobá, y no habrían de resurgir sino hasta el Postclásico, cuando se integran primero, al sistema sociopolítico de Chichén Itzá y después, al complejo sistema de puertos costeros e intercambios comerciales que caracterizó a la economía de esta región (Velázquez, 2008).

Fedick y K. Taube hicieron investigaciones arqueológicas dentro del área de Yalahau. Encontraron en los humedales de El Edén, unas alineaciones de rocas de formas y longitudes variables, que fueron construidas antiguamente; lo que sugiere que los humedales fueron manejados por los mayas (Fedick y Taube, 1995; Taube, 1995).

Estudios sobre la cultura maya en la región señalan que los primeros asentamientos se dieron durante el periodo Preclásico Medio, y sugieren que la zona fue densamente poblada en el periodo Preclásico Tardío y a principios del Clásico Temprano, y posteriormente en el periodo Postclásico Tardío (Risolo, 2007; Amador y Glover, 2003).

El arqueólogo William Sanders (1955), hizo excavaciones en Kantunilkin, Solferino, Monte Bravo y Chiquilá. El sitio de Naranjal fue reportado por Taube en el año de 1983. Las zonas arqueológicas más conocidas en la zona de estudio son Chiquilá, Monte Bravo, San Ángel, Vista Alegre y Yalahau; en la zona de influencia están Kantunilkin, Popolnah, Tres Lagunas, Box Ní, Naranjal, Solferino y San Cosme.

Son importantes las investigaciones de Dominique Risolo (2007), quien recientemente proporciona nuevas ideas sobre las relaciones entre la función de los puertos marítimos antiguos y sus sitios asociados, así como su papel en el comercio alrededor de la península durante los periodos Clásico Terminal a Postclásico Tardío.

Por su posición costera, el sitio arqueológico conocido como Vista Alegre, de mayor importancia en la zona del presente estudio, refiere a un puerto que tuvo un control militar y religioso en el comercio regional e interregional. De acuerdo con Sanders (1995), el sitio de Vista Alegre, ubicado en una pequeña isla cubierta por manglares, que está remetida en relación al principal cuerpo de agua de la Laguna Conil o Yalahau, fungió como un puerto de contacto y traslado de mercancías y prisioneros de guerra entre la meseta continental y los territorios insulares que estaban habitados. De acuerdo con el arqueólogo Andrews, este antiguo complejo habitacional y portuario, estaría clasificado como un puerto especializado para el comercio y como centro religioso, distinguiéndose de otros tipos de puertos como: comunidades costeras; necrópolis en islas; puertos de embarque a islas fuera de la costa; puertos costeros de reembarque y los puertos marítimos de sistemas políticos de tierra adentro.

En esta misma categoría se encuentra el sitio arqueológico denominado Conil (Chiquilá). Investigadores como Romero y Gurrola (1991) relacionan su toponímico con la voz antigua maya que refiere a una “punta de tierra de la costa”, o bien a “una entrada”. Los vestigios hallados en diversos montículos ceremoniales y espacios residenciales dan cuenta de la gran actividad comercial entre puertos y ciudades alrededor del litoral peninsular. Entre los grupos cerámicos observados en Chiquilá, figuran los denominados Vista Alegre, Sabán, Sierra, Mama rojo y Navulá; que evidencian una ocupación bastante larga que va desde el Preclásico Tardío hasta el Postclásico.

Es importante en la zona de estudio la presencia de petroglifos en cuevas que dan cuenta de la vinculación de estas representaciones con la cosmovisión maya.

#### **b) Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental**

La propuesta de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano se localiza en el estado Quintana Roo, es ahí donde se ubican las localidades de influencia para el proyecto de área natural protegida. No obstante que la porción del municipio de Benito Juárez que se propone en el ambiente terrestre del área propuesta es pequeña, se consideran las siguientes localidades: Campo de Tiro, La Carmelita, La Chaya, Los Tres Balam, Rancho del General y Santa María. En el municipio de Isla Mujeres se encuentran: Boca Iglesia, Boca Nueva, Cabo Catoche, Cayo Cahum, Cayo Sucio y Chico Cenote. Finalmente, en el municipio de Lázaro Cárdenas se encuentran las localidades: Centro de Investigaciones, Chechen Ha, Chiquilá, El Edén y Holbox.

o Ambien-  
turales  
onal de  
nteridad

#### **Población**

La población total registrada en las 17 localidades de análisis es de 3,110 habitantes (INEGI, 2010a). Las localidades asentadas en el municipio de Benito Juárez suman 14 personas<sup>5</sup>, las localidades en Isla Mujeres registran 133 personas (78.6% son hombres y 21.4% mujeres), y las localidades de Lázaro Cárdenas contabilizan 2,963 habitantes (52.8% son hombres y 47.8% mujeres). Particularmente, Chiquilá (1,466) y Holbox (1,486) aportan la mayor cantidad de personas.

La Figura 37 muestra el porcentaje poblacional con relación a los municipios de análisis. Se observa que Lázaro Cárdenas tiene el mayor porcentaje de habitantes (95%) para el área natural protegida propuesta.

<sup>5</sup> No existe información disponible sobre la composición por género de las localidades en el municipio de Benito Juárez.



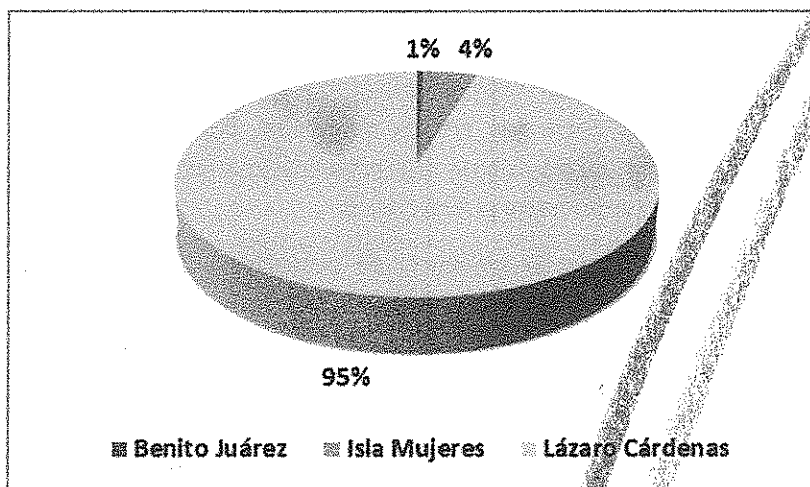


Figura 37. Porcentaje de población con respecto a los municipios.

#### Hogares

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI 2010b), el tamaño promedio de los hogares en el municipio de Benito Juárez es de 3.5 personas, en Isla Mujeres es 3.6 y en Lázaro Cárdenas 4.1 personas.

En cuanto a la composición de los hogares censados con jefatura por género se observa un porcentaje alto para la jefatura masculina. Las localidades de estudio asentadas en el municipio de Isla Mujeres registran 91% de jefatura masculina. Asimismo, las localidades ubicadas en el municipio de Lázaro Cárdenas con jefatura masculina representan el 89% y para el caso de las localidades pertenecientes al municipio de Benito Juárez no se cuenta con información disponible sobre este indicador.

#### Vivienda

Las localidades ubicadas en el municipio de Isla Mujeres reportan un total de 43 viviendas habitadas de un total de 88 viviendas particulares habitadas, deshabitadas, de uso temporal y colectivo. En el caso de las localidades pertenecientes al municipio de Lázaro Cárdenas se registraron 759 viviendas particulares habitadas de un total de 1,173 viviendas particulares habitadas, deshabitadas, de uso temporal y colectivo.

Las localidades del municipio de Isla Mujeres promedian 2.7 ocupantes por vivienda habitada.<sup>6</sup> Por su parte, las localidades de Lázaro Cárdenas promedian 3.8 ocupantes por vivienda habitada.

La Tabla 15 muestra el porcentaje de viviendas por municipio que cuenta con alguno de los siguientes servicios: piso que no es de tierra, energía eléctrica, agua entubada, sanitario o escusado y drenaje.

**Tabla 15. Porcentaje de viviendas con piso diferente a tierra y servicios de electricidad, agua entubada, sanitario y drenaje.**

Categoría / Localidades	Piso diferente a tierra (%)	Energía eléctrica (%)	Agua entubada (%)	Sanitario (%)	Drenaje (%)
Benito Juárez	---	---	---	---	---
Isla Mujeres	44.2	34.9	9.8	32.6	27.9
Lázaro Cárdenas	93.2	95.8	93.2	93.3	92.0

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER).  
Elaboró: CONANP. Dirección de Representatividad y Creación de Nuevas Áreas Naturales Protegidas.

Destaca que nueve de cada 10 viviendas ubicadas en el municipio de Lázaro Cárdenas cuentan con energía eléctrica, agua entubada y drenaje, así como piso diferente a tierra y sanitario. En contraste, 4 de cada 10 viviendas en el municipio de Isla Mujeres disfruta de piso diferente a tierra, 3 de cada 10 posee un sanitario o escusado, así como energía eléctrica y drenaje. Asimismo, sólo 1 vivienda de cada 10 tiene acceso a agua entubada. Para el municipio de Benito Juárez no se cuenta con la información al respecto.

### Educación

El grado promedio de escolaridad<sup>7</sup> en el estado de Quintana Roo es de 9.1 años escolares. A nivel municipal Benito Juárez promedia 9.6 años, Isla Mujeres 8.3 años y Lázaro Cárdenas 6.9 años escolares.

Las localidades de estudio asentadas en el municipio de Isla Mujeres promedian 5 años escolares, esto es equivalente a quinto año de primaria concluido. En cuanto a las localidades ubicadas en el municipio de Lázaro Cárdenas, se observa que el grado promedio escolar es de 7.5 años, es decir, primer año de secundaria concluido. Para el municipio de Benito Juárez no se cuenta con la información.

La Figura 38, muestra el grado promedio escolar por género, y por localidades de estudio para cada municipio. Se omiten las localidades ubicadas en Benito Juárez por falta de información.

<sup>6</sup> Resultado de dividir el número de personas que reside en viviendas particulares habitadas entre el total de viviendas particulares habitadas.

<sup>7</sup> Número de años que en promedio aprobaron las personas de 15 y más años de edad en el Sistema Educativo Nacional.

Se observa que en las localidades pertenecientes a Lázaro Cárdenas ambos géneros promedian el mismo grado escolar, 7.5 años. En cuanto a las localidades en Isla Mujeres se registra 5.7 años escolares en el grupo femenino, equivalente a quinto año de primaria concluido, por 4.8 años escolares en el grupo masculino o cuarto año de primaria concluido.

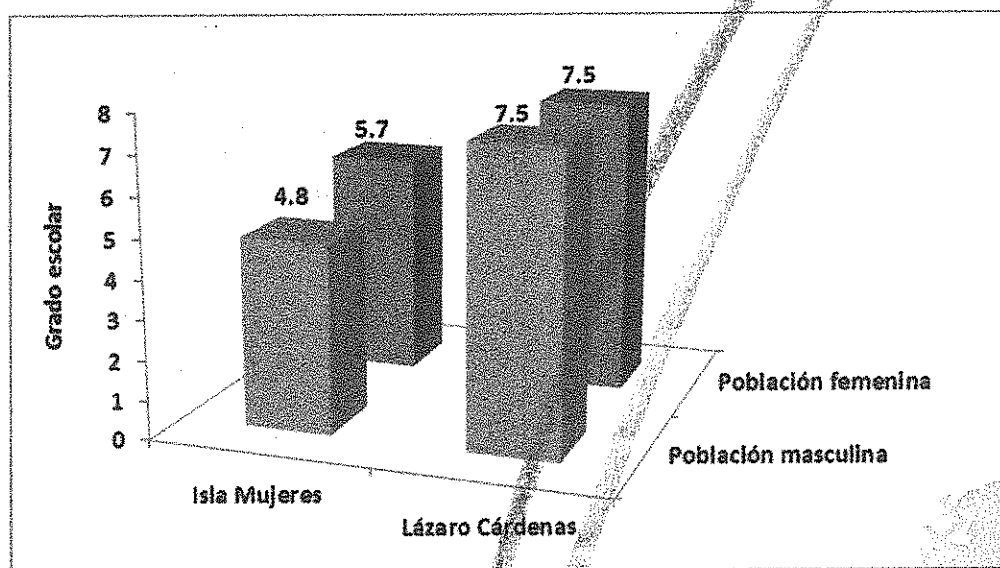


Figura 38. Grado promedio escolar por género en las localidades de cada municipio, para el estado de Quintana Roo.

Secretaría de M  
y Recursos

#### Salud

El porcentaje promedio de población derechohabiente a servicios de salud<sup>8</sup> en el estado de Quintana Roo es de 67.6%. A nivel municipal, Benito Juárez reporta que el 64.4% del total de su población es derechohabiente, Isla Mujeres registra 71.3% y Lázaro Cárdenas 73.2%.

No obstante, se estima que sólo el 31.6% de la población total de las localidades en Isla Mujeres es derechohabiente a algún servicio de salud. En el caso de las localidades asentadas en Lázaro Cárdenas, el 67.1% de la población es derechohabiente. Cabe señalar que debido a que no se cuenta con información estadística disponible sobre las localidades ubicadas en Benito Juárez no fue posible realizar una estimación (INEGIa)

<sup>8</sup> Conjunto de personas que tienen derecho a recibir servicios médicos en instituciones de salud pública o privada, como resultado de una prestación laboral por ser pensionado o jubilado, por inscribirse o adquirir un seguro médico o por ser familiar designado beneficiario.

La Figura 39 muestra el porcentaje de la población total que es derechohabiente a servicios de salud con respecto a la población que no posee servicios de salud, para los municipios de Isla Mujeres y Lázaro Cárdenas.

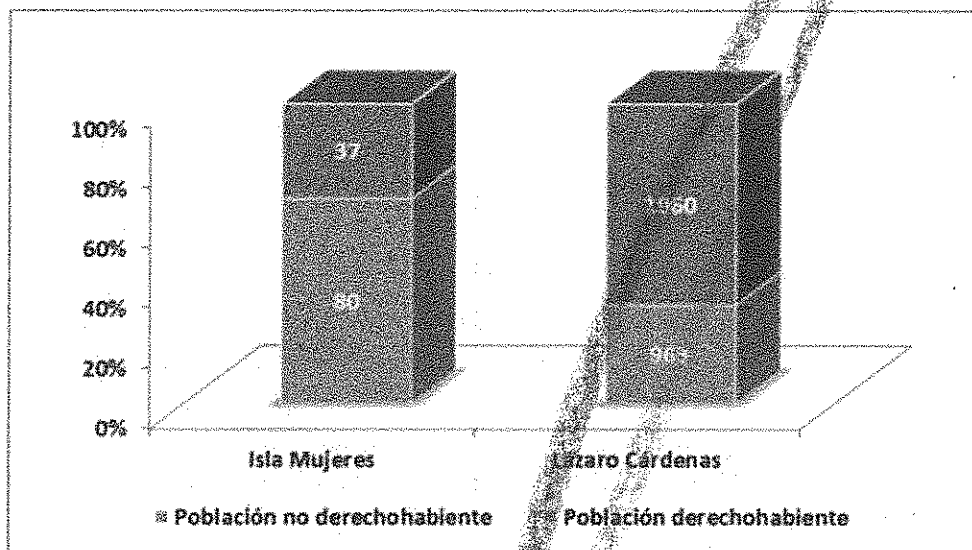


Figura 39. Porcentaje de población total derechohabiente a servicios de salud, para los municipios de Quintana Roo considerados en la propuesta.

### Índice de Desarrollo Humano

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2014) el Índice de Desarrollo Humano (IDH) tiene como objetivo medir el conjunto de capacidades y libertades que tienen los individuos para elegir entre formas de vida alternativa<sup>9</sup>. Así, se consideran tres dimensiones básicas para el desarrollo: 1) la posibilidad de gozar de una vida larga y saludable, 2) la capacidad de adquirir conocimientos, 3) la oportunidad de tener recursos que permitan un nivel de vida digno.

En 2010, México fue clasificado como un país de alto desarrollo humano pues presenta un IDH de 0.739. A nivel estatal, el Distrito Federal (0.831), Nuevo León (0.790) y Baja California Sur (0.785) son las entidades con mayor nivel de desarrollo de acuerdo al IDH. En contraste, Chiapas (0.647), Oaxaca (0.666) y Guerrero (0.673) se identifican como las entidades con menor IDH.

<sup>9</sup> El rango en el cual se mide el Índice de Desarrollo Humano está entre 0 y 1, donde los valores cercanos o iguales a cero indican un menor IDH, por el contrario, los valores iguales o cercanos a uno señalan un mayor IDH.

El Índice de Desarrollo Humano de Quintana Roo es de 0.759, equivalente con el nivel de desarrollo de países como Trinidad y Tobago y Antigua y Barbuda. Asimismo, el municipio de Benito Juárez reporta el mayor desarrollo humano del Estado, con un IDH de 0.781. En contraste, el municipio Lázaro Cárdenas, registró un IDH de 0.615.

### Índice de Marginación

El Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2011) señala que la marginación como fenómeno estructural expresa la dificultad para propagar el progreso en el conjunto de la estructura productiva, pues excluye a ciertos grupos sociales del goce de beneficios que otorga el proceso de desarrollo.

Las dimensiones socioeconómicas que integran el Índice de Marginación son la educación, la vivienda, la distribución de la población y los ingresos monetarios. A su vez, las formas de exclusión que determinan el índice de marginación son: analfabetismo, población sin primaria completa, viviendas particulares sin drenaje ni escusado, viviendas particulares sin agua entubada, viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento, viviendas particulares con piso de tierra, localidades con menos de cinco mil habitantes y población ocupada que percibe hasta dos salarios mínimos<sup>10</sup>.

De las más de 107 mil localidades a nivel nacional, 22 mil se consideran con grado de marginación muy alto (20.9% del total), 62 mil con grado alto (58.0%), 12 mil con grado medio (11.2%), siete mil con grado bajo (6.7%) y más de tres mil con grado de marginación muy bajo (3.2%).

Ahora bien, del total de localidades en el área objeto de estudio, sólo existe información disponible para cinco de estas: Cabo Catoche, Boca Iglesia y Cayo Sucio en el municipio de Isla Mujeres, así como Chiquilá y Holbox en el municipio de Lázaro Cárdenas. La Figura 40 muestra el porcentaje de localidades bajo los diferentes grados de marginación.

<sup>10</sup> El índice de marginación tiene un rango de 0 a 100. Donde los valores cercanos a cero señalan un menor índice de marginación. Por el contrario, los valores cercanos a 100 indican mayor grado de marginación.

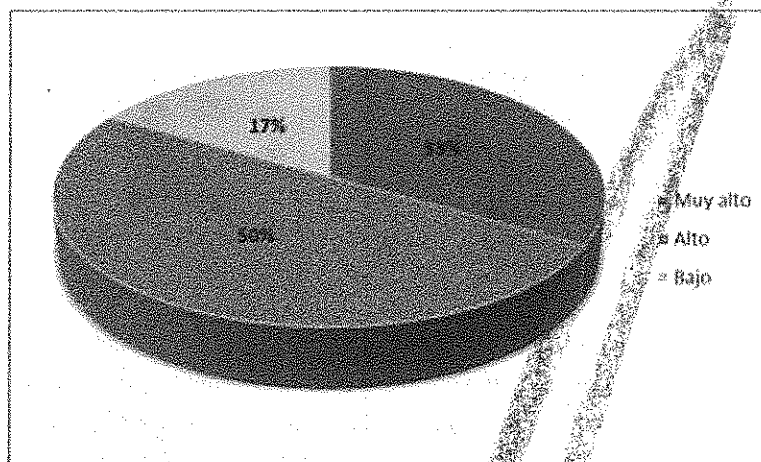


Figura 40. Porcentaje de localidades bajo los diferentes grados de marginación.

#### Localidades con presencia indígena

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas<sup>11</sup> (CDI), el pueblo maya se concentra en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. La principal actividad de los campesinos mayas es la agricultura de subsistencia con la técnica de roza, tumba y quema. Cultivan hortalizas, árboles frutales, además de criar aves y cerdos. La apicultura es una fuente importante de ingresos, al igual que el aprovechamiento de maderas preciosas, la extracción de chicle producto del árbol del chicozapote, el corte de la hoja de guano y la pesca de langosta.

#### Municipio Lázaro Cárdenas

La población con presencia indígena asentada en las localidades de estudio, se concentra principalmente en las localidades de Lázaro Cárdenas, las cuales funcionan como cabeceras municipales: Kantunilkin, Holbox y Chiquilá (Figura 41. ). Estas tres localidades concentran aproximadamente 5,900 habitantes indígenas (CDI, 2010). Otras localidades como El Edén y Chechen-Ha, ubicadas en este municipio, reportan una población de 4 habitantes, lo que hace suponer que se trata de localidades en proceso de desaparición o sitios de pernocta temporal, para el trabajo agrícola de los campesinos mayas milperos.

La representatividad indígena del municipio Lázaro Cárdenas, con relación a sus núcleos agrarios, está concentrada en el ejido de Kantunilkin, con 1,115 ejidatarios, la mayoría de origen maya peninsular, que reconocen prácticas culturales colectivas que les brindan una pertenencia cultural y derechos sobre la tierra (PHINA, 2015). La localidad de Kantunilkin tiene una población total de 7,150 habitantes, de los cuales 5,265 son indígenas (CDI, 2010). La Reserva de la Biosfera propuesta, incorpora 21,619 hectáreas

<sup>11</sup> <http://www.cdi.gob.mx>



del ejido Kantunilkin cuya superficie total es de 77,478 hectáreas. Sin embargo, este 27% de tierras ejidales incluidas se caracteriza por no contar con poblaciones asentadas, ni habitáculos permanentes o temporales por parte de pobladores de esa localidad; es considerada como zona con nula densidad demográfica y con carácter fundamentalmente rural.

La localidad de Holbox, perteneciente al ejido del mismo nombre, cuenta de 338 habitantes indígenas. Los datos del Registro Agrario Nacional (RAN) señalan un total de 214 ejidatarios reconocidos con derechos, 12 poseionarios y 39 avecindados (PHINA, 2015).

En el ejido Chiquilá destaca la localidad del mismo nombre (Chiquilá), con un registro de población de 298 indígenas, y la de San Antonio con un registro de 61 de habitantes indígenas de acuerdo a los datos aportados por el Catálogo de Localidades Indígenas (CDI, 2010). El ejido Chiquilá lo integra una asamblea de 366 ejidatarios reconocidos con derechos plenos, dato que refiere una relación proporcional de ejidatarios con una identidad indígena definida (PHINA, 2015). Para este mismo ejido, las localidades adyacentes de San Ignacio y Santa María, han sido reportadas, "sin evidencia indígena" por CDI (2010) y "sin población" por SEDESOL (2015) respectivamente.

#### Municipio Isla Mujeres

El municipio de Isla Mujeres se considera como "municipio con población indígena dispersa". En esta entidad municipal están integradas cuatro localidades con población indígena con menos de 100 habitantes, entre las que destacan Boca Iglesia con 38 habitantes indígenas, Chico Cenote con 36 pobladores (de los cuales 11 son indígenas) y Cayo Cahum con 11 habitantes de los cuales dos son indígenas (CDI, 2010; SEDESOL, 2015).

Otras localidades en el municipio como Palo Bravo, Cayo Alcatraz, Rancho Arena, Felipe Trejo, La Fe (Los Pinos), y la localidad conocida como El Mangle, se reportan sin habitantes. Esto hace suponer que la ocupación de estos sitios es temporal por pescadores que usan los sitios como patios de pesca y para realizar trabajo de mantenimiento de pangas de pesca independientes.

#### Municipio Benito Juárez

El municipio de Benito Juárez también se considera como "municipio con población indígena dispersa". En este municipio las localidades al interior de la poligonal son: Campo de Tiro, Los Tres Balam, Santa María, Rancho del General, Santa María, La Chaya y La Carmelita. En conjunto estos sitios reportan un total de 14 pobladores, los cuales están relacionados con sitios de descanso y almacenaje de productos agrícolas de los campesinos mayas. La Carmelita, La Chaya, Rancho del General y Santa María, reportan una población total de 3 personas cada una.

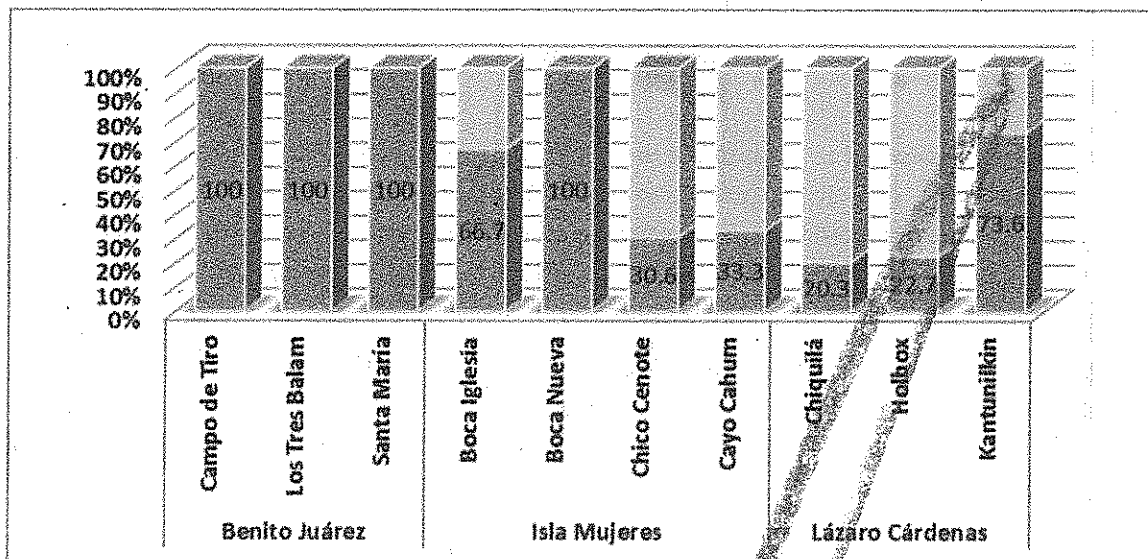


Figura 41. Porcentaje de población indígena con respecto al total poblacional en las comunidades con presencia de grupos indígenas.

Unión  
Ambiental  
Institucional  
Nacional de  
Conservación

COTEIADO

c) Usos y aprovechamientos, actuales y potenciales de los recursos naturales

**Turismo**

El estado de Quintana Roo se caracteriza por una variada oferta de actividades turísticas en su zona norte y en menor proporción, otro tipo de actividades primarias que se describirán más adelante (Melo, 2002). El desarrollo de estas actividades y los asentamientos humanos inherentes al mismo, coexisten con la riqueza natural que caracteriza a esta zona. En la zona sur del estado se encuentran los municipios con el menor desarrollo económico (Thomassiny y Chan, 2011).

En 2011, el sector turístico representó el 8.4% del Producto Interno Bruto de México, además de contribuir con el 5.8% de los puestos de trabajo remunerados que se generaron en todo el país. La Figura 42 muestra la composición porcentual en los puestos de trabajo remunerados para el sector turístico a nivel nacional para 2011.

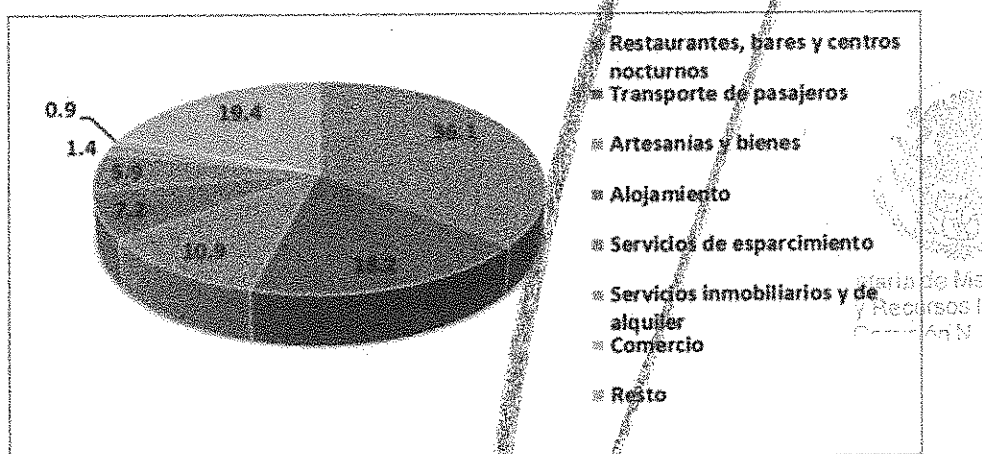


Figura 42. Composición porcentual de los puestos de trabajo remunerados en el sector turismo.

La mayor fuente de trabajo remunerada se encuentra en los servicios de restaurantes, bares y centros nocturnos, seguido de transporte de pasajeros y artesanías.

De acuerdo con la Secretaría de Turismo (SECTUR, 2013), en 2011 la oferta de alojamiento total nacional fue de 17,294 establecimientos con 651,160 cuartos. El estado de Quintana Roo registró el 5.2% de los establecimientos de alojamiento y 13% de los cuartos totales.

La oferta nacional de establecimientos turísticos de alimentos y bebidas, en el rubro de restaurantes, restaurante-bar y cafeterías fue 29,621, a nivel nacional. Quintana Roo aportó el 3.8% del total de establecimientos turísticos. En cuanto a los establecimientos turísticos de alimentos y bebidas en el rubro de bares, discotecas, centros nocturnos, y otros establecimientos, se registraron 8,163 ofertantes, de los cuales 4.2% se ubican en Quintana Roo.

En cuanto al destino de alojamiento de los turistas, el 64.5% del turismo extranjero se alojó en destinos de sol y playa, el 35.5% restante lo hizo en ciudades. Los turistas nacionales eligieron en 71.8% de los

casos, las ciudades como principales destinos, en tanto que el 28.2% se alojó en destinos de sol y playa (SECTUR, 2013).

De acuerdo con González (2011), existen dos modelos o tipos de turismo, el de masas o convencional que se caracteriza tanto por la importancia económica de la actividad, así como por el máximo aprovechamiento de los recursos naturales (turismo de sol y playa). Por otra parte, el turismo de naturaleza o alternativo, el cual promueve el uso racional del recurso natural y limita el acceso de los turistas a ciertas áreas o ecosistemas frágiles (ecoturismo, turismo de aventura y turismo rural o comunitario).

El turismo de masas se localiza en la zona norte de Quintana Roo, particularmente en los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres, Cozumel y Solidaridad. Por lo general, la infraestructura hotelera y de servicios se desarrolla en ecosistemas de dunas costeras y manglares, que al ser fragmentados dejan de brindar importantes servicios ecosistémicos como son: el amortiguamiento de los efectos de huracanes y tormentas (Costanza, Farber y Maxwell, 1989), la provisión de zonas de anidación y crianza para especies de importancia biológica y comercial, ser filtros biológicos, y refugios de flora y fauna, tanto terrestre como marina, entre otros<sup>12</sup>.

De acuerdo con datos de la Secretaría de Turismo (SECTUR, 2015), los destinos más visitados por turistas internacionales en 2011 fueron Cancún y la Riviera Maya. La afluencia de turistas a Cancún fue de 3,115,177 personas, lo que representó el 39.7% del total de turistas para el estado de Quintana Roo; en tanto que la Riviera Maya recibió el 46% del total estatal (Tabla 16). Estos destinos aportaron casi el 90% de la derrama económica generada ese año por el turismo en Quintana Roo, la cual ascendió a 5,811.07 millones de dólares.

Tabla 16. Afluencia de turistas y derrama económica en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, para el estado de Quintana Roo, en 2011.

Destino	Afluencia de turistas de enero a diciembre		Derrama económica de enero-diciembre		Ocupación hotelera en diciembre
	Número de personas	% estatal	MDD	% estatal	%
Cancún	3,115,177	39.7	2,920.93	50.26	69.3
Cozumel	475,837	6.0	511.53	8.80	72.4
Chetumal	469,151	6.0	56.3	0.97	56.6
Isla Mujeres	179,629	2.3	47.78	0.82	48.8
Riviera Maya	3,610,367	46.0	2,274.53	39.14	45.7

<sup>12</sup> <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosistemas.html>

Destino	Afluencia de turistas de enero a diciembre		Derrama económica de enero-diciembre		Ocupación hotelera en diciembre
	Número de personas	% estatal	MDD	% estatal	%
Estatal	7,850,161		5,811.07		75.3

Fuente: <http://sedetur.qroo.gob.mx/estadisticas/indicadores/Indicadores%20Turisticos%20%202011.pdf>  
Elaboró: CONANP. Dirección de Representatividad y Creación de Nuevas Áreas Naturales Protegidas.

En cuanto a infraestructura hotelera, en 2011 Quintana Roo tenía 908 hoteles con 83,326 cuartos, cuya ocupación promedio alcanzó 75.3% en diciembre (Tabla 16, Tabla 17). El 75% de los cuartos se concentra en la Riviera Maya y en Cancún.

Tabla 17. Infraestructura hotelera en el área de estudio propuesta, para el estado de Quintana Roo.

Municipio	Destino	Número de hoteles	Cuartos	
			Número	%
Benito Juárez	Cancún	148	28,417	34.10
	Puerto Morelos	33	5,072	6.09
Isla Mujeres	Isla Mujeres	75	2080	2.50
Cozumel	Cozumel	45	4,098	4.92
Solidaridad	Riviera Maya	254	34,224	41.07
Tulum		130	6,002	7.20
Lázaro Cárdenas	Holbox	56	589	0.71
	Kantuníkin	11	100	0.12
	Chiquilá	1	6	0.01
	Ignacio Zaragoza	1	15	0.02
Total estatal		908	83,326	

Fuente: <http://sedetur.qroo.gob.mx/estadisticas/indicadores/Indicadores%20Turisticos%20%202011.pdf>  
Elaboró: CONANP. Dirección de Representatividad y Creación de Nuevas Áreas Naturales Protegidas.

Por otra parte, el turismo de naturaleza busca aprovechar los recursos naturales y culturales a través de un turismo no masificado, controlado y de bajo impacto, éste se desarrolla en comunidades pequeñas o en áreas protegidas tanto naturales como arqueológicas (SECTUR, 2002). Además, se caracteriza por promover infraestructura compatible con el medio ambiente, pues se utilizan fuentes de energía alternativa y se aprovechan los materiales locales. Un ejemplo de esta categoría es Holbox en el municipio de Lázaro Cárdenas (González, 2011). En la Tabla 18 se enlistan algunas de las actividades típicas del turismo de naturaleza.

Tabla 18. Actividades típicas del turismo de naturaleza.

Ecoturismo	Turismo de aventura	Turismo rural
<ul style="list-style-type: none"> <li>Observación de flora y fauna, de atractivos naturales, de ecosistemas, geológica y sideral.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buceo libre y autónomo</li> <li>Kayaquismo</li> <li>Cabalgata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Talleres artesanales</li> <li>Etnoturismo</li> <li>Preparación y uso de medicina tradicional</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Safari fotográfico</li> <li>• Senderismo interpretativo</li> <li>• Rescate de flora y fauna</li> <li>• Proyectos de investigación biológica</li> <li>• Talleres de educación ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espeleología</li> <li>• Recorridos en bicicleta</li> <li>• Caminata</li> <li>• Vuelo en ultraligero</li> <li>• Paracaidismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Talleres gastronómicos</li> <li>• Fotografía rural</li> <li>• Aprendizaje de dialectos</li> <li>• Experiencias místicas</li> </ul>
--	---	---

Fuente: González, 2011.

Estas actividades representan importantes ingresos económicos para la zona, por lo que resulta necesario que se orienten hacia patrones de sustentabilidad ambiental para evitar afectaciones al capital natural de la zona propuesta.

Entre las afectaciones que deben prevenirse se encuentran: anclaje inadecuado de las embarcaciones; daño accidental de corales por buzos inexpertos; extracción de trozos de coral y otros organismos para recuerdos; suspensión de sedimentos con las aletas de buceo, y por las propelas de las embarcaciones; uso de bronceadores no biodegradables; uso intensivo de motores de dos tiempos, lo cual provoca descargas de aceite en el mar; descargas de aguas residuales; vertimiento de detergentes no biodegradables, aceite lubricante y combustible, entre otros.

No obstante el tipo de turismo que se promueva, la realización de estas actividades ejerce una fuerte presión sobre los recursos naturales del área, por ejemplo: el deterioro del suelo, contaminación del agua y el desplazamiento de las especies de flora y fauna. Paradójicamente la riqueza de flora y fauna, entre otras características ambientales, influyen en la elección de un sitio turístico sobre otro.

En este sentido, el control y monitoreo de las acciones relacionadas con el turismo, así como una gestión adecuada de los recursos naturales se convierten en objetivos necesarios para hacer del turismo una actividad sustentable. Así, la presente propuesta no pretende inhibir el desarrollo de actividades económicas, sino que plantea un esquema para su realización que permita conservar a largo plazo los recursos naturales que constituyen el principal atractivo para el éxito de la actividad económica de la región.

Otro aspecto importante para el análisis de la actividad turística dentro del área que se propone como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, lo constituye el hecho de que actualmente existen seis rutas principales de navegación, tres de las cuales concentran la mayor proporción de tránsito marítimo en la zona como es la ruta que cubre Puerto Progreso hacia el Mar Caribe y las que van sobre el Mar Caribe hacia Cozumel y hacia Guatemala. Estas rutas son reconocidas por la Organización Marítima Internacional y consideradas en las Cartas de Navegación de la Secretaría de Marina (Secretaría de Marina, 1977) en las que circulan embarcaciones de gran calado, entre ellas cruceros y buques de carga. De las cuatro restantes, la primera se ubica en la parte sureste del área propuesta y atraviesa una porción de la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena, presenta un tráfico menos intenso, particularmente de buques de carga; otras dos siguientes parten del municipio de Solidaridad, una de Puerto Morelos y conecta con la ruta conocida como Canal de Cozumel, y otra que tiene como destino Isla Cozumel; la última ruta va de la parte continental de Cozumel hacia la Isla Cozumel, y de igual manera conecta con la ruta del Canal de



Cozumel. En estas tres últimas rutas navegan embarcaciones mayores para traslado de pasajeros y carga, aunque el tránsito es menos intenso (Figura 43).

COILEJADO

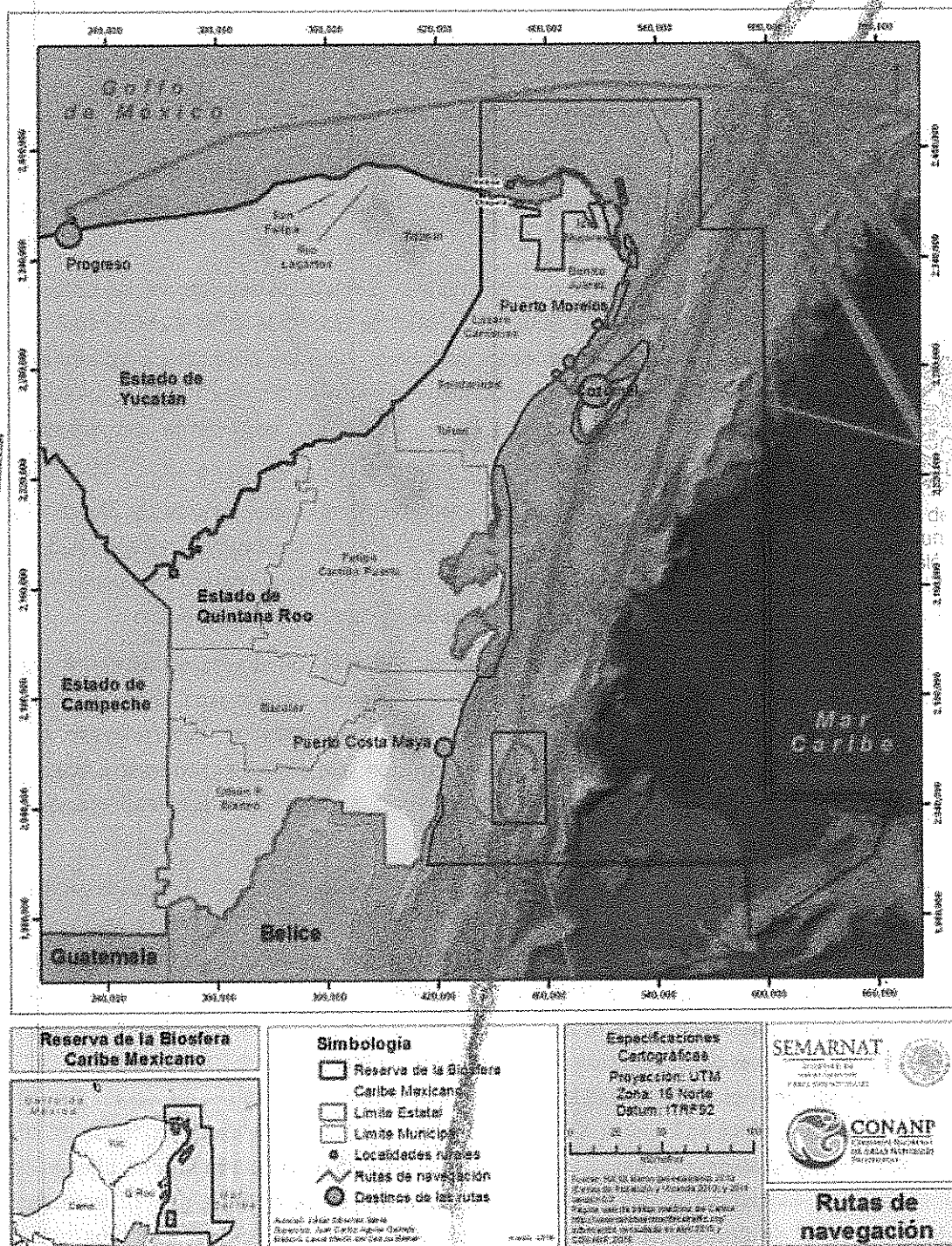


Figura 43. Rutas de navegación en la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

De acuerdo con la Secretaría de Turismo (SECTUR, 2013), en 2011 se registraron 2,283 arribos de cruceros a los principales puertos de México, y se contabilizaron 5,661,652 pasajeros transportados por medio de cruceros.

Los principales puertos de Quintana Roo son: Cozumel, Isla Mujeres, Mahahual, Playa del Carmen, Puerto Morelos, Puerto Juárez, Punta Sam y Punta Venado. Además, se encuentran otros de importancia menor como Chetumal, Holbox, La Aguada, Puerto Aventuras, Punta Allen y Xcalak. La infraestructura portuaria en obras de atraque está dedicada principalmente a la actividad turística (84.1%), seguida por la pesquera (10.6%) y por último la comercial (5.3%).

En 2011, los puertos de Cozumel, Mahahual, Punta Venado, Cancún, Puerto Morelos y Playa del Carmen recibieron el 54% de los arribos y el 62% de los pasajeros de cruceros a nivel nacional. Cabe resaltar que el 43.8% de los arribos de cruceros a nivel nacional tuvieron como destino Cozumel, así como el 51% de los pasajeros. Por su parte, Mahahual registró el 9.3% de arribos y el 10.2% de los pasajeros; Punta Venado el 0.7% tanto para arribos como para pasajeros (Figura 44).

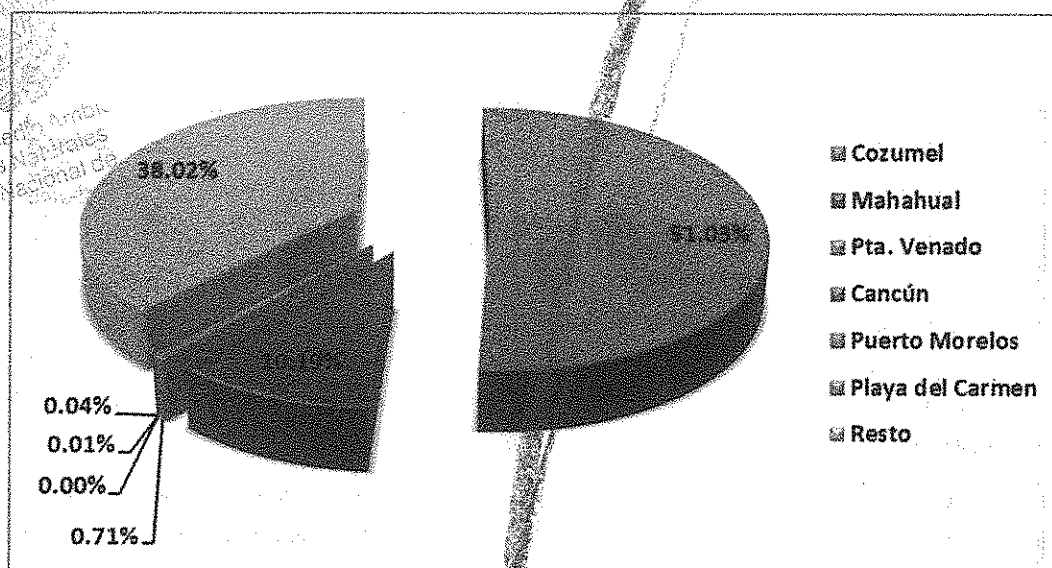


Figura 44. Arribo de pasajeros a los principales puertos en el estado de Quintana Roo, 2011.

Por su parte, Ardisson *et al.* (2011) estiman que en el periodo 2000 a 2010 se realizaron aproximadamente 50 mil viajes anuales entre el continente y las islas de la región (principalmente Cozumel e Islas Mujeres), por embarcaciones de ruta dedicadas al transporte de cargamento y de pasajeros.

Existe un intenso tráfico de embarcaciones particulares como yates y veleros, además de las dedicadas a la pesca artesanal y al turismo (aproximadamente 2,000), siendo factores operacionales a tener en cuenta debido a que pueden reducir la seguridad de la navegación (Arellano *et al.*, 2011).

## **Pesca**

### **Pesca comercial y de autoconsumo**

La pesca, al ser parte de una cadena productiva de alto valor, genera empleos directos e indirectos, capta divisas, fomenta la inversión directa y es clave en la seguridad alimentaria del país. La producción pesquera, además de ser una actividad económica dinámica, posee fuertes componentes sociales y culturales. Aunque la su participación de la pesca en la conformación del PIB nacional es menor en comparación con otras actividades como el turismo, es de suma importancia para el desarrollo y crecimiento económico de la región del Caribe mexicano.

Por esta razón, la pesca sustentable es uno de los tres pilares de la propuesta para el establecimiento de una nueva área natural protegida en el Caribe mexicano. Cabe resaltar que dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano las actividades pesqueras serán, junto con la conservación de los recursos naturales y la seguridad nacional, una de las prioridades en todas las acciones de planeación, por lo que no habrá prohibiciones ni limitaciones a esta actividad. Lo anterior en coordinación con la SAGARPA, a través de la CONAPESCA y el INAPESCA, cuyas atribuciones son regular, fomentar y administrar el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas; coordinar y orientar la investigación científica; desarrollar, innovar y transferir tecnología en materia de pesca y acuicultura; entre otras.

La captura y acuicultura contribuyen de forma decisiva a la seguridad alimentaria mundial y proporcionan importantes oportunidades de sustento e ingresos a muchas familias de pescadores y piscicultores de subsistencia. La riqueza mundial de los recursos ícticos ofrece al sector grandes posibilidades de continuar mejorando su contribución a la seguridad alimentaria y de hacer frente al desafío de alimentar a una población creciente.<sup>13</sup>

En Quintana Roo predomina la pesca artesanal que se caracteriza por la alta dependencia de mano de obra, uso de embarcaciones menores y con centros de descarga dispersos (Sosa y Ramírez, 2001). Quintana Roo cuenta con 865 kilómetros de litoral, lo que representa el 7.5% del total nacional. En 2013, el Estado registró una población de 2,158 pescadores, 25 embarcaciones mayores activas y 733 ribereñas activas, 10 plantas pesqueras y 7 unidades de producción acuícola (CONAPESCA, 2013). Las principales especies de captura en el estado son: mero, langosta, pargo, así como el tiburón y cazón, que son capturadas principalmente por cooperativas y permisionarios (Sosa y Ramírez, 2011).

En el Mar Caribe se capturan más de 170 especies con fines comerciales, pero la mayor parte de la captura corresponde a menos de 50 especies, principalmente peces arrecifales, caracol y langosta del

<sup>13</sup> <http://www.fao.org/nr/cgtr/act/mex/es/acuic/esp/>

Caribe. La pesca en los arrecifes coralinos es en mayor proporción artesanal y de pequeña escala, pero de importancia significativa en términos económicos, culturales y recreativos.

La capacidad productiva de algunas de las pesquerías se vincula con las tendencias del aprovechamiento, con el acceso al recurso y con equipos y artes de pesca.

Tabla 19. Especies de importancia para la pesca en el área propuesta Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano

Especie	Estado
Mero ( <i>Ephinephelus spp.</i> )	Quintana Roo
Langosta ( <i>Panulirus argus</i> )	Quintana Roo
Pargo ( <i>Lutjanus spp.</i> )	Quintana Roo
Tiburón y cazón ( <i>Rhizoprionodon spp.</i> , <i>Sphyrna spp.</i> , <i>Carcharhinus spp.</i> )	Quintana Roo
Camarón rojo ( <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> ) y de roca ( <i>Sicyonia brevirostris</i> )	Quintana Roo
Caracoles ( <i>Strombus gigas</i> )	Quintana Roo

La pesca deportiva de altura se efectúa con embarcaciones tipo yate, en una franja de 50 millas a partir de la línea base, desde la cual se mide el mar territorial a todo lo largo de la costa norte y centro en las zonas turísticas como son: Cancún, Isla Mujeres, Cozumel y los municipios de Tulum y Solidaridad (SAGARPA, 2004). Se practican las modalidades de troleo y fondo y las especies objetivo son: el marlín azul, marlín blanco, pez vela, dorado, wahoo, sierra, atún y barracuda entre otras. Se realiza casi a todo lo largo de la costa norte y centro en las zonas turísticas como son: Cancún, Isla Mujeres, Cozumel y los municipios de Tulum y Solidaridad (SAGARPA, 2004).

En el año 2014, Quintana Roo ocupó el 20° puesto en producción pesquera por peso vivo a nivel nacional y el 19° puesto en valor de la producción pesquera (CONAPESCA, 2014). La pesquería de mero y especies asociadas es la más representativa en cuanto a número de personas que se dedican a la captura de estas especies, en Quintana Roo se tienen registrados al menos 2,396 personas que se dedican a la actividad pesquera (Sosa-Cordero *et al.*, 2009 en INAPESCA, 2014). Cabe mencionar que se generan empleos directos e indirectos con la actividad pesquera, razón por la cual el número de personas que son beneficiadas por la pesca es mayor a las que se tiene registrada.

COTEJADO

**Tabla 20. Aportación estatal de la pesca y acuacultura en el volumen y valor de la producción nacionales, 2014**

Total	Captura		Acuacultura	
	Producción en peso vivo (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos)	Producción en peso vivo (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos)
Nacional	1,426,949	13,785,985	325,003	10,323,825
Q. Roo	4,317	158,384	102	2,152

En 2014, el volumen de producción pesquera de Quintana Roo en peso vivo fue de 4,419 toneladas, esto representa el 0.25% de la producción nacional. Los mayores volúmenes de pesca por especie corresponden al camarón con 953 toneladas (0.6%), mero 751 t. (9.0%), langosta 354 t. (7.9%), fauna 259 t. (4.6%), pulpo 238 t. (0.7%), pargo 236 t. (2.9%), mojarra 191 t. (0.1%), rubio 172 t. (6.8%), esmedregal 160 t. (10.2%), tiburón 135 t. (0.7%), peto 115 t. (3.1%), robalo 58 t. (0.6%) y lisa 56 t. (0.5%)<sup>14</sup> (CONAPESCA, 2014).

De acuerdo con Arce (2007) la mayor parte de las personas que realizan la actividad de pesca de autoconsumo, tienen como ocupación primaria la agricultura entre otras actividades. Destaca que esta actividad es realizada tanto por comunidades maya-hablantes como no mayahablantes, que realizan la pesca en las orillas de los cuerpos de agua, donde por lo general entran caminando o flotando en balsas o cayucos. La captura se consume en el hogar y ocasionalmente se vende. Así, la pesca continental se considera como una actividad primaria de subsistencia.

#### *Planes de manejo pesquero*

Los Planes de Manejo son un instrumento que tienen por objeto dar a conocer el conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable; basadas en el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, ecológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales que se tengan de ella. Este instrumento es administrado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, por conducto del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), facultado para la elaboración y actualización de los Planes de Manejo

<sup>14</sup> Las cifras de volumen de pesca presentadas corresponden a las pesquerías mayores a 50 toneladas, estos valores han sido redondeados al entero más próximo. Las cifras dentro de los paréntesis representan la participación porcentual de cada pesquería al total nacional.

Pesquero. A la fecha se identifican en la zona propuesta, 12 planes de manejo para los recursos pesqueros que se presentan en la zona, los cuales se mencionan a continuación:

1. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de robalo (*Centropomus undecimalis*) del Golfo de México y Mar Caribe. Publicado en el DOF el día 25 de marzo de 2014.
2. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de las especies de caracol pateburro o tomburro (*Turbinella angulata*); sacabocado o lix (*Busycon perversum*); rojo o chacpel (*Pleuroploca gigantea*); campechana (*Fasciolaria tulipa*); blanco o lanceta (*Strombus costatus*); canelo o boxeador (*Strombus pugilis*); molón o nolón (*Melongena melongena*) y chivita o noloncito (*Melogen corona bispinosa*) del litoral del Estado de Campeche. Publicado en el DOF el día 25 de marzo de 2014.
3. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para las especies de camarón rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis*) y de Roca (*Sicyonia brevirostris*) de los Caladeros de Contoy, Quintana Roo. Publicado en el DOF el día 13 de marzo de 2014.
4. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para la langosta espinosa (*Panulirus argus*) de la Península de Yucatán. Publicado en el DOF el día 25 de marzo de 2014.
5. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de Mero (*Epinephelus morio*) y especies asociadas en la Península de Yucatán. Publicado en el DOF el día 25 de noviembre de 2014.
6. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de Lisa (*Mugil cephalus*) y Lebrancha (*Mugil curema*), en las costas de Tamaulipas y Veracruz. Publicado en el DOF el día 31 de marzo de 2014.
7. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de pulpo (*Octopus maya* y *O. vulgaris*) del Golfo de México y Mar Caribe. Publicado en el DOF.
8. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*), de la Sonda de Campeche. Publicado en el DOF el día 03 de marzo de 2014.
9. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) en las costas de los estados de Campeche y Tabasco. Publicado en el DOF el día 31 de marzo de 2014.
10. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de Camarón Café (*Farfantepenaeus aztecus*) y Camarón Blanco (*Litopenaeus setiferus*) en las costas de Tamaulipas y Veracruz. Publicado en el DOF el día 12 de marzo de 2014.
11. ACUERDO por el que se da a conocer el plan de manejo pesquero de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el Golfo de México. Publicado en el DOF el día 11 de mayo de 2015.
12. ACUERDO por el que se da a conocer el plan de manejo pesquero de pepino de mar café (*Isostichopus badionotus*) y lápiz (*Holothuria floridana*) en la península de Yucatán. Publicado en el DOF el día 12 de mayo de 2015.

Cabe señalar que la instrumentación de los mencionados Planes de Manejo elaborados por el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) y puestos en marcha por la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), ambos organismos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y



Alimentación (SAGARPA) propician también la conservación de fuentes de empleo y protección del ambiente marino.

Con esta medida, la SAGARPA impulsa también la protección de especies de interés comercial y gran demanda en el mercado<sup>15</sup>.

Adicionalmente, se promueven acciones para mejorar las condiciones sociales y económicas de los habitantes de las comunidades pesqueras ubicadas en las zonas costeras del país, acorde con las acciones emprendidas en la Cruzada Nacional contra el Hambre, entre cuyos propósitos está el impulso de planes para promover el desarrollo comunitario.

#### *Pesca deportiva*

Ahora bien, la gran diversidad de peces que habitan en las costas del Caribe mexicano, han convertido a Quintana Roo en uno de los principales destinos del mundo para practicar la pesca deportivo-recreativa, actividad que representa una fuente importante de ingresos en las comunidades costeras (Herrera, 2011), por ejemplo en Xcalak, Banco Chinchorro y Sian Ka'an (SEMARNAT-INE, 2008).

Aunque existen diferentes modalidades de pesca deportivo-recreativa tradicional, en los últimos años la modalidad que consiste en atrapar y después soltar a los peces se ha vuelto muy popular. Este tipo de pesca de captura-liberación convierte el deporte en una actividad de bajo impacto y con uso sustentable de los recursos.

Asimismo, la pesca con equipo ligero o *spinning*, también se encuentra en la modalidad de pesca deportivo-recreativa tradicional y puede considerarse un arte de pesca mixto por las características del equipo, ya que puede utilizarse en forma de lance o arrastre y se realiza tanto en aguas con poca profundidad, como en aguas tan profundas que es necesario hacer uso de una embarcación.

La pesca con mosca o *fly fishing*, la cual requiere señuelos sintéticos, fabricados con plumas o pelos de animales a los que se les denomina mosca, se puede practicar en cualquier época del año, ya sea desde la playa o sobre lanchas de 18 a 23 pies, modificadas para navegar en bajos.

La pesca de fondo o *trolling* es catalogada como pesca mayor, porque se desarrolla en mar abierto, donde habitan peces de gran tamaño como el marlín, el pez vela y los atunes. Esta modalidad ha generado la creación de torneos de pesca de mar abierto, los cuales se realizan principalmente de abril a septiembre.

Finalmente, este tipo de pesca no representa una competencia importante para la pesca comercial, ya que en su mayoría es de tipo artesanal y con tasas de extracción muy bajas.

<sup>15</sup> <http://www.sagarpa.gob.mx/sateadeprensa/2012/Pagina/2014B637.aspx#>

En resumen, el potencial pesquero que se persigue alcanzar es el señalado en el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018.

Dicho programa incluye una visión estratégica para el desarrollo pesquero, construyendo un nuevo rostro sustentado en un sector productivo, competitivo, rentable, sustentable y justo, que garantice la seguridad alimentaria del país.

- Productivo, que aumente la productividad de los factores de producción.
- Competitivo, para ingresar, mantener y mejorar su posición en los mercados nacional e internacional, y con capacidad para enfrentar la competencia.
- Rentable, para atraer inversiones en actividades pesqueras que "sean negocio".
- Sustentable, que eleve la producción y la productividad, cuidando el medio ambiente y los recursos naturales.
- Justo, para que los beneficios del desarrollo sean incluyentes.

Seguridad alimentaria, que garantice poner todos los días en las mesas de las familias mexicanas alimentos sanos y nutritivos a precios accesibles, pero al mismo tiempo reducir nuestra dependencia de los mercados externos, a través de mejoras en la productividad.

Amb  
luzes  
mal da

COTEJADO

### *Regiones prioritarias para la pesca*

La zona propuesta para la Reserva de la Biosfera abarca todo el litoral del Estado de Quintana Roo, donde se desarrollan pesquerías de gran importancia socioeconómica para la región. A continuación se describen las características de las zonas prioritarias para la pesca respecto a las principales pesquerías.

- Mero

La pesquería de mero en el Golfo de México y Mar Caribe es una de las más importantes para el desarrollo regional, genera un importante número de empleos para pescadores beneficiando la economía local, y el estatus social en los pobladores.

En Quintana Roo se han identificado tres zonas de pesca de mero. La zona norte que comprende los límites con Yucatán a Punta Petempich, la zona central abarca de Punta Petempich a Punta Herrero y la zona sur de Punta Herrero al Canal de Bacalar-Chico, que define la frontera México-Belice. Los sitios propicios para la pesca se encuentran desde Celestún hasta Contoy, por sus características de zonas de arrecifes.

La flota artesanal de Quintana Roo pesca a lo largo de todo el litoral del estado, de Isla Holbox a Playa del Carmen (incluyendo el norte de Isla Mujeres); de Puerto Morelos a Xcalak (incluyendo las bahías de la Ascensión, Espíritu Santo y la Isla de Cozumel en su zona central), y de Punta Herrero al Canal de Bacalar Chico, que define la frontera con Belice (incluyendo Banco Chinchorro en la zona sur). Las principales zonas de captura se localizan entre 25 y 50 m de profundidad y en el borde de la plataforma continental. En la zona norte los caladeros de pesca desde Isla Holbox hasta Isla Contoy son apreciados (Rodríguez-Martínez, 2007 en INAPESCA, 2014a).

Cabe destacar que en la zona de pesca de mero, se capturan otras especies del grupo de escama marina, como son los pargos, guachinangos, el rubio, la mojarra, el esmedregal, peto, entre otros, las cuales también son importantes para la economía regional, además de que estos productos son destinados a los mercados regionales y representan una fuente de proteína de calidad para el consumo humano.

- Langosta

En aguas mexicanas, su distribución abarca principalmente la costa de la Península de Yucatán (Caribe mexicano y Banco de Campeche), incluyendo sistemas arrecifales como Arrecife Alacranes, Banco Arrowsmith y Banco Chinchorro e islas como Cozumel e Isla Mujeres, Aunque la densidad del recurso es mayor en la costa de Quintana Roo (Ríos-Lara, 2000; Ley-Cooper, 2006 en INAPESCA, 2014b).

### *Zonas de pesca de langosta espinosa (*Panulirus argus*)*

Se han clasificado cuatro zonas en el estado de Quintana Roo.

- Norte (1): Laguna Yalahau, Isla Holbox, Chiquilá y Cabo Catoche. Se encuentra dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y de la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena.
- Noreste (2): La integran Isla Contoy que forma parte del Parque Nacional Isla Contoy (PNIC), Isla Mujeres, Cancún y Banco Arrow Smith, que forman parte del Parque Nacional de Isla Mujeres, y Puerto Morelos, que forma parte del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.

- Centro (3): La costa incluye las Bahías de la Ascensión y Espíritu Santo y Tulum. Esta zona forma parte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Por otra parte está la Isla Cozumel, que forma parte a su vez del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel.
- Sur (4): Se conforma por Banco Chinchorro, el cual forma parte de la Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro (RBBCH). Se pesca en la laguna arrecifal interior del Banco y es parte a su vez del Sistema Arrecifal Mesoamericano., Así también por Xcalak, que forma parte del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak.

### Captura incidental

Aunque las artes y métodos de captura de la langosta son selectivos, existe captura incidental de otras especies con valor comercial como son, meros (*Epinephelus mario*, *Mycteroperca microlepis* y *Mycteroperca bonaci*), pargos (*Lutjanus sp.*) y boquinete (*Lachnolaimus maximus*) y en menor grado, mojarras (*Calamus sp.*), esmedregal (*Rachycentron canadum*) y sargo (*Archosargus probatocephalus*) y también de moluscos como el pulpo (*Octopus maya*).

- Camarón rojo y de roca

Desde finales de los años 60 se ha desarrollado la pesquería del camarón rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis*) y camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*), en la zona Noroeste de Isla Contoy en Quintana Roo, la pesca se lleva a cabo entre 36.6 m y 73.2 m de profundidad (CNP, 2012). Geográficamente está ubicada entre los paralelos 21° 27' y 22° 18' N, y los 86° 34' y 87° 01' W; y se ha estimado que el área apta para el arrastre de las embarcaciones es de aproximadamente 465 km<sup>2</sup> (Porrás et al., 1994 en INAPESCA 2014c).

El fondo marino es de tipo arenoso con grandes macizos de origen coralino, lo que limita a las embarcaciones a operar en las zonas denominadas blanquizales, libres de roca y coral.

La flota camaronera está conformada actualmente por 7 embarcaciones, las cuales inciden en ambas especies. Dichas embarcaciones son especializadas, y presentan características que las hacen poseer una autonomía de 15-35 días en alta mar, lo que les permite cubrir toda la zona de pesca establecida.

Cabe destacar que existe una movilización de flota mayor entre estados, embarcaciones del Golfo de México se trasladan hacia aguas del Caribe para la pesca de camarón, a la vez las embarcaciones con puerto base en Quintana Roo también se desplazan hacia los demás estados del Golfo de México, esta interacción entre flotas es muy común para esta región.

- Pulpo

En la península de Yucatán se realiza la pesca del pulpo, la especie *Octopus maya* se realiza con embarcaciones menores a profundidades de las 0 a 15 brazas (27.43 m), desde Isla Aguada, Campeche hasta Holbox, Quintana Roo (INAPESCA, 2014d).

### Acuacultura

La Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable (LGPAS; DOF, 2014a), define la acuacultura como el conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, pre-engorda y engorda de especies de la

fauna y flora realizadas en instalaciones ubicadas en aguas dulces, marinas o salobres, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa.

La acuicultura es una de las actividades con mayor potencial y desarrollo en los últimos años en México, actividad que genera beneficios sociales y económicos, y que representan una fuente de alimentación para la población con un elevado valor nutricional y costos accesibles (Norzagaray *et al*, 2012).

Es importante resaltar que la acuicultura debe estar sujeta a una estrictos controles ambientales, de forma que su desarrollo, fomento y promoción en diversas regiones del país, no genere impactos negativos sobre los ecosistemas y a las condiciones socioeconómicas (HLPE, 2014).

En virtud de lo anterior, y de que la sanidad y la inocuidad acuícola son prioritarias para México como estrategias para aumentar la disponibilidad de productos alimenticios, tanto para la comercialización interna como para la exportación, se considera necesario que el productor interactúe con instituciones de investigación dedicadas a generar información relevante sobre estos asuntos (DOF, 2013b).

Algunas universidades públicas y Centros que dependen del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), desarrollan programas de investigación acuícolas. En general, estos programas están enfocados a la investigación para el desarrollo y mejoramiento de tecnología del cultivo de organismos acuáticos con el objetivo de impulsar la producción de especies, con alto valor nutritivo, a precios accesibles. Además el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) se encarga de impartir talleres sobre buenas prácticas de producción acuícola, ejemplo de ello es el "Taller sobre buenas prácticas de producción acuícola aplicadas al cultivo de tilapia" donde los productores reciben información sobre técnicas de cultivo (INAPESCA, 2014), y en el que tienen acceso a varias publicaciones y manuales sobre cultivo.

La Carta Nacional Acuícola (DOF, 2013b), provee información importante a los productores sobre características biológicas, de cultivo, alimentación, sanidad, manejo acuícola, mercado y normatividad aplicables a las especies utilizadas en la acuicultura en México.

#### Acuicultura en el Caribe Mexicano

Las granjas acuícolas en el estado de Quintana Roo son principalmente proyectos de apoyo gubernamental para mejorar las condiciones de abastecimiento de proteína animal en sitios que tienen poco contacto con la costa del mismo Estado, así como para activar economías en sectores menos favorecidos (CODISSA, 2008).

La acuicultura en el estado, se inició en Calderitas entre 1970 y 1980, con el cultivo del camarón *Penaeus* sp.; el cultivo del ostión *Cassostrea* sp. en la Laguna Milagros y la Bahía de la Ascensión, de ostión japonés *Crassostrea gigas* en Río Huach, de cultivo de peces ornamentales (nativos y exóticos), de langostino nativo *Procambarus* sp. en la laguna Huay-Pix. En 1977 se creó el Centro de Acuicultura de Puerto Morelos, con el objeto de evaluar la factibilidad de cultivar peces arrecifales, caracol rosado *Strombus gigas*, tortugas marinas y langostas. Entre 1982 y 1986 inició el cultivo del caracol rosado *S. gigas*, penéidos nativos *Peneaus brasiliensis* y *P. duorarum* (Caro, 1997).

La acuicultura rural ha constituido la principal actividad acuícola en Quintana Roo implementada por el gobierno federal. En 1982, se creó la Unidad Piscícola de Noh-Bec, en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, con el objetivo de iniciar y fomentar la piscicultura de la tilapia *Oreochromis sp.* También, destaca el Centro para el Desarrollo Tecnológico del Cultivo de Huachinango y Ostra Perlera del Caribe, en la Isla de Cozumel, por ser el primer maricultivo de este tipo a nivel nacional y por ser de la iniciativa privada (Caro, 1997).

Actualmente los cultivos están concentrados casi al 100% a la producción de la tilapia, pez de rápido crecimiento y de fácil adaptación. En el municipio de Isla Mujeres (en la parte continental), se llevan a cabo encierros marinos para la engorda de juveniles de langosta espinosa (COD/SSA, 2008) y de acuerdo con la Carta Nacional Acuícola, existen avances en el cultivo de caracol rosado (DOF, 2013b).

#### Langosta espinosa (*Panulirus argus*)

De acuerdo con los criterios que se evalúan para que una especie sea susceptible de cultivarse, la langosta espinosa no resulta la mejor alternativa. Sin embargo, ha crecido el interés por su cultivo en lugares en donde su demanda es importante, y de acuerdo a los avances que se han logrado en el cultivo de larvas, y el estudio de otros aspectos de la especie, al parecer su cultivo sí es viable a escala comercial (Ramírez-Estévez, 2005).

En el estado de Quintana Roo, la pesquería de la langosta espinosa ocupa el tercer lugar. Actualmente este recurso muestra una reducción aproximada del 30%, como resultado de su excesiva captura. Así mismo en la zona centro de la plataforma de Quintana Roo, particularmente en las Bahías de la Ascensión y Espíritu Santo, se realiza la captura sobre organismos preadultos, que no afecta el stock reproductivo localizado fuera del arrecife, presentando una buena producción, lo que parece indicar que el semicultivo de juveniles de langosta, hasta alcanzar tallas comerciales es factible de implementarse una vez desarrollada y dominada la biotecnología (Ramírez-Estévez, 2005).

El cultivo o semicultivo de langosta espinosa está considerado dentro del ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para la langosta espinosa (*Panulirus argus*) de la Península de Yucatán, en el cual establece que es necesario implementar actividades como la acuicultura para reducir la presión de las capturas silvestres y aumentar la producción. En este sentido, existen estudios que promueven el uso de jaulas flotantes para la cría de langostas, así como el cultivo en estanques (DOF, 2014c).

#### Caracol Rosado (*Strombus gigas*)

Las características biológicas de esta especie le dan un alto potencial para desarrollar su cultivo. Las metodologías para el cultivo larvario y las primeras etapas juveniles, se comenzaron a desarrollar a finales de 1970 e inicios de 1990. A partir del 2013, el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) en Puerto Morelos, Quintana Roo, desarrolló la tecnología experimental para la engorda de juveniles hasta alcanzar la talla comercial, tomando en cuenta las condiciones ambientales y la infraestructura presente en la región para el cultivo de caracol rosado. Asimismo, se diseñó un arte de cultivo para engorda de los juveniles (DOF, 2012b).



*Estudios de acuacultura en el Caribe mexicano*

- Caro (2005), se realizó la prospección de Quintana Roo evaluando cuerpos de agua costeros y epicontinentales. Para elegir las áreas con vocación acuícola. Entre las especies de la zona propicias para el cultivo se tienen: *Penaeus duorarum*, *Callinectes sapidus*, *Macrobrachium acanthurus*, *Centropomus* sp., *Lutjanus* sp. y *Trachinotus* sp., y *Oreochromis mossambicus*, en aguas salobres y marinas. Para agua dulce, *Cichlasoma* spp., *Rana* spp., *Poecilia* spp. y *Oreochromis* spp. Se recomiendan los ejidos Laguna Om, Buenavista, las áreas ribera el río Hondo, Chiquilá, X'calak-Mahahual y Pto. Morelos-Chackmuchuc como sitios piloto para la acuacultura en Quintana Roo.
- Ramírez-Estévez (2005), elaboró un proyecto de semicultivo experimental de juveniles de langosta espinosa *Panulirus argus* hasta alcanzar la talla comercial en Isla Mujeres, Quintana Roo.
- Rodríguez-Serna *et al.* (2012), realizaron un trabajo para desarrollar el cultivo de *Isostichopus badiionotus* y *Holothuria floridana*, especies que se distribuyen en el Golfo de México y el Caribe Mexicano. Observaron una alta sensibilidad al manejo de los organismos y señalaron la dificultad para la selección del sexo.
- Martínez (2013), realizó una revisión de la acuacultura en el sur de Quintana Roo, para generar un modelo de gestión para su desarrollo. Encontró que dentro de los municipios de Othón P. Blanco y Bacalar, existe una falta de planeación estratégica, sin embargo propone a la actividad como un campo de oportunidad económica y cuyo desarrollo es compatible con la conservación de los recursos naturales y el cuidado del ambiente.

Secretaría de  
Economía y Recur-  
sos Comis**Agricultura y Ganadería**

En el área que se propone como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, se desarrolla actividad agrícola en baja escala, principalmente de temporal en el municipio de Lázaro Cárdenas, ello porque los suelos de Quintana Roo tienen características físicas y químicas que los hacen poco aptos para la agricultura.

De acuerdo con información de INEGI<sup>16</sup>, en 2011 el estado de Quintana Roo destinó 2.7% de su superficie continental a la actividad agrícola, del total el 58.8% corresponde a cultivo de maíz de grano amarillo, y el resto corresponde a cultivos como caña de azúcar, frijol, naranja, chile jalapeño, sorgo, plátano, limón, sandía y papaya. Cabe resaltar que la actividad agrícola se practica principalmente en el área sur y centro oriental del Estado, a su vez, destaca que el 95% de la superficie cultivada es de temporal.

Las comunidades rurales de Quintana Roo, especialmente las de la zona maya, practican la roza-tumba-quema como principal técnica de producción agrícola, e caracterizada por un periodo corto de cultivo (uno a tres años), alternando con un periodo largo de descanso. Esta técnica es empleada para cultivos como: frijol, calabaza, otras verduras e incluso árboles frutales y maderables. En su mayoría se realiza a

<sup>16</sup> <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/>

escala doméstica para fines de subsistencia, y en menor medida para intercambio económico local y regional (Schmook, 2011).

En lo que se refiere a la ganadería, tampoco se desarrolla de manera significativa en el área propuesta, pues únicamente se lleva a cabo, de forma extensiva, en una porción continental del polígono propuesto.

Cabe señalar que de acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera<sup>17</sup>, el estado de Quintana Roo participó en 2011 con el 0.3% de la producción de carne de canal de bovino, 0.4% de porcino, 0.5% de ovino, 0.2% de aves y 0.7% de guajolote. Para los municipios del estado de Quintana Roo, considerados dentro de la propuesta, estos datos se resumen en la tabla 18.

**Tabla 21. Participación en la producción pecuaria estatal para los municipios del estado de Quintana Roo considerados en la propuesta. 2011.**

Municipio/Producto	Bovino (porcentaje)	Porcino (porcentaje)	Ovino (porcentaje)	Gallinácea (porcentaje)	Guajolote (porcentaje)
QUINTANA ROO*	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Isla Mujeres	0.4	0.9	2.2	0.6	0.4
Benito Juárez	0.5	7.1	4.5	1.9	1.3
Lázaro Cárdenas	5.6	47.6	5.2	1.2	0.8

Fuente: SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.  
Elaboró: CONANP. Dirección de Representatividad y Creación de Nuevas Áreas Naturales Protegidas.  
\* El 100% que se toma como base, corresponde a la producción total de estado de Quintana Roo.

Ahora bien, la actividad ganadera en las localidades rurales del área objeto de estudio es, en términos generales, de tipo extensiva, producida en unidades familiares y con propósito de autoconsumo, aunque también existe intercambio a nivel local y regional.

#### *Aprovechamientos forestales*

En cuanto a la actividad forestal, aunque a nivel nacional Quintana Roo es el principal productor de maderas preciosas y chicle. Es importante para la producción de maderas tropicales (duras y blandas), palma y miel. También produce carbón y madera rolliza para construcciones rústicas, y en menor escala se extraen bejucos, frutas y vainilla, entre otras especies de plantas silvestres con valor alimenticio y medicinal.

En la mayoría de los ejidos forestales se aprovechan especies maderables, las que son destinadas a la elaboración de muebles, pisos, triplay, plywood, artesanías y construcción, con individuos de mayor diámetro, y madera rolliza para construcciones rústicas como postes, vigas y pilotes (Forster *et al.*, 2011).

La producción de carbón se realiza en forma individual o familiar y se concentra en el municipio de Lázaro Cárdenas, utilizando diversas especies forestales, independientemente del diámetro de su tronco.

<sup>17</sup> <http://www.siap.gob.mx/>

La extracción de chicle constituye una fuente de ingresos para muchas familias; se estima que existe producción chiclera en aproximadamente veinte ejidos en el Estado de Quintana Roo.

El árbol del chicozapote, de cuya corteza se extrae el chicle, es el árbol más abundante de la selva quintanarroense, por lo que existe potencial productivo para su extracción. Sin embargo, este tipo de recurso forestal se aprovecha particularmente en la zona sur del estado de Quintana Roo.

Las palmeras son un grupo de plantas caracterizado por grandes hojas de fácil manejo, tallos rectos y flexibles, semillas grandes con buen contenido nutricional, brotes comestibles y grandes conjuntos de flores (Balick y Beck, 1990). En general son aprovechadas como plantas de ornato y como material para la construcción. No obstante, los tallos, las hojas e inclusive los individuos completos son extraídos del medio silvestre de manera no regulada lo que ha provocado una disminución en las poblaciones silvestres.

Las palmas chiit, el nak'ax, el tasiste y los guanos son las especies más utilizadas en la construcción de casas, cocinas, baños y cercas. Además, se emplean para la edificación y decoración de palapas y restaurantes, así como para la elaboración de tarimas para trampas para langosta. La extracción del recurso se realiza por ejidatarios o avecindados de comunidades rurales, quienes trabajan solos o en pequeños grupos (Calvo, 2011).

Es necesario mencionar que algunas especies de palmas tienen ciclos de vida de hasta cien años (Pulido y Caballero, 2011), este es el caso de la palma de guano (*Sabal gretheriae*), la cual es una especie endémica de México que se ha colectado en la región de Chiquilá (Quero, 1992).

#### *Aprovechamiento de vida silvestre*

El aprovechamiento de la fauna silvestre en Quintana Roo, se realiza bajo dos modalidades: la tradicional y la turística.

Las comunidades rurales hacen uso tradicional de la fauna silvestre a través de la cacería, la cual es una actividad complementaria a la agricultura pues se realiza para proteger los cultivos de los animales silvestres (Jorgenson, 1993; Ramírez *et al.*, 2001; Quijano y Calmé, 2002). La cacería también se realiza de manera intencionada cuando las personas se encuentran en el bosque debido a actividades extractivas como la obtención de chicle, madera, hojas de palma, entre otras (González, Schmook y Calmé, 2007). Existe, además, otra categoría de cacería conocida como "la batida", la cual está relacionada con eventos de carácter religioso (Jorgenson, 1993). Por tanto, la cacería se considera una actividad de subsistencia que se realiza de forma ocasional.

El uso turístico de la fauna silvestre se realiza de dos formas: la observación, y la caza y pesca deportiva. Las actividades de observación se desarrollan principalmente cerca de las zonas de mayor auge turístico, es decir, en el centro y norte del Estado de Quintana Roo. Muchas de estas actividades se han iniciado en zonas rurales marginadas, habitadas principalmente por grupos de origen maya. Por otra parte, la caza deportiva es una actividad con gran potencial económico, la cual puede ser aprovechada de manera regulada mediante las Unidades de Manejo Ambiental (Calmé, 2011).

Con relación a la producción de miel, existen la meliponicultura, que consiste en la crianza de abejas nativas sin aguijón (*Melipona beecheii*) (Villanueva y Colli, 1996), y la apicultura, crianza de colonias de abejas europeas con aguijón (*Apis mellifera ligustica*).

La crianza de la abeja *Melipona beecheii* es una actividad de traspatio, la cual es practicada en Quintana Roo por alrededor de 40 comunidades con unos 400 jobones<sup>18</sup> y un promedio de 70 productores. La producción de miel se destina en su mayor parte al autoconsumo y comercialización de pequeñas cantidades entre los pobladores locales (Villanueva y Colli, 2011).

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera<sup>19</sup> (SIAP), en 2011, la producción de miel de apicultura del estado de Quintana Roo fue de 2,268 toneladas, esto equivale al 3.9% de la producción nacional. En el mismo año, los municipios de Benito Juárez y Lázaro Cárdenas aportaron 0.1% y 5.0% del total estatal, respectivamente.

Respecto a la producción de cera en greña, Quintana Roo registró 70 toneladas, es decir, el 3.6% de la producción nacional. De igual forma, los municipios de Benito Juárez y Lázaro Cárdenas colaboraron con 0.2% y 4.8% del total estatal, respectivamente.

#### *Limitación a las Actividades de Exploración y Extracción de Hidrocarburos*

El Artículo 41, Capítulo V de la Ley General de Hidrocarburos establece que el Ejecutivo Federal, a propuesta de la Secretaría de Energía, establecerá Zonas de Salvaguarda en las áreas de reserva en las que el Estado determine prohibir las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos. La incorporación o desincorporación de áreas específicas a las zonas de salvaguarda se establecerá mediante Decreto Presidencial, fundamentado en los dictámenes técnicos respectivos. Respecto a las áreas naturales protegidas no se otorgarán asignaciones ni contratos para la exploración y extracción de hidrocarburos (DOF, 2014).

#### **d) Situación jurídica de la tenencia de la tierra**

En el Estado de Quintana Roo existen 279 núcleos agrarios, todos ejidos. La propiedad social en el estado ocupa dos millones 775,434 hectáreas que equivalen al 62 por ciento de la superficie total del territorio quintanarroense que es de cuatro millones 470,500 hectáreas. (SEDATU, 2015)

La propiedad social en Quintana Roo representa aproximadamente el 0.92% de la propiedad social total de México, la cual está constituida con un total de 29,442 ejidos y 2 343 comunidades que ocupan 100.3 millones de hectáreas del territorio nacional.

<sup>18</sup> Troncos ahuecados destinados para la anidación de la abeja xunan kab (*Melipona beecheii*).

<sup>19</sup> <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario/>

La cobertura de superficie del proyecto RB Caribe Mexicano, tiene una porción territorial de 116,784 hectáreas ubicadas en terrenos ejidales, terrenos nacionales, parcelas y pequeñas propiedades los municipios de Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas y Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo. La porción terrestre apenas representa el 3% del total que se pretende proteger, en contraste con la superficie marina con 5,546,075 hectáreas propuestas.

La propiedad privada involucrada en el proyecto tiene una cobertura de 31,138 hectáreas que representa el 21.88% de 142,270.45 hectáreas que se concentran la totalidad de predios particulares en los tres municipios. El tipo de propiedad privada tiene una proyección del 26% dentro del polígono de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. La modalidad y uso de suelo es diversa y en permanente modificación: habitacional, servicios y en menor medida agrícola.

Tabla 22. Distribución de terrenos de acuerdo al tipo de tenencia.

Tipo de propiedad	Porcentaje dentro del polígono de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta (Porcentaje)	Superficie dentro del polígono de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (hectáreas)
Ejidal	61.6 %	71,930.69
Privada	26.7 %	31,138.56
Pública	7.8 %	9,140.96
Sin clasificar	3.9 %	4,573.79
<b>Superficie total</b>	<b>100 %</b>	<b>116,784</b>

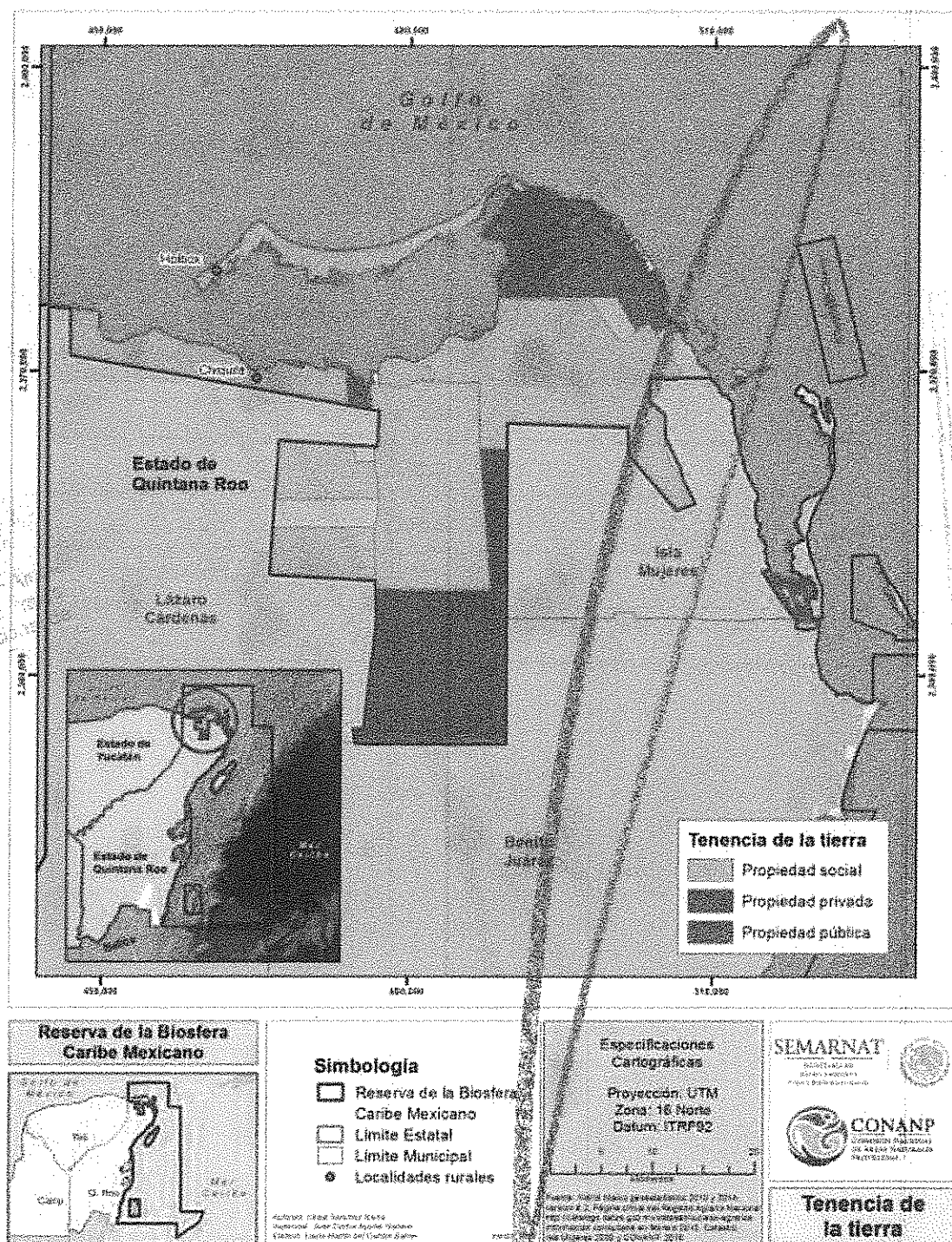


Figura 45. Tenencia de la tierra en la superficie terrestre de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

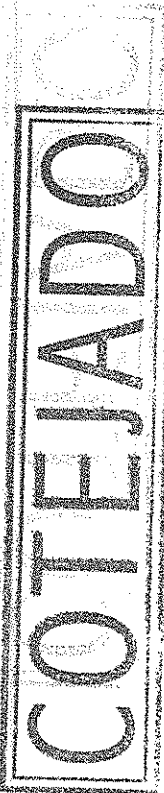


En la Tabla 23 se muestran los ejidos ubicados dentro de la superficie terrestre propuesta para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Tabla 23. Ubicación de ejidos dentro de la superficie terrestre para la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Núcleo agrario	Superficie total (hectáreas)	Superficie del ejido dentro del polígono propuesto para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (hectáreas)
Chiquilá	57,513	18,717
Holbox	5,157	5,157
Isla Mujeres	57,742	26,438
Kantunilkin	77,478	21,619
Superficie total		71,931

COTEJADO



(Página oficial del Registro Agrario Nacional: <http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/nucleosagrarios>).

e) Proyectos de investigación que se hayan realizado o que se pretendan realizar

- Artículo El Contexto de Vulnerabilidad Social y Pescadores Ribereños en la Península de Yucatán. Julio-octubre en el año 2014. En este trabajo se analiza el contexto social y económico en el que se lleva a cabo la pesca ribereña en la Península de Yucatán.
- Estudio Comparación Morfodinámica de la costa noroeste del estado de Quintana Roo, Gabriel Ruiz-Martínez, Instituto Politécnico Nacional, México, Rodolfo Silva-Casarrin, Universidad Nacional Autónoma de México, Autor de correspondencia, Gregorio Posada-Vanegas Universidad Autónoma de Campeche, México. Tecnología y Ciencias del Agua, vol. IV, núm. 3, julio-agosto, 2013. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Morelos, México. Se aplica una metodología para la determinación de los estados morfodinámicos de playas que poseen o carecen de la protección del sistema arrecifal mesoamericano.
- Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, elaborado por SEMARNAT, Instituto de Ecología y el Municipio de Quintana Roo, junio 2013.
- Turismo, globalización y sociedades locales en la Península de Yucatán, México/ Gustavo Marín Guardado, Ana García de Fuentes y Magalí Daltabuit Godás (Coords.)/El Sauzal (Tenerife, España): ACA y PASOS, RTPC / 2012.
- Ecoturismo y desarrollo rural: estudio de impacto socioeconómico de la empresa Ecoturística Xel-Ha en la región noreste del estado de Quintana Roo. Eduardo Morales, 01/01/2012 Base de datos: TESIUNAM.
- Estudio para la Caracterización y Diagnóstico de Humedales en Puerto Morelos CONTRATO NUM. CONANP/DRPYyCM/062, 2011.
- Artículo Parámetro de Crecimiento de Mortalidad y Tasa de Explotación del Pulpo *Octopus maya* en Holbox, Quintana Roo. Diciembre 2010, Aristeo Hernández Sánchez, Alberto de Jesús Navarrete, de la Universidad de Valparaíso Viña del Mar, Chile. La Península de Yucatán sur de México. La pesquería de pulpo de la Península de Yucatán sur de México, se basa en la exportación casi exclusiva de la especie endémica *Octopus maya*, en el estado de Quintana Roo. Dimensión y Distribución de ungulados silvestres en la Reserva ecológica el Edén, Quintana Roo. González-Marín, Rosa María, Salvador; Weber, Manuel. *Acta Zoológica Mexicana*. 2008, Vol. 24 Issue 1, 73-93 pp. 21 pp. 1 Chart, 1 Graph, 2 Maps. Base de datos: Fuente Académica.
- Artículo Recursos Naturales y Ambiente/no. 55 Tiburón Ballena y Bienestar Comunitario en Holbox, Quintana Roo. México, diciembre 2008; Carolina Cepeda Gómez<sup>2</sup>; Isabel Gutiérrez-Montes; Alejandro Imbach; Francisco Alpizar; Nestor Windevoxlhel. El capital potencial de la naturaleza se evidenció mediante el valor de uso del área de avistamiento del tiburón ballena en actividades turísticas.
- Estudio Holbox, antropología de la pesca en una isla de Caribe mexicano, Centro de Investigaciones Científicas, de Yucatán, Gustavo Marín Guardado, Investigación de las actividades turísticas pesquera en Holbox, 2000.
- Participación ciudadana para nuevas políticas públicas: hacia una nueva gobernabilidad local democrática: estudio de caso del Municipio Benito Juárez, Quintana Roo: 2002-2005 /tesis que para obtener el grado de Doctor en Ciencias Políticas y Sociales, presenta Roberto Mellado Hernández.
- Presión turística en el Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, en el estado de Quintana Roo/ tesis que, para obtener el título de Biólogo, presenta Lucero Silvia Juárez Escogido; asesor Sergio Cházaro Olvera, 2002.

- La flora de Isla Mujeres, Quintana Roo, México, Facultad de Ciencias, UNAM, Cabrera, E. F. 1992.
- Algunas guías para el desarrollo de un ecoturismo apropiado a la cultura maya viviente. Ecotourism and Resource Conservation, Faust, B. B., 1989.
- Guía para la elaboración del programa estatal de educación ambiental. Subsecretaría de Ecología. Dir. Gral. de Promoción Ambiental y Participación Comunitaria, En serie de capacitación, Jiménez, J. M., 1989.
- Los arrecifes coralinos del Caribe Noroccidental y Golfo de México en el contexto socioeconómico, Inst. Cien. Mar. y Limnol. UNAM, Chávez, E. A. y E. Hidalgo, 1988.
- Estudios socioeconómicos preliminares de los municipios de Quintana Roo, México. Análisis de la actividad socioeconómica de los municipios de Quintana Roo. Sector Pesquero, César, D. A. y S. M. Arnaiz, 1986.
- Informe Final del Programa de Investigación y Protección sobre Tortuga Marina en el Parque Ecológico de Isla Contoy, estado de Quintana Roo. Temporada mayo-septiembre de 1985. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Delegación Quintana Roo, Durán, J. J. 1985.
- Estudio sedimentológico en el área de Tulum, Cancún, Isla Mujeres, estado de Q. Roo, México. Soc. Geól. Mexicana. Aguayo, C. J., *et al.*, 1980.
- Hydrocarbon pollution studies of underwater sinkholes along Quintana Roo as a function of tourism development in the Mexican Caribbean / Estudios de contaminación por hidrocarburos en cenotes de Quintana Roo relacionada al desarrollo turístico en el Caribe mexicano, Medina-Moreno; A., Jiménez-González; M., Gutiérrez-Rojas; M.A., Lizardi-Jiménez. En: *Revista mexicana de ingeniería química*. 13(2):509-516; México: UAM, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Básicas e Ingeniería.
- Investigación geográfica sobre turismo, globalización y medio ambiente en el Caribe mexicano. Realizado por J. Córdoba y colaboradores en 2003. Chávez-Hidalgo Alejandra, 2009.
- Estudio sobre conectividad de los arrecifes coralinos del Golfo de México y Mar Caribe. Tesis de Maestría de Chávez Hidalgo (2009).
- Importancia de un área natural protegida en el Caribe mexicano en la Conservación y Manejo de una especie amenazada, el caracol rosado *Strombus gigas*. Realizado por el Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Joanne Rebecca Peel, Ricardo Sáenz, Enrique May, Jorge Montero y Dalila Aldana-Aranda.

f) Problemática específica que deba tomarse en cuenta

***Principales aspectos a atender en la porción marina del área propuesta***

**Límite Marítimo México-Belice**

Las definiciones jurídicas de las aguas internas, las aguas costeras, el mar territorial, la zona contigua, la zona económica exclusiva y la plataforma continental territorial son útiles para precisar y ejercer la soberanía sobre los recursos marítimos, en especial por parte de los países que cuentan con amplios litorales como es el caso de México (Von Grafenstein *et al.*, 2006)

Las delimitaciones fronterizas marítimas de México (en el norte y sur del país) continúan pendientes. Desde el año 1882 México y Belice, éste último colonia inglesa llamada Honduras Británicas, negociaron

sus límites fronterizos. Después de seis años de negociaciones entre México y el Reino Unido, se firmó el Tratado Spencer-Mariscal, en el que México cedió a sus derechos de soberanía sobre Belice, mismo que dio lugar al Tratado de Límites firmado el 8 de julio de 1893 con el Reino Unido de la Gran Bretaña e Irlanda, en el que se establecieron los límites nacionales para ambos países.

El 7 de abril de 1897, se firmó la Convención Complementaria del Tratado del 8 de julio de 1893, a fin de asegurar la libre navegación de los buques de la marina mercante en las aguas territoriales de Honduras Británica, en la Bahía de Chetumal. En dicho Tratado de Límites no se estableció Comisión alguna que efectuara el trabajo del trazo de la línea divisoria en mapas fehacientes o que estableciera en el terreno monumentos que señalaran los límites de México y la entonces Honduras Británica.

Para el año 1991 ambas partes convinieron en crear la "Comisión Binacional México-Belice de Límites y Cooperación Fronteriza", celebrada mediante Canje de Notas, el 15 de abril de 1991, la cual se extinguió el 6 de julio de 1993, bajo el mismo procedimiento, al convenir la creación de la Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y Belice.

Hasta el día de hoy el mapa que presenta la Sección Mexicana de la Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y Belice menciona que Línea Divisoria Marítima en la Bahía de Chetumal es ilustrativa por lo que el dato de su longitud (87 km) es estimado (Figura 47; CILA, 2013).

La falta de límites marítimos dificulta el establecimiento de medidas y herramientas para la conservación de zonas marinas en áreas fronterizas. Sin la presencia de límites claros, puede considerarse como guía el límite de la zona económica exclusiva, también denominada mar patrimonial, la cual se extiende desde el límite exterior del mar territorial hasta una distancia de 200 millas marinas (370,4 km) contadas a partir de la línea de base desde la que se mide la anchura de éste (DOF, 1986).

Comisión Nacional  
de Áreas Naturales  
Protegidas

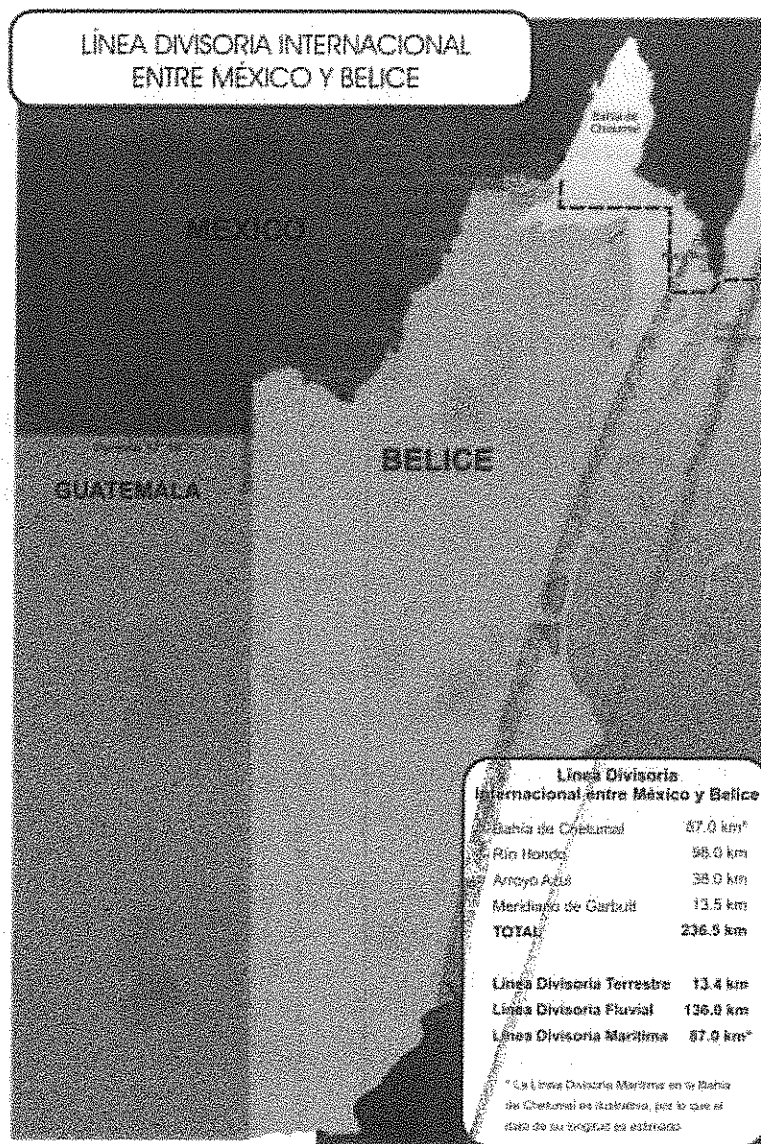


Figura 47. Línea Divisoria Internacional entre México y Belice

Fuente: CILA, 2013.

La presente propuesta de declaratoria contempla una superficie de 5,662,859 hectáreas de ecosistemas marinos y costeros, en las que se desarrollan una serie de actividades relacionadas con el uso y aprovechamiento de la vida silvestre, entre las que se encuentran, las actividades turísticas y la actividad pesquera preponderantemente la de autoconsumo y deportivo-recreativa.

El Caribe está afectado por el blanqueamiento de los corales, fenómeno que tiene lugar cuando estos expulsan a las algas que viven en simbiosis con ellos, debido a condiciones de estrés y que puede tener como resultado la muerte del coral si sucede por un periodo prolongado.



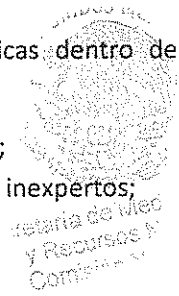
Los recursos marinos cercanos a las costas, en especial los arrecifes de coral, manglares y lechos de pastos marinos, se han degradado por impactos tanto naturales como antropogénicos. El creciente desarrollo urbano y turístico, y el consecuente incremento en la demanda de bienes y servicios, han provocado un aumento de la contaminación costera, la transformación de los hábitats de manglar y la deforestación tierra adentro, lo que ha contribuido a la degradación del medio ambiente en la región.

### Turismo

La porción marina más importante para la realización de actividades turísticas y recreativas dentro de la propuesta, comprende las costas del estado de Quintana Roo, desde Cabo Catoche hasta el límite norte de las Reservas de la Biosfera Sian Ka'an y Arrecifes de Sian Ka'an, en las que pueden disfrutarse aguas de características únicas. Esto favorece que las aguas oligotróficas del Mar Caribe permanezcan claras, lo que en conjunto con la temperatura cálida del agua permite la formación de una de las barreras arrecifales coralinas más importantes del mundo por su cobertura y estructura. Estos arrecifes forman parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano, lo que atrae a una gran cantidad de visitantes. Otro de los atractivos para el desarrollo del turismo es la porción del Sistema Arrecifal Mesoamericano, que abarca la zona propuesta.

Las principales amenazas al ambiente marino, derivadas de las actividades turísticas dentro de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano son:

- Alta concentración de embarcaciones y de turistas en zonas arrecifales someras;
- Ruptura, fragmentación y destrucción de arrecifes por contactos de buceadores inexpertos;
- Extracción de especies de ornato;
- Encallamiento de embarcaciones recreativas, de servicios y privadas;
- Derrames y mal manejo de aceites y gasolina de embarcaciones;
- Contaminación por residuos sólidos (basura y otros).



### **Aspectos a considerar en la porción marina del área propuesta**

#### **Tiburón ballena**

Categoría de riesgo: Amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010; DOF, 2010).

La presencia temporal y distribución en la región del pez más grande del planeta, el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), ha permitido comprender la importancia del fenómeno de surgencia y de las corrientes marinas que determinan la distribución del plancton, así como la presencia de otras especies de gran importancia que dependen de este fenómeno para su alimentación.

Desde 2003, la CONANP ha estudiado el tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la zona noreste del estado de Quintana Roo (desde el norte de Holbox hasta el este de Contoy y noreste de Isla Mujeres), además de coordinar el trabajo de investigadores nacionales y extranjeros sobre el tema.

Algunos estudios contemplan el monitoreo mediante el uso de diferentes técnicas que incluyen sobrevuelos, foto identificación, marcas convencionales, acústicas y satelitales, con el fin de conocer o la distribución, tamaño de las agregaciones, la estructura poblacional; lo que ha permitido determinar la superficie más adecuada para su conservación. Los resultados indican que por cada sobrevuelo en el área, el promedio de tiburones encontrados fue de 67 ejemplares, con un registro máximo de 420 tiburones. Este es mayor número de individuos reportado en un solo día para cualquier sitio en el planeta (De la Parra *et al.*, 2011).

En la zona de la surgencia de Cabo Catoche, el tiburón ballena se alimenta principalmente de copépodos y de huevos de túnidos. Se ha confirmado a nivel mundial que estas zonas contiguas alimentan a la mayor agregación de tiburón ballena estudiada en el mundo (De la Parra *et al.*, 2011).

El tiburón ballena ha cobrado una creciente importancia para el turismo de naturaleza en la región, por lo que es necesario establecer una superficie adecuada y regulaciones eficientes que permitan ordenar esta actividad, ya que se han identificado individuos lesionados por contactos con embarcaciones, principalmente por propelas. Diversos estudios indican que aunque las heridas se curan rápidamente, a menudo se observa pérdida parcial de aletas y grandes cicatrices en la cabeza y superficie dorsal de los individuos afectados (Figura 48) (Taylor, 1994; Norman, 1999; Speed *et al.*, 2008).

#### **Medidas para prevenir la contaminación por buques y algunas otras embarcaciones**

La contaminación marina está definida en la Ley de Navegación y Comercio Marítimos (DOF, 2014b) como "La introducción por el hombre, directa o indirectamente de sustancias o de energía en el medio marino que produzcan o puedan producir efectos nocivos a la vida y recursos marinos, a la salud humana, o la utilización legítima de las vías generales de comunicación por agua en cualquier tipo de actividad, de conformidad con los Tratados Internacionales".

El Artículo 65 de dicho ordenamiento señala que la autoridad marítima inspeccionará y certificará que las embarcaciones y artefactos navales mexicanos cumplan con la legislación nacional y con los tratados internacionales en materia de seguridad en la navegación, de la vida humana en el mar, y de la prevención de la contaminación marina por embarcaciones.

Respecto a la prevención y control de la contaminación marina, el Artículo 76 menciona que de conformidad con lo que establecen los tratados internacionales, se prohíbe derramar hidrocarburos persistentes que se transporten como carga, o que se lleven en los tanques de consumo de las embarcaciones. Asimismo, se prohíbe descargar, derramar, arrojar o cualquier acto equivalente, lastre, escombros, basura, aguas residuales, así como cualquier elemento en cualquier estado de la materia o energía que cause o pueda causar un daño a la vida, ecosistemas y recursos marinos, a la salud humana o a la utilización legítima de las vías navegables y al altamar que rodea a las zonas marinas mexicanas identificadas en la Ley Federal del Mar.

Por otro lado, el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los Buques o MARPOL 73/78 (abreviación de *Marine Pollution*, año de creación y protocolo de 1978), tiene por objeto regular la contaminación originada por los barcos, previniendo todas las formas de ensuciamiento posibles de las

aguas de mar. Fue elaborado por la Organización Marítima Internacional (OMI), organismo especializado de la ONU, e aprobado en 1973, y ratificado por el Senado de la República el día 20 de marzo de 1992, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de octubre de 1997. Este Convenio en principio, se refería a la prevención de la contaminación, sin embargo, la matriz principal de la versión actual, modificada mediante el Protocolo de 1978 y actualizada desde entonces, se refiere a la prevención de la contaminación marina de los buques ocasionada por los desechos generados durante el servicio de estos, por las operaciones de mantenimiento y limpieza (incluidas las aguas residuales y los residuos producidos) y por causas accidentales, tanto durante su navegación como durante su estancia en los puertos. De ahí que a estos residuos se les denomine "residuos MARPOL", de esta manera se busca preservar el ambiente marino mediante la completa eliminación de la contaminación por hidrocarburos y otras sustancias dañinas, así como la minimización de las posibles descargas accidentales. Entró en vigor a nivel internacional el 2 de octubre de 1983. Actualmente 119 países lo han ratificado.

Debido al crecimiento del comercio marítimo internacional se empezaron a celebrar las primeras reuniones y convenios con el propósito de crear una conciencia internacional de protección de los recursos vivos del mar, es así como posteriormente nace la OMI (Organización Marítima Internacional), la cual en materia de contaminación tiene las siguientes funciones:

Promover la reducción de descargas de hidrocarburos.

Minimizar las posibilidades de accidentes marítimos y derrames, y si llegasen a ocurrir, minimizar su magnitud.

Estimular a los países ribereños mejorar su capacidad de respuesta ante las posibles emergencias.

Desarrollar convenios sobre el tema y promover su aplicación.

La mayoría de las embarcaciones petroleras existentes solo tienen "casco único". En estos buques, el petróleo de los tanques de carga solo está separado del agua de mar por una chapa de fondo y de costado. En caso de que la chapa resulte dañada a raíz de un abordaje o de una varada, el contenido de los tanques de carga corre el riesgo de verse en el mar ocasionando contaminación grave. Un medio eficaz de evitarlo es rodear los tanques de carga de una segunda chapa interna, a una distancia suficiente de la chapa externa. Tal concepción de "doble casco" protege los tanques de carga contra los daños y reduce así el riesgo de contaminación.

Para evitar accidentes ocasionados por derrame de petróleo, se adopta el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los Buques (MARPOL 73/78) que exige a todos los buques petroleros con un peso muerto igual o superior a 600 toneladas entregados a partir de julio de 1996, estén contruidos con un doble casco o diseño equivalente. En el caso de los petroleros de casco único con un peso muerto igual o superior a 20,000 toneladas, entregados antes del 6 de julio de 1996, este convenio internacional exige que se ajusten a las normas en materia de doble casco a más tardar cuando las embarcaciones tengan 25 o 30 años de antigüedad, según dispongan o no de tanques de lastre separados. Por tanto será

un requisito indispensable que los buques que naveguen dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, cumplan con esta disposición.

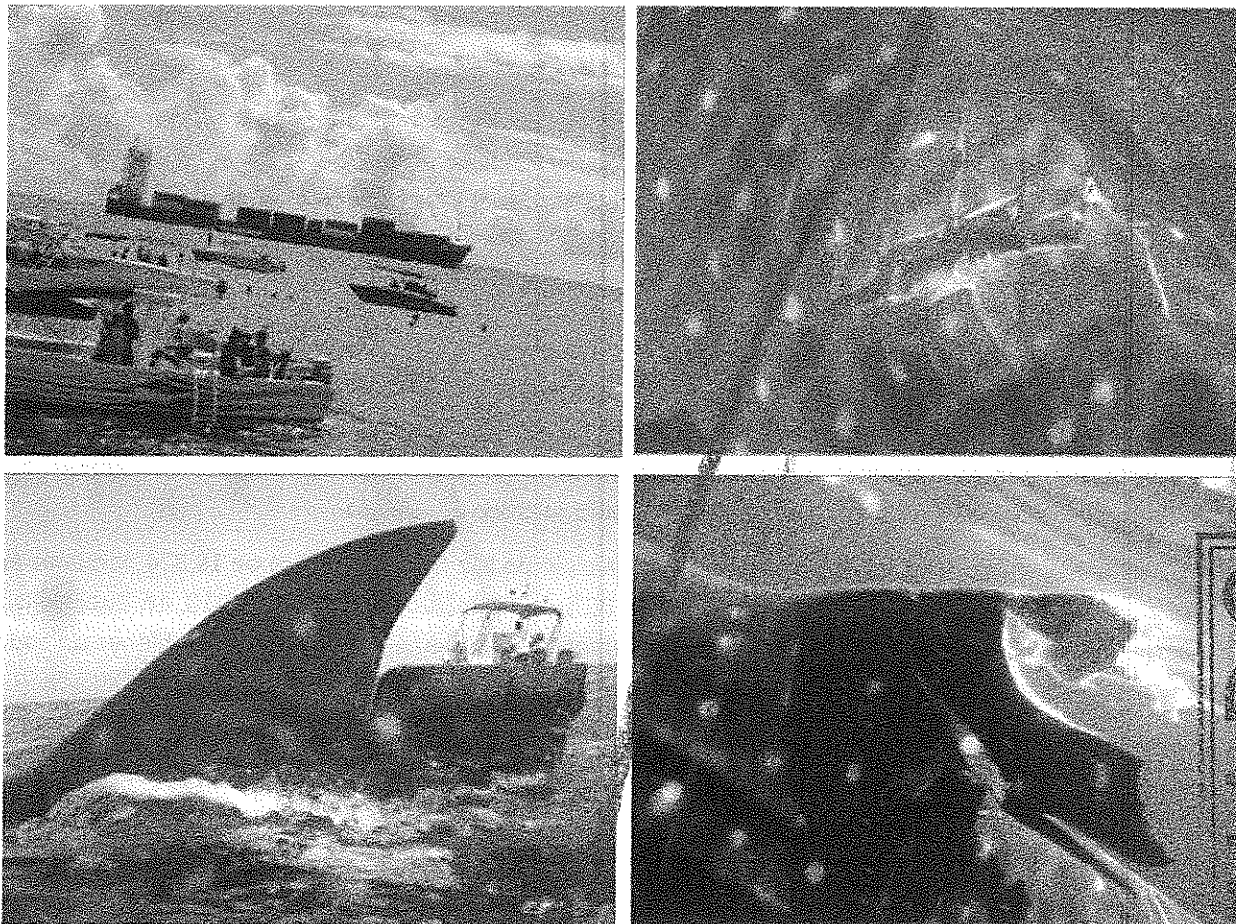


Figura 48. Daños a tiburón ballena, presumiblemente causadas por propelas de embarcaciones.

#### Comercio entre el puerto de Cozumel y los puertos de Calica y Puerto Morelos, 2011.

En 2011, la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT, 2011) reportó entre el puerto de Cozumel y los puertos de Calica y Puerto Morelos 2,494 arribos relacionados con el comercio: 1,064 salidas de Cozumel a Calica (98.7% del total) y Puerto Morelos (1.3% del total), y 1,430 entradas de Calica a Cozumel.

Las salidas de carga desde Cozumel hacia los puertos de Calica y Puerto Morelos representaron 290,452 toneladas (99.8% de la carga proviene de Calica). Por su parte, el total de las entradas de carga en Cozumel provienen de Calica, las cuales fueron 572,550 toneladas.

Así, 42.7% del comercio doméstico entre Cozumel y los puertos de Calica y Puerto Morelos fueron salidas desde Cozumel hacia los puertos mencionados. El 57.3% del comercio restante corresponde a entradas de carga desde Calica hacia el puerto de Cozumel.

### **Problemática del ambiente costero**

La interface agua-tierra es una de las áreas de manejo ecológico más complejas, ya que representa interacciones tanto permanentes como temporales, de derechos de propiedad e interés de diversa índole, teniendo como característica el enfrentamiento entre actividades y acceso a los recursos.

Las principales actividades que generan degradación ambiental en la zona costera que se han identificado en la región son:

**Expansión de asentamientos humanos regulares e irregulares:** Una de las principales amenazas a las que se enfrenta la zona continental de Isla Mujeres, es el cambio de uso de suelo y el fraccionamiento del hábitat que ocurre tanto en el régimen de propiedad privada como social (Merediz, *et al.*, 2006). El área manifiesta una gran presión urbana para la ocupación de la tierra derivada del crecimiento demográfico que ha tenido la ciudad vecina de Cancún, principal polo turístico del Estado.

De acuerdo al Consejo Nacional de Población, el municipio de Isla Mujeres pasará de 18,824 personas en 2014 a 26,091 para el 2025, con un incremento del 38% de su población (COESPO, 2010, en Gob. de Isla Mujeres 2013), por lo que es de esperarse un incremento en la demanda de servicios y bienes de todo tipo, entre ellos los ambientales y en el cambio de uso de suelo para la región.

Respecto a los asentamientos establecidos de manera ilegal, éstos representan un grave problema para el desarrollo urbano planificado, un riesgo para las familias que se establecen en suelos no aptos para tal fin y un riesgo latente para las condiciones ambientales principalmente por la falta de infraestructura para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generan, y que originan una contaminación generalizada al entorno natural.

### **Desarrollo turístico y pesquero:**

Por sus características (espacios abiertos, diversidad de escenarios, cuerpos de agua, riqueza cultural) la región constituye una zona de gran valor para el turismo de aventura y naturaleza, actividades que generan beneficios crecientes para la población.

Las actividades económicas en la zona costera son predominantemente turísticas, con alojamiento de bajo impacto, restaurantes, buceo y servicios de paseos guiados. Respecto a la actividad pesquera principalmente de langosta, escama, pulpo, sardina y camarón; se trata de actividades que compiten con las grandes obras de desarrollo de infraestructura costera.

De acuerdo con el *Millenium Ecosystem Assessment*, el efecto del impacto humano sobre la destrucción de hábitat causará un impacto negativo en la producción de adultos y larvas de especies pesqueras de interés comercial costeras como algunas pelágicas (SEMARNAT-INE, 2008).

**Aspectos a considerar en la porción costera del área propuesta****Tortugas marinas**

Categoría de riesgo: En Peligro de Extinción

Las zonas marinas y costeras del norte de Quintana Roo son utilizadas por cuatro especies de tortugas marinas: la tortuga marina de carey (*Eretmochelys imbricata*), la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la caguama (*Caretta caretta*) y la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) como sitios de reproducción, alimentación, refugio, anidación y migración.

Sin embargo, Xavier *et al.* (2006) y Cuevas *et al.* (2010), han publicado información que revela que varios sitios de anidación se encuentran fuera de las áreas naturales protegidas.

Las poblaciones siguen en riesgo aun cuando las tortugas marinas están bajo la protección de la NOM-162-SEMARNAT-2012, que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación (publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 febrero de 2013) y la 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, 2010).

En la superficie donde se propone la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano existen sitios de anidación de tortugas marinas ubicados en las playas Tulum y X'cacel-X'cacelito. Cabe destacar que para la playa X'cacel- X'cacelito, se reporta el número más importante de anidaciones para las especies de tortuga verde (*Chelonia mydas*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*), concentrando el 65% de las anidaciones en Quintana Roo, representando sólo el 10% del litoral en el Estado (Prezas, 1996). Una de las principales causas de riesgo para las especies que anidan en esta zona es la pérdida de hábitat de anidación ante el aumento de la actividad turística y urbanística, aquí radica la imperante necesidad de proteger las playas y conservar sus características naturales.

Por otra parte, existe un creciente turismo de observación de tortugas verdes (*Chelonia mydas*) y arrecifes de coral principalmente cuerno de alce (*Acropora palmata*) en la Bahía de Akumal y Tulum, mediante el buceo libre o pequeñas embarcaciones. La barrera arrecifal frente a Akumal determina la existencia de una laguna de baja profundidad donde se desarrolla una importante, aunque espacialmente limitada pradera de pastos marinos, que da sustento a la presencia continua de numerosas tortugas marinas. Esto ha generado que un número importante de hoteles y empresas de prestadores de servicios turísticos oferten la actividad de nado con tortugas (Prezas, 1996), lo que hace necesaria una regulación adecuada que permita establecer una zonificación acorde y modalidades que coadyuven a la conservación de las especies y genere beneficios para las actividades turísticas sustentables.

**Aves**

Los humedales de la zona marina y costera de Quintana Roo conforman sitios de reposo, alimentación y reproducción, de importancia para las aves migratorias del Golfo de México y Caribe (Rappole *et al.*, 1983). En la zona se registran más de 142 especies de aves migratorias, 104 de las cuales son residentes invernales y 38 de paso, en su camino hacia el sur (MacKinnon, 2008). Por esta razón, la zona norte del



estado de Quintana Roo es considerada como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), denominada Yum-Balam-AICA SE-42, lo que motiva establecer un área natural protegida en los espacios que aún no cuentan con algún esquema de protección legal.

Las aves en esta región representan el 30% de la población total de las aves que migran hacia el sur desde los EEUU y Canadá, millones se quedan en el Estado durante el invierno mientras que otras siguen su viaje a Centro y Sur América, recorriendo la misma ruta de regreso a su hábitat original en la primavera. Estas aves se pueden quedar en la zona hasta una semana, recuperándose antes de emprender el vuelo y siguiendo su ruta hacia el sur o dispersarse en los diferentes hábitats de la región para pasar el invierno. La vegetación de la duna costera, en particular la de Isla Holbox, representa así mismo parte del hábitat de gran variedad de aves, por lo que es necesario establecer una regulación adecuada y una zonificación acorde, así como modalidades que permitan la conservación de las especies y genere beneficios para las actividades turísticas sustentables.

#### **Otras especies**

Dentro del área propuesta como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano se han identificado hábitats y espacios vitales dentro de la zona costera, para la conservación y recuperación de especies prioritarias, entre las que se encuentra el manatí del Caribe (*Trichechus manatus*) considerado en Peligro de Extinción (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, 2010; cuyos registros han disminuido considerablemente en la zona (Arriaga y Contreras, 1993; Campbell y Gicca, 1978; Colmenero y Hoz, 1986; Morales y Olivera, 1997; Morales-Vela *et al.*, 2000; Ortega-Argueta, 1999, en SEMARNAT/CONANP, 2010).

En la zona costera con gran desarrollo turístico, las actividades humanas recreativas como el buceo autónomo o el uso de lanchas, se llevan a cabo dentro del hábitat del manatí del Caribe. La construcción de marinas y muelles en zonas de manglares altera y destruye sus áreas de reproducción como son las pequeñas bahías y caletas.

Dentro de otros factores antropogénicos que pueden perturbar el hábitat de esta especie, se encuentran la captura de manera incidental durante las actividades de pesca, que puede ocasionarles la muerte; además de las lesiones y/o muertes ocasionadas por impactos de propelas de motores fuera de borda de embarcaciones que circulan dentro de sus áreas de distribución (SEMARNAT, 2001).

Por ello es necesario establecer un régimen de protección en sus principales zonas de distribución en especial humedales en la franja costera de la Península de Yucatán, y hábitats lacustres, que comparte con el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*), considerado bajo Protección Especial (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, 2010), entre otras.

#### **Problemática de la porción terrestre**

La porción terrestre comprende una superficie de 116,784 hectáreas, constituidas por selvas cálidas húmedas, planicies y lomeríos de la Península de Yucatán.

La principal actividad que genera degradación ambiental en la porción terrestre es la expansión de la ganadería y agricultura. Existe una tendencia local al cambio de uso de suelo hacia la superficie de labor con una expansión en los últimos 16 años del 46.7%. INEGI (2007) estimó que en 1999 este cambio se debió principalmente a la producción de pastos para alimentación ganadera, lo que ha generado la degradación y el desplazamiento de especies de la vida silvestre, impactando principalmente al jaguar (*Panthera onca*), así como a otros felinos que habitan la región.

Esta pérdida de hábitats ocasiona la reducción de las poblaciones de vida silvestre, lo que hace necesario establecer una regulación que permita detener la expansión de la frontera agropecuaria así como definir espacios adecuados para la realización de actividades socioeconómicas así como la conservación y aprovechamiento sustentable del medio ambiente.

Por otra parte, el desarrollo de asentamientos humanos sin servicios de drenaje ni recolección de residuos (más del 75% de la población en la costa de Q. Roo carece del servicio), así como la existencia de tiraderos a cielo abierto a lo largo de la zona costera, generan problemas de contaminación y eutroficación de las aguas costeras, esto, debido a que el sustrato es cástico y no hay prácticamente suelos que favorezcan procesos naturales de filtración; por ello, toda sustancia disuelta que cae al sistema freático eventualmente saldrá al litoral marino (SEMARNAT-INE, 2008).

El valor ambiental y el potencial turístico de zona propuesta para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Caribe mexicano, requieren de una regulación efectiva que permita disminuir las presiones ambientales.

Si bien es cierto que los retos que plantea la conservación de la biodiversidad en México no pueden ser separados de los desafíos que imponen las complejas problemáticas de índole social y económica, es importante articular los instrumentos legales con los que se cuenta, para procurar la conservación y aprovechamiento sustentable del capital natural de la zona del Caribe Mexicano. Uno de estos instrumentos es precisamente la declaratoria de área natural protegida a través del establecimiento de la presente declaratoria propuesta.

Se busca que las acciones específicas establecidas para la protección del ambiente, que en dicho Decreto quedarán establecidas, generarán una red de beneficios derivada del uso sustentable de la naturaleza.

El Decreto de área natural protegida generará una estructura formal que permitirá conservar los ecosistemas marinos-costeros y potencializar las actividades económicas, culturales y recreativas que se realicen en la zona, a partir del establecimiento de reglas para el uso, acceso, y aprovechamiento de los recursos naturales, ya que:

1. Es un instrumento específico para los objetos de conservación y aprovechamiento sustentable.
2. Establece una categoría de manejo acorde con los objetivos establecidos, las características del ecosistema y el contexto socioeconómico.
3. Delimita formalmente el territorio para la aplicación de la regulación, homogenizando la política de protección.

4. Zonifica el territorio del ANP en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural, y usos actuales y potenciales en concordancia con los objetivos dispuestos en la declaratoria.
5. Faculta a la autoridad para la elaboración y aplicación de un "Programa de Manejo" (PM) del área, en el que se establecerán acciones específicas que permitirán el mantenimiento del ecosistema y sus recursos, en estado saludable.

A partir de la estructura regulatoria que será establecida en el Decreto del área protegida, conforme a los principios de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), será posible ejecutar políticas de conservación y medidas para el manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales en la zona. Con ello será factible la preservación de las interacciones biofísicas existentes en el área, así como la promoción de procesos de conocimiento y cultura que permitan aplicar esquemas de manejo sustentables efectivos. Ello permitirá alcanzar con éxito las metas de conservación del área natural protegida en un contexto innovador, con una visión global, pragmática y humanista, compatible con la protección, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración del patrimonio natural del país. Además, será posible contar con elementos para enfrentar escenarios futuros, de tal forma que se fortalezca la conservación del sitio para amplificar el beneficio colectivo.

Cabe resaltar que las áreas protegidas son un instrumento efectivo para la conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, los ecosistemas y la biosfera. Estas áreas actúan como refugios para las especies, ya que son zonas en donde se preservan los procesos naturales, son un espacio para la evolución natural y la restauración ecológica a futuro, y son fundamentales para la adaptación y mitigación del cambio climático. Además, protegen fuentes de servicios ecosistémicos al tiempo que fortalecen al sector primario mediante la aplicación de sistemas de apoyo, conservando tanto las características productivas, como las ecológicas, extienden las oportunidades de recreo en áreas silvestres, y producen beneficios intangibles colectivos cada vez más reconocidos y valorados, maximizando el bienestar social de la región y del país.

La categoría de Reserva de la Biosfera, como lo establece el artículo 48 de la LGEEPA, permite atender la problemática expuesta, ya que su estructura permite realizar actividades productivas a las comunidades que habitan en el entorno del ANP al momento de la expedición de la declaratoria, tales como: la pesca, la agricultura, la ganadería, el aprovechamiento forestal, orientándolas hacia esquemas de sustentabilidad congruentes con la protección del patrimonio natural de la zona, asegurando en el largo plazo la conservación y mejoramiento del área y garantizando mejores condiciones de vida para sus habitantes.

#### **f.1.) Vulnerabilidad al cambio climático**

La región de América Latina y el Caribe (ALC) es sumamente vulnerable a los efectos adversos del cambio climático. Según los informes más recientes de diagnóstico del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), en la región se han observado modificaciones importantes en las

precipitaciones y aumento en la temperatura. Más aún, para finales de este siglo, el conjunto de modelos climáticos ha proyectado para la región una media de calentamiento de 1°C a 4°C y de 2°C a 6 °C en sus escenarios optimista y pesimista, respectivamente (BID, 2010).

Los desastres relacionados con el clima –tormentas, inundaciones, sequías, deslizamientos de tierra, temperaturas extremas e incendios forestales— ya han causado grandes daños y un elevado costo económico a la región. Aunque la incertidumbre es todavía sustancial, en los modelos climáticos se prevé que, en las próximas décadas, fenómenos meteorológicos más intensos y frecuentes, afectarán seriamente el medio ambiente de la región, lo cual repercutirá negativamente en la vida y medios de vida de millones de personas. Es probable que el aumento de la vulnerabilidad al cambio climático produzca efectos adversos en la seguridad alimentaria y los rendimientos agrícolas; cambios en la calidad y cantidad de los recursos hídricos; disminución del suministro de energía; daños en zonas costeras; deterioro de arrecifes de coral, y los servicios asociados a estos ecosistemas; daños a la infraestructura de desarrollo; pérdida de biodiversidad y de los servicios asociados a los ecosistemas como resultado de la pérdida de bosques y del incremento en el número de desastres relacionados con el cambio climático y de la pérdida de infraestructura en las áreas urbanas (BID, 2010).

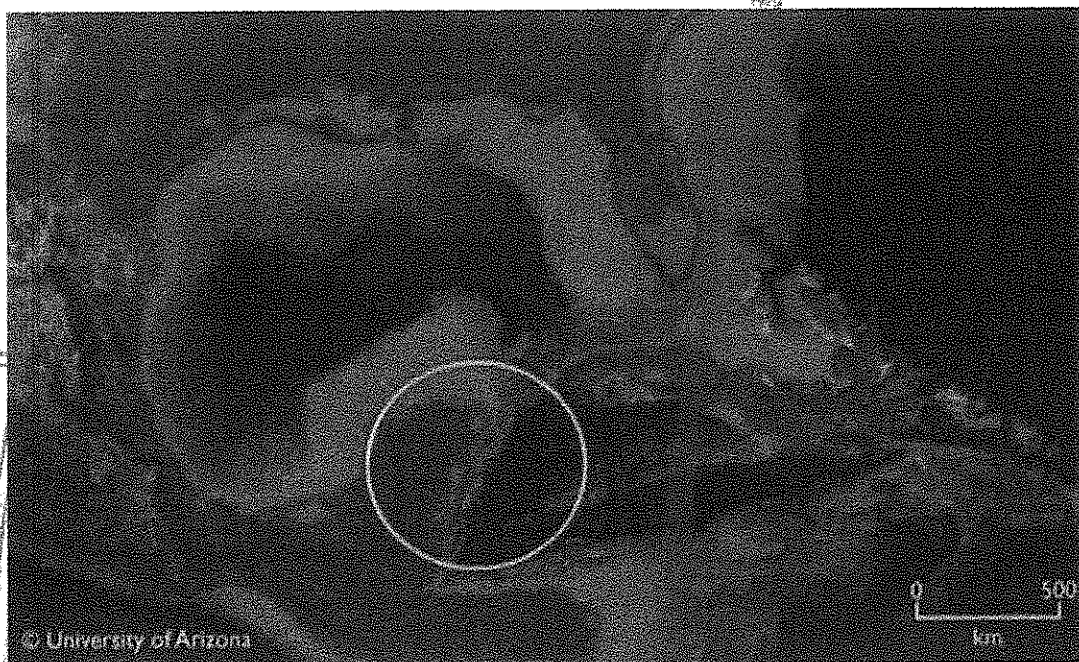
Igualmente, los sistemas arrecifales, pastos marinos, estuarios, y ecosistemas costeros van a ser sujetos de una reducción en superficie y en salud ambiental como resultado del cambio climático, especialmente con el incremento de la temperatura, su estacionalidad y la acidificación del océano. Estos ecosistemas costeros críticos para la sustentabilidad pesquera también son hogar de aves migratorias y residentes, reptiles, y mamíferos, además de ser sustento de una increíble biodiversidad y biomasa de esponjas, cangrejos, tunicados y otros invertebrados marinos. Los manglares y arrecifes poseen servicios ambientales esenciales para la pesca. Los manglares absorben nutrientes y sedimentos aportados por la escorrentía terrestre hacia la costa, y ofrecen una barrera de protección al oleaje, la erosión, las tormentas, inundaciones y huracanes.

De acuerdo con el estudio realizado por el *World Resources Institute* (WRI), para identificar el grado de amenaza de los arrecifes coralinos en el mundo, en México cerca del 39% de estos se encuentra en alguna condición de riesgo. Los arrecifes cercanos a los centros turísticos más importantes de Quintana Roo (especialmente los de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc) son algunos de los más amenazados; con grado medio de amenaza están los arrecifes de la costa occidental de Cozumel, del sur de Quintana Roo y los cercanos a Xcalak.

El aumento en la temperatura superficial, dependiendo de su prevalencia estacional, causará enfermedad y muerte en ecosistemas arrecifales. Los episodios de blanqueamiento del coral en el Caribe han resultado en mortalidad parcial del arrecife (SEMARNAT-INE, 2008).

La Comisión Económica para América Latina (CEPAL) estima que en América Latina entre 1970 y 2008, las contingencias ambientales han representado a la región un costo de US \$81.4 mil millones (CEPAL, 2009 en BID 2010). Los impactos económicos directos e indirectos estimados por la CEPAL para el huracán Wilma que azotó esta región en 2005, ascendió a \$18,258 millones de pesos (Zapata, 2006).

Las simulaciones bajo escenarios de cambio climático, muestran que ante un incremento en el nivel del mar, la Península de Yucatán se vería gravemente afectada por inundaciones, en particular las islas de barrera del norte de Quintana Roo (Figura 49).



Fuente: ARIZONA.EDU

**Figura 49. Zonas vulnerables a inundación ante un incremento del nivel del mar. En color rojo, zonas con mayor probabilidad de inundación.**

Lo anterior hace sentido cuando observamos las imágenes de elevación del terreno (zona de Holbox, Chiquilá y Cabo Catoche) (Figura 50), en las que se aprecia la fragilidad de ecosistemas conocidos como humedales (manglares, esteros, sabanas, que dependen de estos niveles de inundación para su existencia).

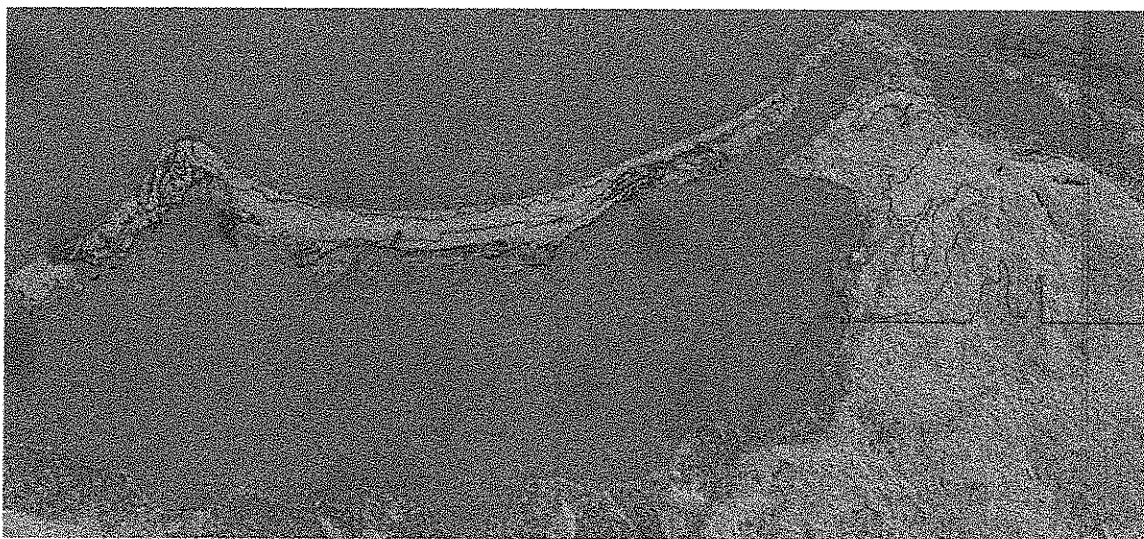


Figura 50. Mapa de elevación del territorio, Holbox, Chiquilá y Cabo Catoche.

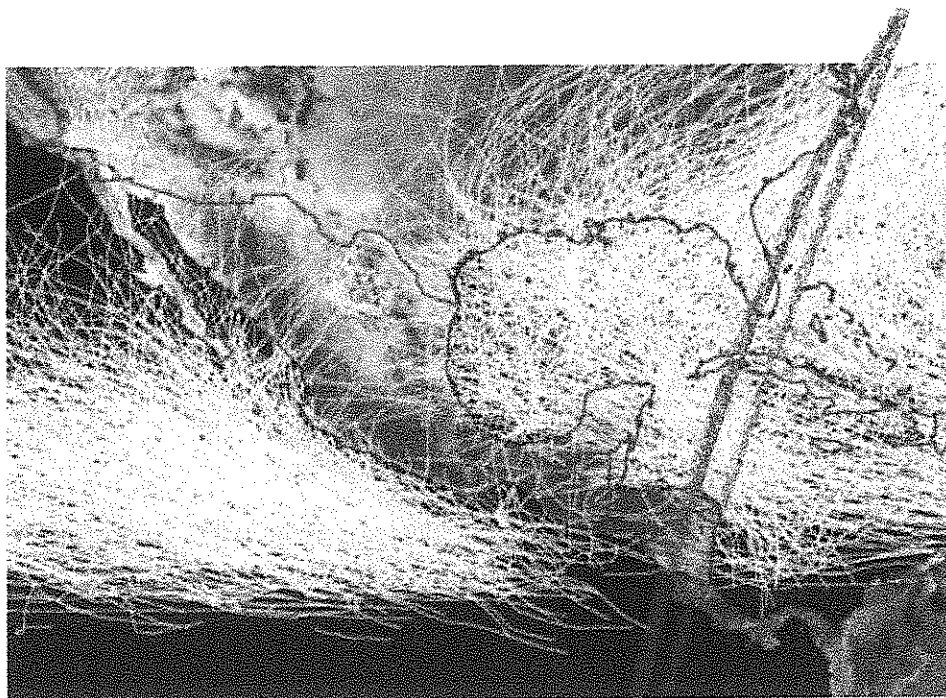
### Huracanes

La presencia de fenómenos meteorológicos como los huracanes representa un factor de riesgo de gran envergadura para la región. De acuerdo con la Figura 51, la zona norte de Quintana Roo es posiblemente la que mantiene la mayor frecuencia de impactos de huracanes en México, cuyos efectos se esperan cada vez sean más devastadores (BID, 2010).

El incremento en temperatura elevará la intensidad de los ciclones tropicales y acortará los periodos de calma. Los impactos incluyen erosión por actividad del oleaje, decremento de radiación solar en el mar por el aumento de la turbidez. A su vez, el incremento en intensidad y frecuencia de tormentas tropicales tiene el potencial de dañar bosques de manglar costero y otros humedales causando mortalidad de árboles, defoliación, estrés, toxicidad, y modificación del sedimento por deposición, erosión y compresión (SEMARNAT-INE, 2008).

Históricamente, la zona donde se ubica la propuesta ha sido propensa a recibir impactos de diversas tormentas y huracanes. En años pasados éstos han afectado severamente las comunidades vegetales del área, dejando grandes extensiones de vegetación muerta y seca, produciendo el combustible ideal para incendios forestales, fenómenos que también han sido recurrentes en el área (Merediz, *et al.*, 2006). Las tormentas y huracanes afectan a todos los ecosistemas, provocan inundaciones, intrusión salina, defoliación de la vegetación y migración de fauna silvestre, así como alta mortandad de crías y juveniles.





**Figura 51. Histórico de trayectorias de huracanes desde 1851 al 2006.**

Fuente: El impacto del Cambio Climático en la biodiversidad del Sureste de México: Una estimación preliminar.

Algunas fotografías aéreas e imágenes de satélite de los efectos del huracán Wilma del año 2005 reflejan el alto riesgo de la instalación de infraestructura en particular en las islas de barrera y cayos de la costa norte de Quintana Roo (Figura 52).

Ante este panorama, cabe resaltar que estas islas de barrera como Holbox e Isla Blanca, son sistemas dinámicos que responden a cambios del nivel del mar y a los cambios en cuanto a disponibilidad de sedimentos. Un paulatino aumento del nivel del mar se relaciona con la formación de las islas de barrera y éstas pueden migrar conforme a la disponibilidad de sedimentos y corrientes marinas (Figura 53 y Figura 54). Si el nivel del mar aumenta rápidamente la barrera preexistente se inunda y se da lugar a una plataforma poco profunda. Una rápida disminución del nivel del mar causa la erosión de la barrera como sucede actualmente en estas zonas.

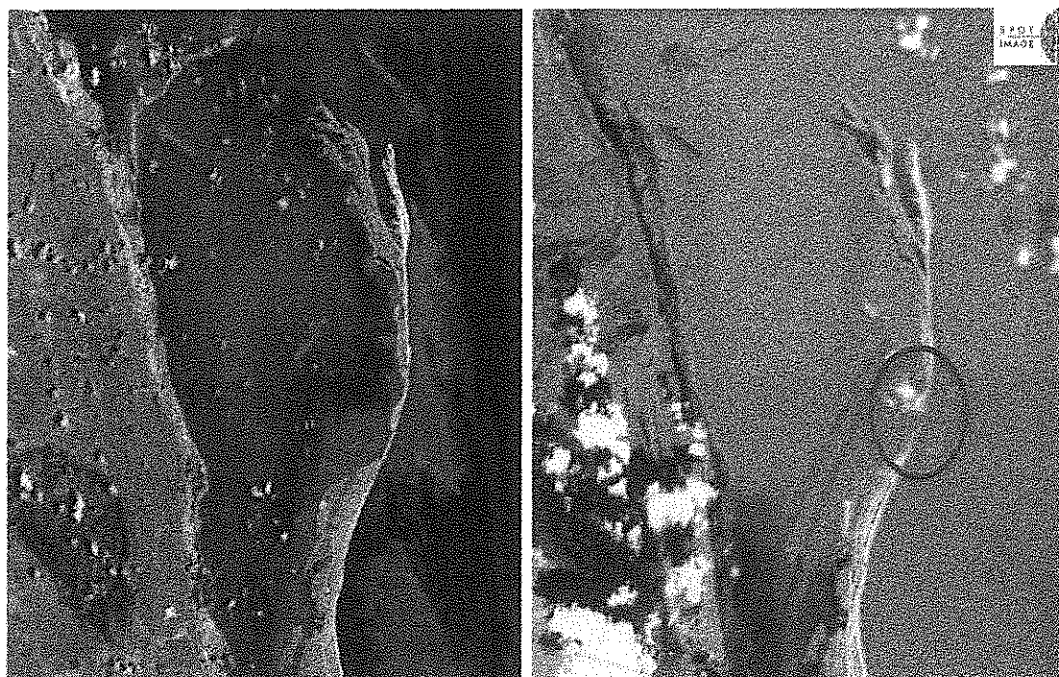


Figura 52. Isla Blanca – Chacmochuch, Quintana Roo, antes y después del huracán Wilma.

(Se aprecia el rompimiento de dos islas de barrera; una de ellas de hasta 1,450 metros de longitud.

Fuente: CONANP)

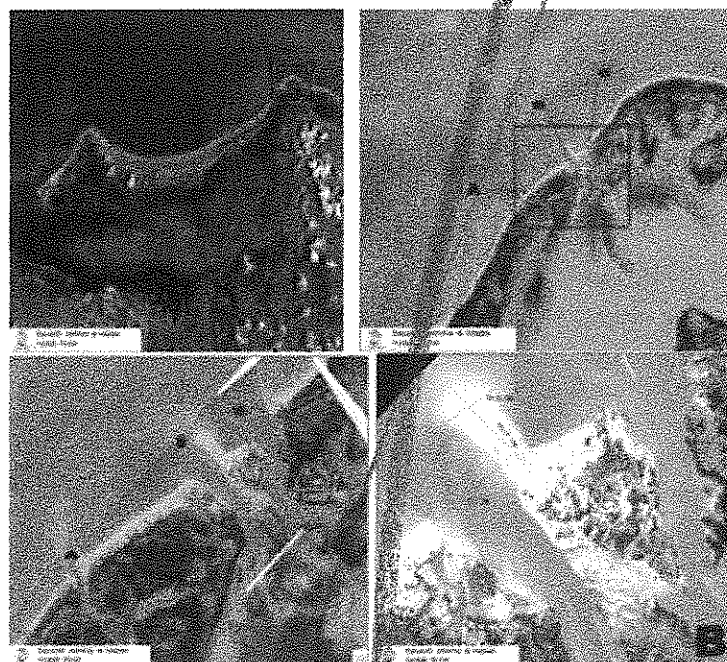


Figura 53. Secuencia de imágenes en la Isla Grande Holbox.

(Impactos del huracán Wilma, rompimiento de barrera, apertura, inundación y ensanchamiento de canales. Imágenes spot con sobre posición de fotografía aérea. Fuente: CONANP)

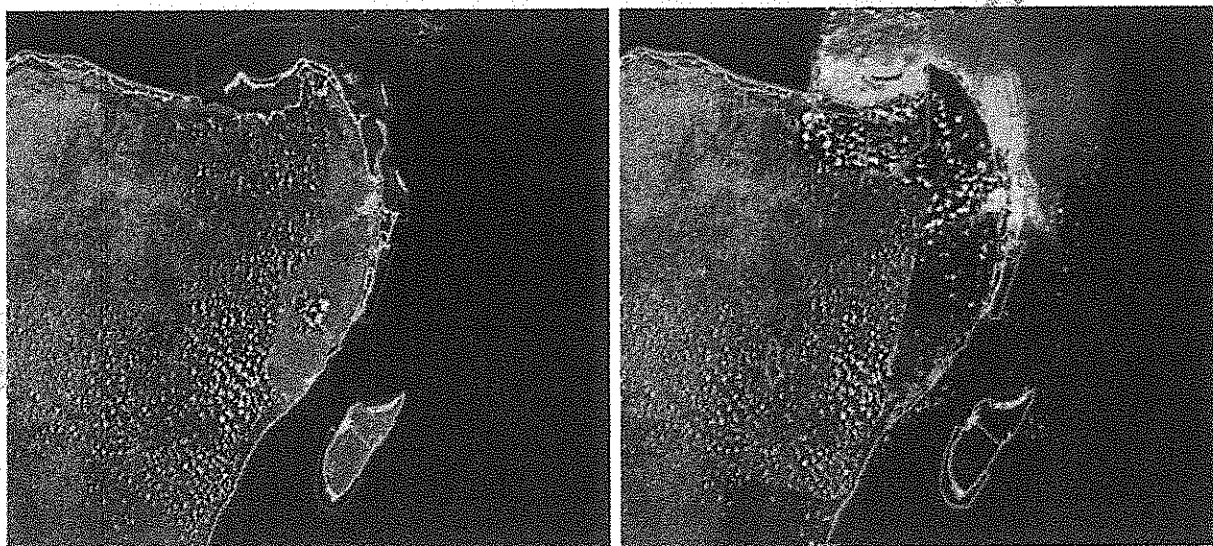


Figura 54. Suspensión de sedimentos antes y días después del Huracán Wilma en el área de estudio.

(Imagen satelital Landsat año 2000, con sobre posición de mosaico de imágenes SPOT del 25 de octubre de 2005. Fuente: CONANP)

#### Incendios

La zona norte de Quintana Roo es de las regiones más afectadas por incendios forestales. Uno de los más devastadores se presentó en 1989 después del paso del huracán Gilberto, donde se perdieron más de 300,000 hectáreas de vegetación (Merediz, *et al.*, 2006). Los habitantes locales también hacen uso del fuego para eliminar vegetación y abrir campos a la agricultura y ganadería. Entre los efectos negativos de los incendios se encuentran:

- Suelos expuestos y susceptibles a la erosión.
- Reducción del hábitat para fauna silvestre. Debido a que no hay plantas que retengan el agua para que se filtre al subsuelo y forme o recupere mantos freáticos, desaparece el hábitat de la fauna silvestre, se desequilibran las cadenas alimenticias y muchos procesos de la vida se ven truncados, por ejemplo, la destrucción de hongos, bacterias y protozoarios cuya función es desintegrar la materia orgánica. Con menos plantas que generen oxígeno, el clima se ve alterado; se incrementa el efecto invernadero en la atmósfera terrestre.
- Alteración de la calidad del aire por el humo, producto de la combustión, que contiene carbono y otros elementos que, en grandes cantidades son nocivos al medio ambiente.
- Destrucción de volúmenes de madera con el consecuente impacto en la economía de los propietarios (CONAFOR, 2010).

#### Pesquerías

El cambio climático impacta los procesos oceanográficos, incluyendo las surgencias y las corrientes superficiales (McLean and Tsyban, 2001 en MA). Las corrientes pueden hacerse lentas, cambiar de dirección, o desaparecer por completo, resultando en cambios en abundancia y distribución de muchas especies marinas. Se contemplan extinciones locales de especies debido a estos cambios, por lo que los patrones de manejo de pesquerías y ubicación de las flotas cambiarán también (SEMARNAT-INE, 2008).

El cambio climático y la variabilidad climática a diferentes escalas temporales tienen efectos instantáneos o desfasados, local y regionalmente. Las variables consideradas como más importantes que influyen en peces e invertebrados de interés comercial son la temperatura superficial, profundidad de la capa mezclada (MLD), la profundidad de la termoclina, la intensidad y mitigación de las surgencias, el desplazamiento de mecanismos de concentración de nutrientes y campos de corrientes superficiales, entre otros. Cambios sutiles en estas variables pueden alterar drásticamente la abundancia, distribución, y disponibilidad de poblaciones de peces. Esto afectará directamente la pesca y el acceso a los recursos pesqueros. Se prevé una reducción en la producción pesquera marina del 6%, aunque los efectos locales pueden ser positivos o negativos (Bopp *et al.*, 2001). Por ejemplo, entre los factores que determinan la distribución y migraciones de escómbridos (atunes, macarelas, y sierras) están la temperatura superficial, la ubicación de discontinuidades oceánicas, las surgencias y zonas de alta productividad primaria, la profundidad de la termoclina y la capa de mezcla.

Los ecosistemas coralinos son particularmente susceptibles al cambio climático debido a que el incremento en la temperatura, les causa estrés, blanqueamiento y mortandad.

La reproducción de peces arrecifales tropicales parece ser sensible a fluctuaciones de temperatura. Un incremento en temperatura puede tener un efecto positivo o negativo en la reproducción, dependiendo si las poblaciones están o no en su óptimo térmico para reproducirse.

Uno de los efectos primarios del incremento en temperatura en pastos marinos será la alteración de sus funciones fisiológicas, crecimiento, y metabolismo. El mantenimiento del balance de carbono afectará en última instancia su abundancia, cambios estacionales y geográficos de sus patrones de distribución. Los efectos directos del incremento de temperatura dependerá de la especie en particular, su tolerancia térmica, su óptimo térmico para la fotosíntesis, respiración, y crecimiento.

### Resiliencia

No obstante que la zona sea afectada por diversos fenómenos naturales, la capacidad de resiliencia de los ecosistemas puede ser alta, si no ocurren cambios de uso del suelo en la zona terrestre. La capacidad de adaptación de un ecosistema está estrechamente relacionada con el concepto de resiliencia ecológica, es decir la capacidad de un ecosistema de recuperarse ante un disturbio, sea este natural o por causa humana. De acuerdo con Begon *et al.* (2006), la resiliencia se define como la velocidad con la que una comunidad natural vuelve a su estado o condición inicial después de ser perturbado o desplazado de esa condición.

La capacidad de adaptación y de resiliencia ecológica tiene relación con el tipo, intensidad, tamaño y frecuencia de la perturbación y su interacción con los factores ambientales, mecanismos de dispersión de

las especies y demás elementos que determinan su diversidad funcional; características estructurales de las comunidades naturales y el patrón del paisaje dominante (Begon *et al.*, 2006). En este sentido, los cambios de uso de suelo para favorecer asentamientos humanos, pueden ser determinantes para agotar la capacidad resiliente de los ecosistemas por la presencia permanente del disturbio y la fragmentación del hábitat, además de la pérdida de los servicios ambientales que presta en la región (nutrientes para la productividad pesquera, protección costera, turismo y recreación, entre otros).

La pérdida y fragmentación del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad. Los procesos responsables de esta pérdida son múltiples y difíciles de separar (pérdida regional de hábitat, insularización causada por la reducción y el aislamiento progresivo de los fragmentos de hábitat, efectos de borde, etc.). Estos procesos han sido particularmente estudiados para vertebrados en zonas forestales (Santos y Tellería, 2006) no obstante el proceso ocurre en todo tipo de hábitats, terrestres y marinos.

#### Conectividad de ecosistemas

Una de las mejores formas de incrementar la resiliencia de un ecosistema es garantizar su conectividad con otros sistemas; evitando a la vez su fragmentación y por lo tanto disminuyendo su vulnerabilidad.

Las diversas ANP decretadas en la región, reconocen esta conectividad entre ecosistemas marinos, humedales y selvas principalmente; la distribución continua de poblaciones de especies de importancia ecológica (cocodrilos, tortugas marinas, manatíes, tiburón ballena, flamencos, y otras especies de aves, peces y flora); y los procesos físicos y biológicos (zonas de surgencia, conectividad entre zonas estuarinas que representan áreas de crianza y refugio de especies, muchas de ellas de importancia comercial, que migran a zonas marinas contiguas). Sin embargo, dicha conectividad está siendo amenazada por diversos procesos antropogénicos que aceleran la fragmentación del hábitat en la región y la pérdida de diversidad. A este factor se le pueden sumar otros como la erosión costera y el transporte litoral de sedimentos.

Es importante garantizar la conectividad de los ecosistemas o ANP de la región, para que a su vez éstos sean resilientes ante los desastres naturales que los impactan.

g) Centros de población existentes al momento de elaborar el estudio

En la porción terrestres del área que se propone como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, se identifican las siguientes localidades mencionadas en la Tabla 24 y Figura 55.

Tabla 24. Localidades ubicadas dentro del área que se propone como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Localidad	Población	Tipo de población
<b>MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ</b>		
Campo de Tiro	1	Rural
La Carmelita	3	Rural
La Chaya	3	Rural
Los Tres Balam	1	Rural
Rancho del General	3	Rural
Santa María	3	Rural
<b>Subtotal</b>	<b>14</b>	
<b>MUNICIPIO DE ISLA MUJERES</b>		
Boca Iglesia	57	Rural
Boca Nueva	10	Rural
Cabo Catoche	5	Rural
Cayo Cahum	6	Rural
Cayo Sucio	19	Rural
Chico Cenote	36	Rural
<b>Subtotal</b>	<b>133</b>	
<b>MUNICIPIO DE LÁZARO CÁRDENAS</b>		
Chiquilá	1466	Rural
Holbox	1486	Rural
El Edén	3	Rural
Centro de Investigaciones	3	Rural
Chechen Ha	5	Rural
<b>Subtotal</b>	<b>2963</b>	
<b>TOTAL DE POBLACIÓN DEL ÁREA PROPUESTA</b>		<b>3,110</b>

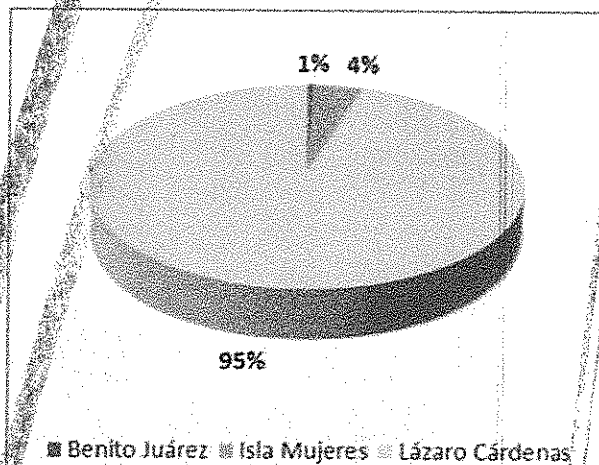


Figura 55. Porcentaje poblacional con relación a municipios.



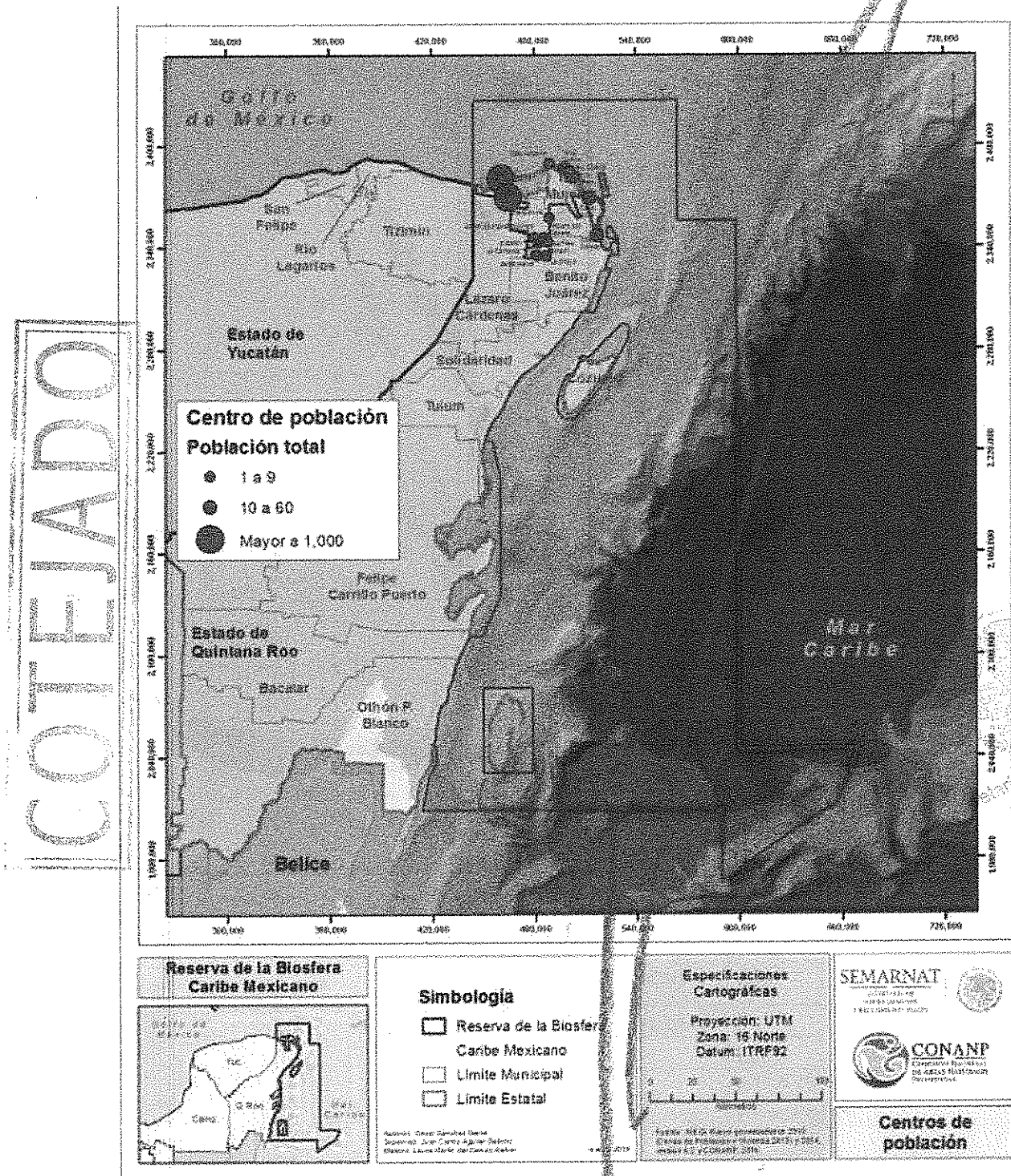


Figura 56. Centros de población ubicados dentro del área que se propone como Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

#### IV. PROPUESTA DE MANEJO DEL ÁREA

##### a) Zonificación y su subzonificación a que se refiere los artículos 47 BIS y 47 BIS 1 de la LGEEPA

La definición general del polígono y su zonificación son elementos necesarios para que una ANP cumpla con sus objetivos de creación, ya que otorgan certidumbre para su manejo y para la toma de decisiones relacionadas con la conservación y aprovechamiento sustentable de sus recursos.

Para la adecuada administración y manejo de la propuesta de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, se establece la zonificación conforme a los Artículos 3 Fracción XXXIX, 47 Bis Fracciones I y II, 48 y 49 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

La propuesta considera necesario respetar la zonificación y subzonificación vigente para la Reserva de la Biosfera Tiburón Ballena y el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, cuyas superficies se contienen en el polígono propuesto para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

La zonificación y subzonificación que se propone para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano es la siguiente:

##### **Zonas núcleo**

Su objetivo es la preservación de los ecosistemas y su funcionalidad a mediano y largo plazo. En ellas se pueden autorizar actividades de preservación de ecosistemas, investigación y de colecta científica, educación ambiental y se limitan o prohíben los aprovechamientos que alteren los ecosistemas. Pueden estar conformadas por dos subzonas:

a) **De protección:** Son áreas que han sufrido poca alteración, con ecosistemas relevantes o frágiles o hábitats críticos y fenómenos naturales que requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo. Solo se permiten actividades de monitoreo del ambiente, de investigación científica no invasiva que no implique la extracción o el traslado de especímenes, ni la modificación del hábitat.

b) **De uso restringido:** Son las áreas en buen estado de conservación donde se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas e incluso mejorarlas en los sitios que lo requieran. En ellas se podrán realizar excepcionalmente actividades de aprovechamiento que no modifiquen los ecosistemas y que se encuentren sujetas a estrictas medidas de control. En éstas solo se permiten la investigación científica no invasiva y el monitoreo del ambiente, las actividades de educación ambiental y turismo de bajo impacto ambiental que no impliquen modificaciones de las características o condiciones naturales originales, y la construcción de instalaciones de apoyo, exclusivamente para la investigación científica o el monitoreo del ambiente.

##### **Zonas de amortiguamiento**

Su función es orientar las actividades de aprovechamiento hacia el desarrollo sustentable. En las zonas de amortiguamiento solo pueden realizarse actividades productivas emprendidas por las comunidades

**COTEJADO**

que ahí habiten al momento de la expedición de la declaratoria respectiva o con su participación, que sean estrictamente compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable, en los términos del decreto respectivo y del programa de manejo que se formule y expida, considerando las previsiones de los programas de ordenamiento ecológico que resulten aplicables. Esta zona puede comprender ocho subzonas, de acuerdo con las actividades y aprovechamientos:

**a) De preservación:** Aquellas 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.

**b) De uso tradicional:** Aquellas superficies en donde los recursos naturales han sido aprovechados de manera tradicional y continua, sin ocasionar alteraciones significativas en el ecosistema. Están relacionadas particularmente con la satisfacción de las necesidades socioeconómicas y culturales de los habitantes del área protegida.

**c) De aprovechamiento sustentable de los recursos naturales:** Aquellas 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.

**d) De aprovechamiento sustentable de los ecosistemas:** Aquellas superficies con usos agrícolas, pesqueros y pecuarios actuales.

**e) De aprovechamiento especial:** Aquellas 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.

**f) De uso público:** Aquellas 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.

**g) De asentamientos humanos:** En aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del área protegida.

**h) De recuperación:** Aquellas 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.

La subzonificación se establecerá en el programa de manejo respectivo, con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo y de amortiguamiento, que se establezcan en la declaratoria correspondiente.

Para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano se proponen las siguientes zonas núcleo (Figura 57):

- 1) Laguna Chachochuch,

- 2) Laguna Conil o Yalahau -Cabo Catoche,
- 3) Playa X'cachel-X'cachelito.

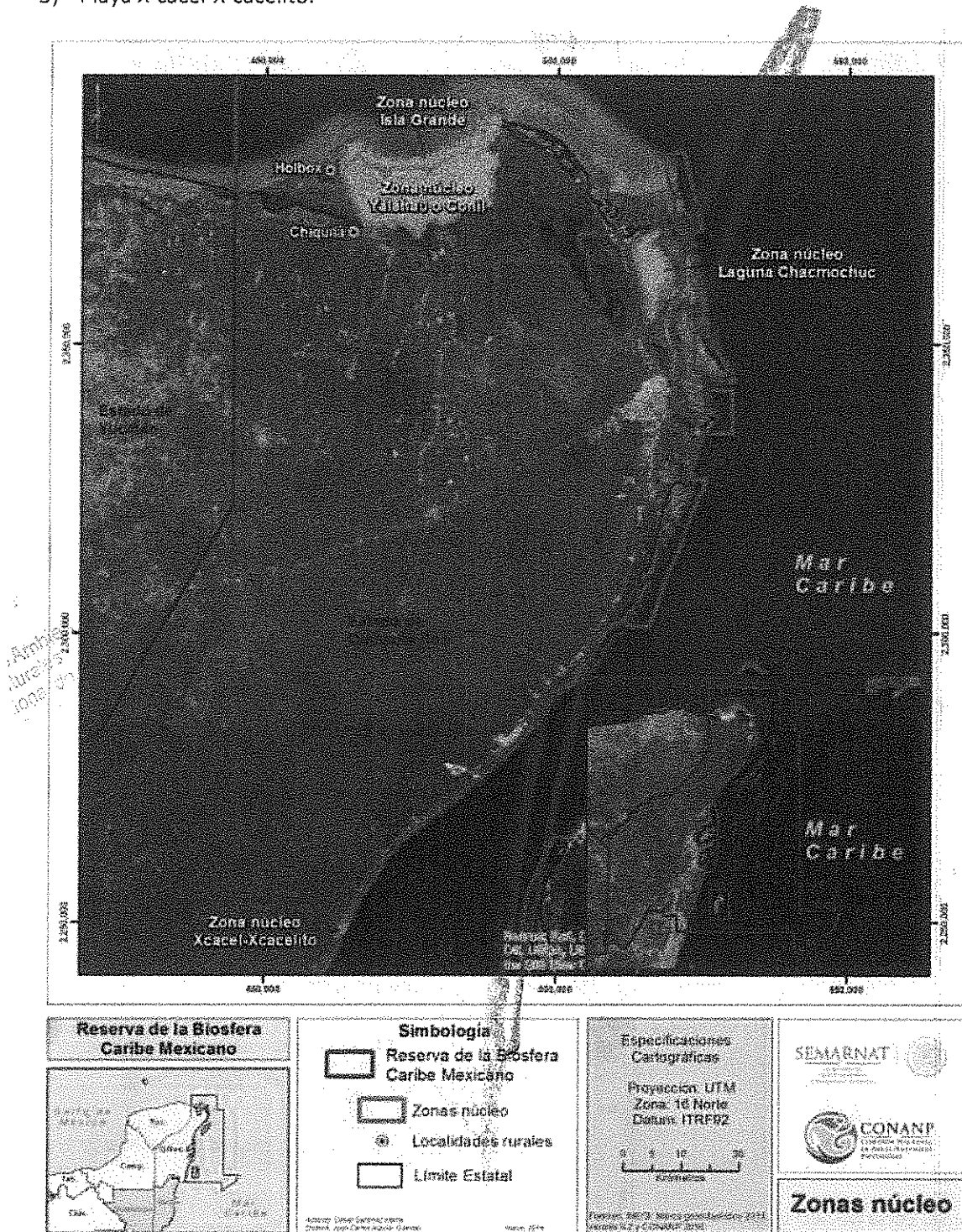


Figura 57. Zonas núcleo en la propuesta Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.



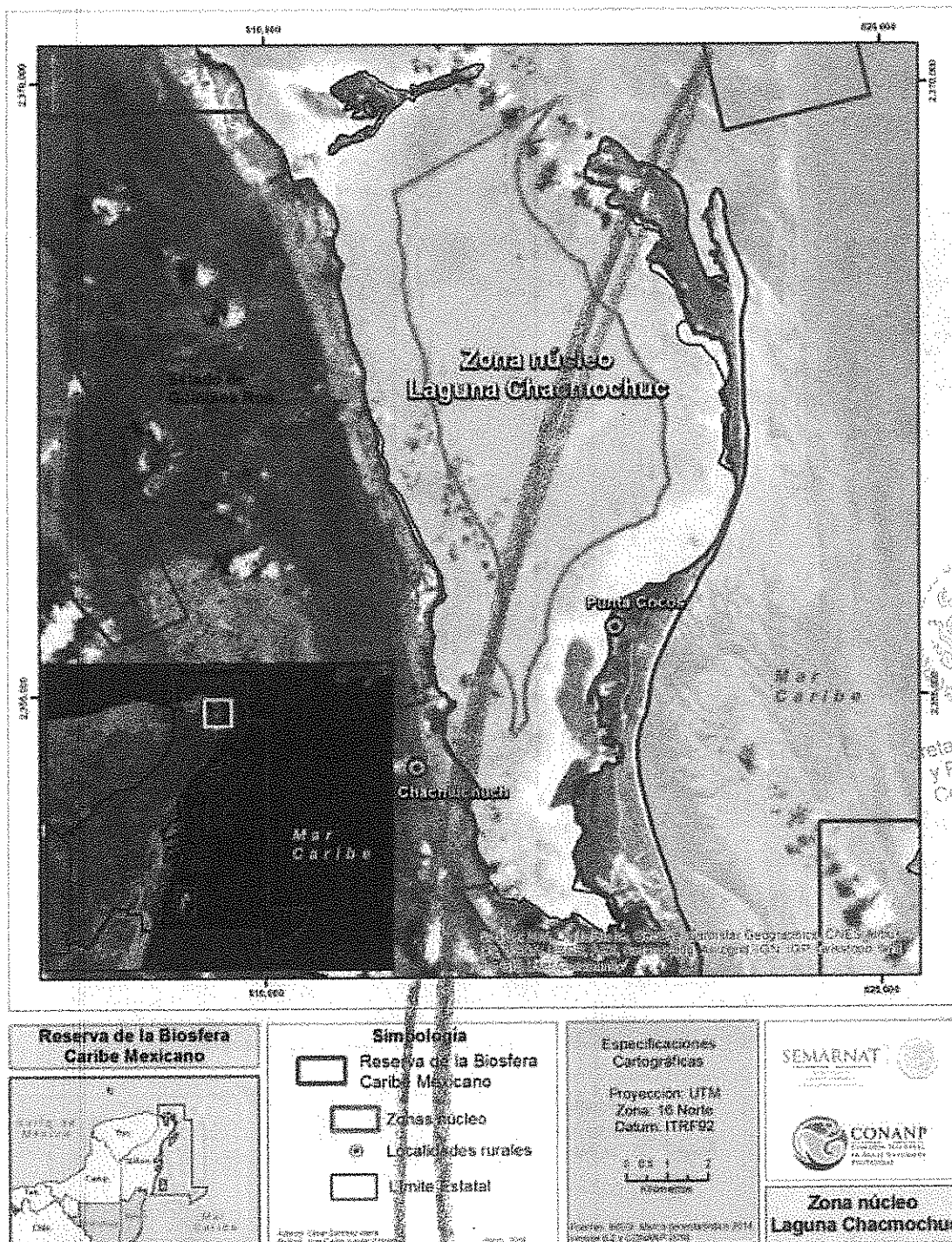


Figura 58. Zona núcleo Laguna Chacmochuc.

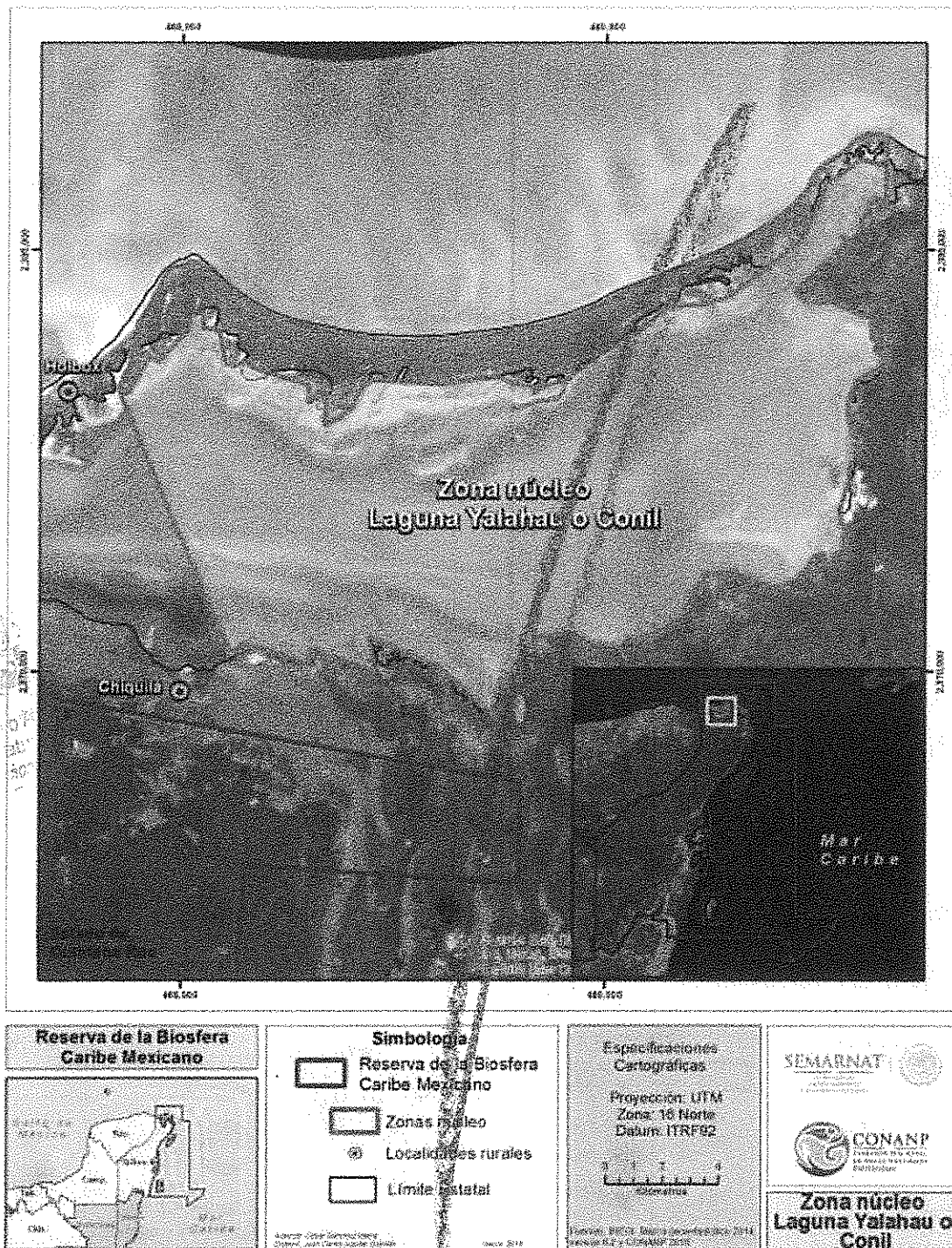


Figura 59. Zona núcleo Laguna Conil o Yalahau -Cabo Catoche.



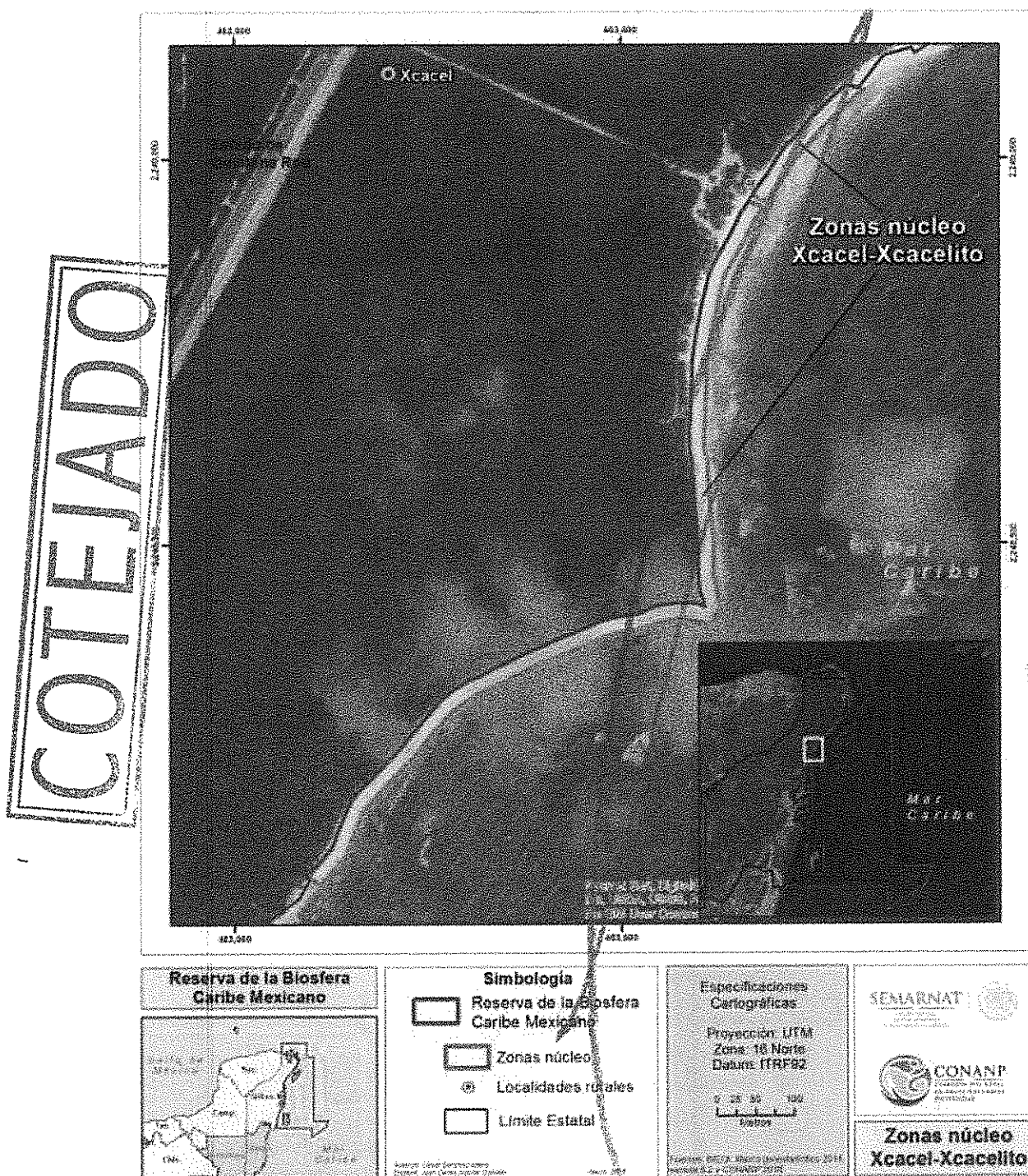


Figura 60. Zonas núcleo Playa X'cacel-X'cacelito

**b) Tipo o categoría de manejo**

El artículo 48 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) señala que las Reservas de la Biosfera se constituirán en áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados, en los cuales habiten especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

Como se ha analizado a lo largo del presente estudio, el área que se propone cumple con las características establecidas para una Reserva de la Biosfera. Sus ecosistemas aún se encuentran en buen estado de conservación y, como se explicó en el apartado II. a) del presente estudio, alberga ecosistemas que constituyen hábitats de diversas especies marinas, costeras y terrestres cuya importancia ha quedado ampliamente descrita.

**c) Administración**

Para la ejecución de actividades y acciones orientadas al cumplimiento de los objetivos de conservación, aprovechamiento sustentable y preservación en la propuesta Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, a través del manejo, gestión, uso racional de los recursos humanos, materiales y financieros con los que se cuenta, dada su extensión y complejidad, se propone que su administración se lleve a cabo mediante la implementación de esquemas de división operativa que permitan abarcar las porciones terrestres, costera y marinas del área.

En consecuencia de lo anterior, su manejo deberá garantizar un número suficiente de personal que este encargado de aplicar las políticas, estrategias, programas y regulaciones establecidas con el fin de determinar las actividades y acciones de conservación, protección, aprovechamiento sustentable, investigación, producción de bienes y servicios, restauración, capacitación, educación, recreación y demás actividades relacionadas con el desarrollo sustentable de dicha propuesta de área natural protegida.

**d) Operación**

La operación y manejo del ANP quedará a cargo de la Dirección del ANP designada por la SEMARNAT.

El ANP contará con un Programa de Manejo que será elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas en los términos del artículo 65 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. De conformidad con lo estipulado en el Artículo 72 del Reglamento de la LGEEPA en materia de ANP, el programa deberá sujetarse a las disposiciones contenidas en la declaratoria del ANP que se trate, y tendrá por objeto la administración de la misma.

El área propuesta, al ser una zona marina en su mayor porción se considera hacer un particular énfasis en la administración de los recursos pesqueros. En este ámbito, será la SAGARPA a través de la Dirección

**COTEJADO**

General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola de la CONAPESCA propondrá e implantará los lineamientos y estrategias para el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícola así, como los esquemas para su ordenamiento. Por su parte, el artículo 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS), señala que el INAPESCA será el órgano administrativo con personalidad jurídica y patrimonio propio, encargado de dirigir, coordinar y orientar la investigación científica y tecnológica en materia de pesca y acuicultura, así como el desarrollo, innovación y transferencia tecnológica que requiera el sector pesquero y acuícola.

Por otro lado, la LGPAS en su Artículo 17 enuncia que, para la formulación y conducción de la Política Nacional de Pesca y Acuicultura Sustentables, en la aplicación de los programas y los instrumentos que se deriven de esta Ley, se deberá observar el siguiente principio: "La participación, consenso y compromiso de los productores y sus comunidades en la corresponsabilidad de aprovechar de forma integral y sustentable los recursos pesqueros y acuícolas".

Por su parte el INAPESCA, de conformidad a lo establecido en el artículo 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, tendrá las siguientes atribuciones:

- Realizar investigaciones científicas y tecnológicas de la flora y fauna acuáticas, en materia de pesca y acuicultura.
- Emitir opinión de carácter técnico y científico para la administración y conservación de los recursos pesqueros y acuícolas.
- Dar asesoramiento científico y técnico a los pescadores y acuicultores, que así lo soliciten, para conservar, repoblar, fomentar, cultivar y desarrollar especies pesqueras y acuícolas.
- Apoyar, desarrollar y promover la transferencia de los resultados de la investigación y de la tecnología generada por el instituto que forma accesible a los productores pesqueros y acuícolas.
- Coadyuvar en la realización de análisis de riesgo sobre la introducción, establecimiento y diseminación de plagas y enfermedades acuícolas.
- Promover y coordinar la participación y vinculación de los centros de investigación, de las universidades e instituciones de educación superior con el sector productivo para el desarrollo y ejecución de proyectos de investigación aplicada y de innovación tecnológica en materia de pesca y acuicultura.

Asimismo, se considera importante desarrollar las siguientes actividades para los siguientes componentes:

### **Protección y preservación**

- 1.1 Desarrollar actividades de protección en las zonas identificadas como zonas núcleo, mismas que deben ser atendidas por su prioridad ambiental y social.
- 1.2 Será importante también desarrollar actividades encaminadas a la protección de especies de fauna emblemática que son indicadoras de la calidad de hábitat para esta región.
- 1.3 Para la protección de las especies de flora relevantes para los ecosistemas del área natural protegida, será importante desarrollar actividades de manejo y recuperación de las mismas.

- Donaciones privadas y de fundaciones nacionales e internacionales a través de asociaciones civiles.
- Aportaciones de organismos financieros internacionales.
- Creación de fideicomisos locales y regionales para apoyo a las áreas naturales protegidas de carácter federal.
- Aportaciones en especie por parte de fundaciones, instituciones académicas y/o personas físicas (realización de estudios e investigaciones, acciones de monitoreo, equipo e infraestructura, etc.).
- Cobro de derechos por el uso y disfrute del área natural protegida.
- Generación de recursos económicos a través del desarrollo de mecanismos de pago por los servicios ambientales.

Directorio  
de Áreas  
Naturales  
Protegidas

COTEJADO

**Manejo, uso y aprovechamiento**

- 1.4 Integrar las actividades productivas viables en términos ambientales, sociales y culturales.
- 1.5 Incentivar y motivar el desarrollo de actividades productivas sustentables en la región.

**Restauración y repoblación**

- 1.6 Identificar las zonas para restauración que por diferentes circunstancias presentan indicadores de degradación ambiental en el suelo y vegetación, y realizar las acciones de recuperación correspondientes.
- 1.7 Se deberán realizar obras de conservación de suelos en las áreas que presenten altos índices de degradación.
- 1.8 Realizar actividades de repoblamiento de especies, para los casos en que sea necesario.

**Conocimiento, investigación y educación ambiental**

- 1.9 Desarrollar, impulsar y coordinar actividades de investigación y monitoreo que realicen instituciones académicas u organismos no gubernamentales, nacionales o extranjeros.
- 1.10 Diseñar y desarrollar un programa de educación ambiental que incluya los valores ambientales, sociales, culturales y arqueológicos de la región, así como los retos y amenazas y la propuesta para superarlos.

**Cultura, difusión y turismo**

- 1.11 Sobre los aspectos relevantes ambientales, socio-culturales y arqueológicos que se presentan en la región, desarrollar actividades que difundan en sus habitantes y público en general estos valores.
- 1.12 Existen sitios importantes para la región por las actividades turísticas que se desarrollan, mismas que deberán ser atendidas para orientar el desarrollo de las actividades de forma sustentable y a la equidad en la distribución de los recursos.

**Gestión, cooperación y financiamiento**

- 1.13 Debido a la complejidad que presentará el manejo del ANP, deberá desarrollarse una estrategia que identifique los costos operativos que se necesitarán para el manejo de la Reserva de la Biosfera propuesta, así como las potenciales fuentes de financiamiento y la mejor manera de desarrollar un manejo co-participativo que integre la diversidad de sectores como habitantes, propietarios, usuarios, productores y niveles de gobierno que tienen relación en la región.

**e) Financiamiento**

Se sugiere el diseño de mecanismos para obtener fuentes potenciales de financiamiento, desarrollando estrategias e instrumentos para asegurar la sustentabilidad económica del ANP y la identificación y gestión de fuentes alternativas de recursos económicos para estos fines.

Dentro de estas destacan, en forma enunciativa más no limitativa, las siguientes:

- Recursos fiscales administrados directamente por la Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano de la CONANP.
- Recursos aportados por el gobierno federal a través de la CONANP y otras fuentes.

## V. BIBLIOGRAFÍA

Acropora Biological Review Team. 2005. Atlantic Acropora Status Review Document. 152 pp.

Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Disponibilidad media Anual de Agua Subterránea acuífero (3105) Península de Yucatán Estado de Yucatán. Diario Oficial de la Federación, 28 de agosto 2009. 20 pp.

Aguilera M. N. 1958. Suelos. Los recursos naturales del Sureste y su aprovechamiento. México. 175-212 pp.

Aguirre-Álvarez, A. 1989. Clinical and Toxicological Findings in Caribbean Flamingos (*Phoenicopterus ruber ruber*) During a Recent Outbreak of Lead Poisoning in Yucatan, Mexico. En: Olsen, J. H. y M. Eisanacher. Proc. 1989 Annual meeting. American Association of Zoo Veterinarians. Greensboro, North Carolina. 209-212 pp.

Aguirre-Gómez R. 2002. Los mares mexicanos a través de la percepción remota. Temas Selectos de Geografía de México. Plaza y Valdez-Instituto de Geografía UNAM, México. 95 pp.

AIDA. Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente. 2011. Control de Captura Pesqueras. Disponible en <http://www.aida-americas.org/es/control-de-capturas-pesqueras> Consultado el 18 de diciembre de 2015. 39 pp.

Alianza Kanan Kay. 2013a. Refugios Pesqueros ¿Qué son? Disponible en: <http://www.alianzakanankay.org/que-son-los-refugios-pesqueros/> Consultado el 15 de septiembre del 2014.

Alianza Kanan Kay. 2013b. Avances Kanan kay. Pescadores de Quintana Roo promueven la conservación de sus recursos pesqueros. Boletín Agosto-Septiembre 2013. Disponible en: <http://www.alianzakanankay.org/wp-content/uploads/2013/10/Boletin-esp%C3%B1ol.pdf> Consultado el 10 de septiembre de 2015.

Álvarez-Cadena, J. N. Almaral-Mendivil, A. R. Ordóñez-López, U. Uicab-Sabido, A. 2008. Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México. Hidrobiológica 18: 37-48 pp.

Amador, F. E. y J. B. Glover. 2003. "Investigaciones Recientes en la Región Yalahau: Resultados Preliminares y Evaluación de la Metodología del Reconocimiento Regional." En: XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002 (editado por J.P. Laporte, H. Escobedo y B. Arroyo). Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala. 987-996 pp.

Anderson, R. C. y Ahmed, H. 1993. Shark Fisheries of the Maldives. Ministry of Fisheries and Agriculture. Maldives and FAO. Rome. 73 pp.

Andrews, A P. 1985. The Archaeology and History of Northern Quintana Roo. En: Geology and Hydrogeology of the Yucatan and Quaternary Geology of the Northeastern Yucatan Peninsula, edited by



W.C. Ward, A.E. Weidie, y W. Black, 127- 143 pp. New Orleans Geological Society, New Orleans. 127- 143 pp.

Andrews, A. P. 1990 "The role of trading ports in Maya Civilization." En: Vision and Revision in Maya Studies (edited by F.S. Clancy y P.D. Harrison) Albuquerque, University of New Mexico Press. 159-167 pp.

Antochiw, M. 1994. Historia cartográfica de la Península de Yucatán. Grupo Tribasa/Gobierno de Campeche. México, CINVESTAV. 308 pp.

Arce, A. M. 2007. Livelihoods, aquatic resources and non-monetary values of local natural resources in Mexico's Lowland Maya area. Tesis de Doctorado en Filosofía con especialidad en Estudios Interdisciplinarios. Universidad de Dalhousie, Halifax, Canadá.

Arce, A. M. 2011. Pesca continental. En Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. 83 pp.

Ardisson P.-L., M. A. May-Kú, M. T. Herrera-Dorantes y A. Arellano-Guillermo. 2011. El Sistema Arrecifal Mesoamericano-México: consideraciones para su designación como Zona Marítima Especialmente Sensible. Hidrobiológica 21(3): 261-280.

Arifon, J. A. y Sointula, B. C. 2002 A GIS Recipes for Determining Benthic Complexity: An Indicator of Species Richness, En: J Breman (ed.) Marine Geography GIS for the Oceans and Seas, ESRI Redlands, CA. 24 pp.

Arellano-Guillermo, A., García-Beltrán, G. y L. A. Manzanero-Acevedo. 1998. Programa de erradicación de la casuarina (*Casuarina sp*) en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Amigos de Sian Ka'an AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. F009. México D. F. 41 pp.

Arnaíz, S. y A. C. Dachary. 1992a. El Caribe mexicano, una frontera olvidada. Chetumal, Universidad de Quintana Roo-Fundación de Parques y Museos de Cozumel. 456 pp.

Arnaíz, S. y A. C. Dachary. 1992b. Caribe mexicano, una introducción a su historia, México, CIQRO. 110 pp.

Arreguín-Sánchez, F. y Arcos-Huitrón, E. 2011. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. Hidrobiológica, 21 (3): 431-462 pp.

Arriaga W. S., y W. Contreras S. 1993. El manatí (*Trichechus manatus*) en Tabasco. Informe Técnico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas, Tabasco. 73 pp.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Arrivillaga, A. y Windevoxhel, N. 2008. Evaluación Ecorregional del Arrecife Mesoamericano: Plan de Conservación Marina, The Nature Conservancy. Guatemala. 30 pp.

Athié, G., Candela, J., Sheinbaum, J., Bandanf, A. y Ochoa J. 2011. Estructura de la corriente de Yucatán en los canales de Cozumel y Yucatán. Ciencias Marinas. Departamento de Oceanografía Física, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Vol. 37. No. 4. Baja California, México. 31 pp.

Ayuntamiento de Isla Mujeres. 2000. Tenencia de la tierra del Municipio de Isla Mujeres.

Back, W. 1985. Hydrogeology of the Yucatan. En: Geology and Hydrogeology of Northeastern Yucatan and Quaternary Geology of Northeastern Yucatan (edited by W. C. Ward, A. E. Weidie, W. Back), pp 99-124. New Orleans Geological Society. New Orleans LA, USA, 153 pp.

Badan A, Candela J, Sheinbaum J, Ochoa J. 2005. Upper-layer circulation in the approaches to the Yucatan Channel. En: Sturges W, Lugo-Fernandez, A (eds.), Circulation in the Gulf of Mexico: Observations and Models. Geophysical Monograph Series 161, American Geophysical Union, Washington, DC, 57-69 pp.

Balick y Beck, 1990. Useful palms of the world. A synoptic bibliography. Columbia University Press, New York, U.S.A. 159 pp.

Barbosa-Ledesma, I. F, F. A. Solís-Marín y A. Laguarda Figueras. 2000. New records for cidaroid echinoids (Echinodermata: Echinoidea) of the Gulf of Mexico, Mexico. Rev. Biol. Trop. 48: 721

Barona, Miguel. 2011. Buscando el centro: Formación de un orden étnico colonial y resistencia maya en Yucatán. Heredia, Costa Rica: Editorial Universidad Nacional, 588 pp.

Bastida-Zavala, J.R. y S.I. Salazar-Vallejo. 2000. Serpúlidos (Polychaeta: Serpulidae) del Caribe noroccidental: Hydroides y Serpula. Revista de Biología Tropical 48(4): 841-858 pp.

Beddows, P. 2004. Groundwater hydrology of coastal conduit carbonate aquifer Caribbean coast of the Yucatan Peninsula, Mexico. University of Bristol. 250 pp.

Begon, M; Townsend, C.R; Harper y J.L. 2006. Ecology. From individuals to Ecosystems. 4th edition Oxford, UK. Blackwell Publishing. 759 pp.

Benítez, H., Arizmendi, C., y Márquez, L. 1999. Áreas de importancia para la conservación de las aves. Base de datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México. (<http://www.conabio.gob.mx>) [consultado el día 12 de agosto de 2015]

Betancourt-Cervera, P. 2008. "Monitoreo del Comportamiento del Tiburón Ballena en Presencia y Ausencia de Turistas". Conferencia Internacional Tiburón Ballena, Holbox, Quintana Roo.

Bezaury-Creel J.E., J.F. Torres. 2010. Base de Datos Geográfica de las Aguas Marinas y Costeras Mexicanas, Versión 1.0. The Nature Conservancy. 24 Capas ArcGIS 9.2 + 19 Capas Google Earth KMZ + 12 Capas Google Earth KML + 1 Archivo de Metadatos en texto.

Bezaury-Creel, J.E., E. Escobar-Briones, S. Schill, J. F. Torres, C. Molina-Islas, A. L. García-López, O. Pedrín-Osuna, M.A. Jimenez-Hernández, M. Beck, I. March-Misfut. 2011. Estudio previo justificativo para el establecimiento del área natural protegida Reserva de la Biosfera Submarina del Caribe Mexicano. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) - The Nature Conservancy. México D.F.

BID.Banco Interamericano para el Desarrollo. 2010. Estrategia integrada del BID para mitigación y adaptación al cambio climático, y de energía sostenible y renovable. 57 pp.

Bjorndal, K.A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. En: The Biology of Sea Turtles Edit. Lutz P. y J.A. Musick. CRC Press, Boca Raton, Florida. 430 pp.

Borowitzka M. A. y A. W. Larkum. 1986. Reef Algae. Oceanus. 29(2): 49-54 pp.

Bourillón, L. y Torre, J. 2012. Áreas marinas protegidas del Golfo de California para mitigar los efectos de la pesca de arrastre en la biodiversidad: Limitaciones y propuesta de nuevo enfoque. En: López-Martínez J. y E. Morales-Bojórquez (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México. 399-411 pp.

Bracamontes y Sosa, Pedro. 1996. Espacios mayas de Autonomía: El pacto colonial en Yucatán, México. Universidad Autónoma de Yucatán-UADY, 377 pp.

Britton, J. C. y B. Morton. 1989. Shore ecology of the Gulf of Mexico. University of Texas Press. Austin. 387 pp.

Brock, R. J., E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.). 2012. Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá. 82 pp.

Bryant, W. R., J. Lugo, C. Cordova y A. Salvador. 1991. Physiography and bathymetry, En: Salvador, A. (ed.), The Gulf of Mexico basin. Boulder Colorado, Geological Society of America. The Geology of North America: 13-30 pp.

Cab Sulub; L. 2014. Propuesta de corredores biológicos para la conectividad del hábitat potencial del jaguar en la Península de Yucatán, México. Tesis profesional. FMVZ. UADY. 69 pp.

Caballero, J., Gamboa, H. y Schmitter J. 2005. Composition y spatio-temporal variation of the fish community in the Chacmochuch Lagoon system, Quintana Roo, Mexico. Colegio de la Frontera Sur. Hidrobiológica 2005, 15 (2 Especial):215-225 pp.

Calderón Mandujano, R. y C. Pozo de la Tijera. 2001. Propuesta para la realización de 37 fichas biológicas de las especies de herpetofauna incluidas en la NOM-059 presentes en la Península de Yucatán. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. W030. México, D.F. 7 pp.

- Calmé, S. 2011. Uso y manejo de fauna silvestre. En Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. 83 pp.
- Calvo, L.M. 2011. Uso de las palmas. En Pozo, C., Armijo, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. 83 pp.
- Camhi, M. 1998. Sharks on the Line. A Statement by State Analysis of Sharks and Their Fisheries. National Aububon Society, Living Oceans Program. 158 pp. Islip, New York.
- Campbell, H. W. y D. Gicca. 1978. Reseña preliminar del estado actual y distribución del manatí en México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 49(1):257-264.
- Campos, G. y Durán, R. 1991. La vegetación de la Península de Yucatán. En: El jardín Botánico como herramienta didáctica. Apuntes del curso-taller para maestros. Centro de investigaciones científicas de Yucatán. Mérida Yucatán. 23–25 pp. Canadian Journal of Zoology, 58(9), 1564-1574.
- Careaga Villiesid, Lorena y Luz del Carmen Vallarta Vélez. 1996. Quintana Roo: Historiografía regional instituciones y fuentes documentales, Chetumal, Editora Norte-Sur. 182 pp.
- Caro, I. 1997. Acuicultura en Quintana Roo, estado actual y perspectivas. En: C. S. Caro, La acuicultura en el sureste mexicano. Chetumal, Quintana Roo, México, ECOSUR. 239 pp.
- Caro, C. I. 2005. Acuicultura en el trópico: panorámica del Caribe Mexicano. En: Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 47: 1-18 pp.
- Carrillo L., G. Horta- Puga y J.P. Carricart- Ganivet 2007. Clima y oceanografía. En: Coral reefs of the southern Gulf of Mexico / edited by John W. Tunnel Jr., Ernesto A. Chávez, and Kim Withers; foreword by Sylvia Earle. - 1st ed. p. cm. - (Harte Research Institute for Gulf of Mexico studies series). 216 pp.
- Case, J.E. 1975. Geophysical studies in the Caribbean Sea. En: Nair, A.E.M. y F.G. Stehli (Eds.) The Ocean basins and margins. Vol. 3. The Gulf of Mexico and the Caribbean. Plenum Press, New York. pp 107-109 pp.
- Case, J.E. 1977. Geologic framework of the Caribbean. En Weaver, J.D. (Ed.). Geology geophysics and resources of the Caribbean: Report of the IDOE Workshop on the geology and Marine Geophysics of the Caribbean region and its resources. Kingston, Jamaica, 17-22 February 1975. Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO. 3-26 pp.

Caso, M.E. 1971. Contribución al conocimiento de los equinoideos de México. Estudio morfológico de *Brissopsis alta* Mortensen, erizo de profundidad. An. Inst. Biol. UNAM, México. Ser. Cienc. Mar y Limnol. 42: 41-56 pp.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2009. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. México. 986 pp.

Ceballos, G., Díaz, E., Espinosa, H., Flores, O., García, A., Martínez, L. Martínez, E., Navarro, A., Ochoa, L., Mellink, E., y Peña, P. 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México. Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 575 –600 pp.

Ceballos, G.; List, R.; Medellín, R.; Bonacic, C.; Pacheco, J. y Ehrlich, P. 2010. Los felinos de América: cazadores sorprendentes. Toppan printing. México, D. F. 37 –59 pp.

Cerdeira, S., N. Melo, F. E. Müller-Karger y R. Pérez. 2000. Estudio comparativo de la temperatura superficial del mar, detectada vía satélite y por mediciones in situ al norte de Cuba y NE de la Península de Yucatán. MAPPING: Revista de Cartográfica, Sistemas de Información Geográfica, Teledetección y Medio Ambiente. No. 60. España. 66-72 pp.

Charvet, G. 2009. Exploration, modelling and management of groundwater resources in Northern Quintana Roo, Mexico. Technical University of Denmark, Department of Environmental Engineering. 123 pp.

Chávez L., M., A. Hernández y A. Hernández. 1995. Observaciones Preliminares sobre la Fauna Acuática y la Producción Pesquera del Área de Protección de Flora y Fauna de Yum Balam, Quintana Roo. Instituto de Recursos Bióticos de Tabasco.

Chávez, C y G. Ceballos. 2006. Memorias del Primer Simposio. El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo. CONABIO-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 88 pp.

Chávez, C. y H. Zarza. 2009. Distribución del Hábitat del jaguar y Áreas de Conflicto Humano-Jaguar. Revista Mexicana de Mastozoología 13:46-62 pp.

Chávez-Hidalgo, A. 2009. Estudio sobre conectividad de los arrecifes coralinos del Golfo de México y Mar Caribe. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, La Paz B.C.S. 167 pp.

CILA, Comisión Internacional de Límites y Aguas. 2013. Croquis detallado de la Frontera entre México y Belice. Sección Mexicana de la Comisión Internacional de Límites y Aguas México-Belice. Disponible en: <http://cila.sre.gob.mx/cilasur/index.php/sala-de-prensa> Consultado el 04 de noviembre de 2015.

CITES-Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2002. Consideration of proposals for amendment of appendices I and II: Inclusion of the whale shark (*Rhincodon typus*) on Appendix II of CITES Prop. 12.35. Presentada por India y Filipinas para la Duodécima Conferencia de las Partes, Santiago, Chile, 3-15 de noviembre de 2002. 24 pp.

CODISSA. 2008. Censo pesquero y acuícola del estado de Quintana Roo. CODISSA Consultores, SAGARPA-CONAPESCA, Gobierno del Estado de Quintana Roo. México D. F. 101 pp.

Colmenero, L.C. y Hoz, E.A. 1986. Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. Anal. Inst. Biol. Univ. Nac. Aut. Mex. Ser. Zool. 56: 955-1020 pp.

Colmenero Rolon, L. C. 1984. Nuevos registros del manatí (*Trichechus manatus*) en el Sureste de México. An. Inst. Biol. UNAM 56, Ser. Zool 1:243-254 pp.

Comisión Nacional Forestal. 2010. Incendios Forestales. Guía Práctica para Comunicadores 56 pp.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País. CONABIO. México. 341 pp.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2005. Procesos oceanográficos. Caracterización y regionalización de los procesos oceanográficos de los mares mexicanos [en línea]. México. Formato pdf. Disponible En: [http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Procesos\\_oceanogr%C3%A1ficos](http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Procesos_oceanogr%C3%A1ficos). [consultado el día 12 de agosto de 2015]

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2008. Capital natural de México. Vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Vol. I. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 pp.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Descripción de las Áreas de Interés para la Generación de Corredores Biológicos. 11 pp. [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/docs/Fichas\\_Tecnicas\\_areaCB.pdf](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/docs/Fichas_Tecnicas_areaCB.pdf) [consultado el día 12 de agosto de 2015]

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2007a. Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México [en línea]. México. Formato pdf. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/gap/images/0/07/69\\_Isla\\_Contoy.pdf](http://www.conabio.gob.mx/gap/images/0/07/69_Isla_Contoy.pdf)



Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2007b. Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México. Banco Chinchorro Profundo. Consultado el día: 13 de mayo de 2015. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/gap/images/3/3f/105\\_Banco\\_Chinchorro\\_Profundo.pdf](http://www.conabio.gob.mx/gap/images/3/3f/105_Banco_Chinchorro_Profundo.pdf) [consultado el día 12 de agosto de 2015]

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2007c. Ficha Técnica para la Evaluación de los Sitios Prioritarios para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México, Laguna Chacmochuk – Arrecife de la Cadena [en línea]. México. Formato pdf. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/gap/images/9/92/70\\_Laguna\\_Chacmochuk\\_Arrecife\\_La\\_Cadena.pdf](http://www.conabio.gob.mx/gap/images/9/92/70_Laguna_Chacmochuk_Arrecife_La_Cadena.pdf) [consultado el día 12 de agosto de 2015]

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.-2010. Catálogo de Localidades Indígenas. [www.cdi.gob.mx](http://www.cdi.gob.mx) [consultado el día 9 de junio de 2015].

Compagno, L.J.V. 1984. FAO Species Catalogue. Vol. 4 Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of shark species to date. FAO Fisheries Synopsis 1984. ISBN: 92-5-101384-5., United Nations Development Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 251-655 pp.

CONAGUA, 2010. Atlas del agua en México 2009. Editor Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua, México, Primera Reimpresión marzo.

CONANP, 2007. Certificado de la Reserva Ecológica El Edén. Certificado CONANP 162/2007 del 20 de agosto de 2007.

CONAPESCA–Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2011. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2011. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 298 pp.

CONAPESCA–Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2013. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2013. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 299 pp.

CONAPESCA–Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2012. ACUERDO por el que se establece una red de zonas de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en el área de Sian Ka an, dentro de la Bahía Espíritu Santo en el Estado de Quintana Roo. SAGARPA-CONAPESCA. Diario Oficial de la Federación 30 de noviembre de 2012.

CONAPESCA–Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2013. ACUERDO por el que se establece una red de zonas de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en las áreas de Banco Chinchorro y Punta Herrero en el Estado de Quintana Roo. SAGARPA-CONAPESCA. Diario Oficial de la Federación 12 de septiembre de 2013.

CONAPESCA –Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2013. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2013. SAGARPA-CONAPESCA. 299 P.

CONAPESCA–Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2015. ACUERDO por el que se establece una zona de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en la zona de Akumal en el Estado de Quintana Roo. SAGARPA-CONAPESCA. Diario Oficial de la Federación 13 de marzo de 2015.

CONAPO-Consejo Nacional de Población. 2011. Índice de marginación por localidad 2010 [Colección: Índices sociodemográficos]. México. 325 pp.

Córdoba Ordóñez, J, y A. García de Fuentes. Turismo, globalización y medio ambiente en el Caribe mexicano Investigaciones Geográficas (Mx), núm. 52, diciembre, 2003, Instituto de Geografía Distrito Federal, México. 117-136 pp.

Coronado, C., Candela, J., Iglesias-Prieto, R., Sheinbaum, J., López, M. y Ocampo-Torres, F. J. 2007. On the circulation in the Puerto Morelos fringing reef lagoon. *Coral Reefs* 26:149–163 pp.

Costanza, Farber y Maxwell, 1989. Valuation and management of wetland ecosystems. *Ecological economics* 1:335-361 pp.

Critical Ecosystem Partnership Fund. 2004. Perfil de Ecosistema, región norte del hotspot de biodiversidad de Mesoamérica, Belice, Guatemala y México [en línea]. Formato pdf. Disponible en: <http://www.cepf.net/Documents/final.spanish.mesoamerica.northernmesoamerica.ep.pdf> [consultado el día 12 de agosto de 2015]

Davies, S.J. y UNAM, L. 1999. Smoke-haze from the 1997 Indonesian forest fires: effects on pollution levels, local climate, atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations, and tree photosynthesis. *Forest Ecology and Management*, 124: 137-144 pp.

Dawes C. J. 1986. *Botanica Marina*. Limusa. México. 673 pp.

De la Lanza Espino, G, y J. C. Gómez Rojas. 2004. Características físicas y químicas del Golfo de México. En: M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (Comp.) Diagnóstico ambiental del Golfo de México. SEMARNAT-INEC, AC. Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies 1: 105-136 pp.

De la Lanza Espino, G., Hernández Pulido, S., Ortiz Pérez, M., Vidal Zepeda, R. y García de Fuentes, A. 1990. Atlas Nacional de México. Oceanografía química. UNAM 1990 V. 5. T. 2. [www.igeograf.unam.mx/web/iggweb/Fd.html](http://www.igeograf.unam.mx/web/iggweb/Fd.html) [consultado el día 12 de agosto de 2015]

De la Lanza, G. 2006. Evaluación de la calidad ambiental y dinámica de la zona costera (playas) para la certificación Bandera Azul del Municipio Solidaridad, Quintana Roo, México. Influencia de la calidad del agua en el estado de conservación de los arrecifes coralinos de la Riviera Maya. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CQ017. México D.F. 319.pp.

De la Lanza-Espino, G. 2001. Características Físico-Químicas de los Mares de México. Temas Selectos de Geografía en México. Instituto de Geografía, UNAM, México. 149 pp.

De la Parra V., R. 1999. Registros de dos varamientos *Stenella clymene* y *Kogia breviceps*, en la costa de Cancún, Quintana Roo. Resúmenes: XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Xcaret, Quintana Roo, México.

De la Parra, R., Hueter, R., González, J., Tyminski, J., Remolina, J., Maslanka, M., Ormos, A., Weigt, L., Carlson, B. y Dove, A. 2011. An unprecedented aggregation of whale sharks, *Rhincodon typus*, in Mexican coastal waters of the Caribbean Sea. PLoS ONE 6(4): e18994. doi:10.1371/journal.pone.0018994

De Landa, D. (2001). Relación de las cosas de Yucatán. Madrid, Ed. Dastin, 201 pp.

Dennis G.D. y Bright, T.J. 1988. Reef fish assemblages on hard banks in the northwestern Gulf of Mexico. Bull Mar Sci 43: 280-307 pp.

Diario de Yucatán. <http://yucatan.com.mx/yucatan/ciudadanos-y-comunidades-yucatan/deja-1100-millones-la-pesca-de-pulpo>

Díaz, M., Torres, E. y Espinoza J. 1998. Lista de algas del Área de Protección Yum Balam, Quintana Roo, México. Rev. Biol. Trop. v.46 n.3.

DOF. 1986. Ley Federal del Mar. 9 de enero de 1986.

DOF. 1993. Norma Oficial Mexicana 006-PESC-1993 para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California. 31 de diciembre de 1993.

DOF. 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-008-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de pulpo de las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe. 21 de diciembre 1993.

DOF. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-009-PESC-1993, que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los estados unidos mexicanos. 4 de marzo de 1994.

DOF. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-013-PESC-1994, para regular el aprovechamiento de las especies de caracol en aguas de jurisdicción federal de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. 21 de abril de 1995.

DOF. 1995. MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993, Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California publicada el 31 de diciembre de 1993. 21 de abril de 1995.

DOF. 1997. MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana 006-PESC-1993 para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California. Publicada el 31 de diciembre de 1993.

DOF. 1998. RESOLUCIÓN por la que se Modifica la Norma Oficial Mexicana 006-PESC-1993 para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California. 11 de agosto de 1998.

DOF. 2007. MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993, para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California. 15 de junio 2007.

DOF. 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. 14 de febrero de 2007.

DOF. 2007. DECRETO por el que se expide la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable. Diario Oficial de la Federación. 24 de julio de 2007.

DOF. 2009. MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana 006-PESC-1993 para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California. 12 de octubre de 2009.

DOF. 2010. 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. 78 pp.

DOF. 2012a. ACUERDO por el que se establece una red de zonas de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en el área de Sian Ka'an, dentro de la Bahía Espíritu Santo en el Estado de Quintana Roo. SAGARPA, 30 de Noviembre de 2012.

DOF. 2012b. ACUERDO mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Acuícola. 6 de junio de 2012. 1-80 pp.

DOF. 2012c. ACUERDO por el que se modifica el similar que da a conocer el establecimiento de periodos de veda para la pesca comercial de caracol rosado o blanco (*Strombus gigas*) en aguas de jurisdicción federal correspondientes al litoral del Estado de Quintana Roo, publicado el 13 de febrero de 2009. 20 de noviembre de 2012. 2 pp.

DOF. 2013. NORMA Oficial Mexicana NOM-002-SAG/PESC-2013, Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. 11 de julio de 2013.

DOF. 2013. MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994. Para Regular las Actividades de Pesca Deportivo-Recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, Publicada en el Diario Oficial de la Federación. El 9 de mayo de 1995. 25 de noviembre de 2013.

DOF. 2013a. ACUERDO por el que se establece una red de zonas de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en las áreas de Banco Chinchorro y Punta Herrero en el Estado de Quintana Roo. SAGARPA, 12 de Septiembre de 2013.

DOF. 2013b. ACUERDO mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Acuícola. 9 de septiembre de 2013. 1-68 pp.

DOF. 2013c. ACUERDO por el que se establece una red de zonas de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en las áreas de Banco Chinchorro y Punta Herrero en el Estado de Quintana Roo. México, D.F. a 12 de septiembre de 2013.

DOF. 2014. Norma Oficial Mexicana NOM-060-SAG/PESC-2014, pesca responsable en cuerpos de aguas continentales dulceacuícolas de Jurisdicción Federal de los Estados Unidos Mexicanos. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. 27 de mayo de 2014.

DOF. 2014a. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. Reforma publicada 23 de enero de 2014. 67 pp.

DOF. 2014b. NORMA Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014, Que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. 14 de abril de 2014. 11 pp.

DOF. 2014c. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para la langosta espinosa (*Parulirus argus*) de la Península de Yucatán. 11 de marzo de 2014. 84 pp.

DOF. 2014d. DECRETO por el que se expide la Ley de Hidrocarburos y se reforman diversas disposiciones de la Ley de Inversión Extranjera; Ley Minera, y Ley de Asociaciones Público Privadas. México, D.F. a 11 de agosto de 2014.

DOF. 2014e. ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994, para modificar el periodo de veda y cuota de aprovechamiento de pepino de mar en las aguas de jurisdicción federal frente a la Península de Yucatán. 24 de abril de 2014. 3 pp.

DOF. 2014f. ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994, para modificar el periodo de veda y cuota de aprovechamiento de pepino de mar en las aguas de jurisdicción federal frente a la Península de Yucatán. 24 de abril de 2014. 3 pp.

DOF. 2014g. ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para modificar el periodo y zonas de veda de tiburones en el Golfo de México y Mar Caribe. 15 de mayo de 2014. 2 pp.

DOF. 2014h. Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Última reforma publicada el 14 de julio de 2014.

DOF. 2014i. ACUERDO por el que se establece la cuota de captura para el aprovechamiento del marlín azul (*Makaira nigricans*) y el marlín blanco (*Tetrapturus spp.*), en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe para los años 2013, 2014 y 2015. 24 de diciembre de 2014.

DOF. 2015. Norma Oficial Mexicana NOM-062-SAG/PESC-2014 para la utilización del Sistema de Localización y Monitoreo Satelital de Embarcaciones Pesqueras. 3 de julio de 2015.

DOF. 2015. Norma Oficial Mexicana NOM-064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013, sobre sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. 21 de enero de 2015.

DOF. 2015. Norma Oficial Mexicana NOM-065-SAG/PESC-2014 para regular el aprovechamiento de las especies de mero y especies asociadas en aguas de jurisdicción federal del litoral del Golfo de México y Mar Caribe. 3 de julio de 2015.

DOF. 2015. ACUERDO por el que se establece una Zona de Refugio Pesquero en Aguas Marinas de Jurisdicción Federal ubicadas en la Zona de Akumal en el Estado de Quintana Roo. 13 de abril de 2015. 3 pp.

DOF. 2015. Norma Oficial Mexicana NOM-016-SAG/PESC-2014, para regular la pesca de lisa y liseta o lebrancha en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. 29 de julio de 2015.

DOF. 2015b. ACUERDO por el que se modifica el similar por el que se establece veda para la captura de todas las especies de mero en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México correspondientes al litoral de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, publicado el 14 de febrero de 2007. 24 de febrero de 2014. 3 pp.

DOF. 2015c. ACUERDO por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la captura de todas las especies de camarón en aguas marinas y de los sistemas lagunarios estuarinos de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe. 30 de abril del 2015. 3 pp.

Duch, G.J. 1988. La conformación territorial del estado de Yucatán. Los componentes del medio físico. Centro Regional Universitario de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Durán, R. 1986. Estudio de vegetación de la selva baja subcaducifolia de *Pseudophoenix sargentii*. Tesis de Licenciatura, Fac. Ciencias UNAM.

El País, nota del 30 de agosto de 2014. En Quintana Roo la Isla de Holbox es infierno y paraíso juntos.

Elliot, B.A. 1982. Anticyclonic rings in the Gulf of México. *Journal of Physical Oceanography*, 12:1292-1309 pp.



El-Sayed, S.Z. 1972. Primary productivity and standing crop of phytoplankton in the Gulf of Mexico. En: Chemistry, Primary Productivity and Benthic Algae of the Gulf of Mexico. El-Sayed *et al.* (eds.). Serial Atlas of the Marine Environment, Folio 22 Amer. Geog. Soc., New York. 29 pp. 6 Vols.

Enfield, D. B. y D. A. Mayer, 1997: Tropical Atlantic sea surface temperature variability and its relation to El Niño–Southern Oscillation. J. Geophys. Res., 102, 929–945 pp.

Escobar-Briones, E. y L.A. Soto. 1993. Bentos del mar profundo en México. Pp: 106-116 En: Salazar Vallejo, S.I. y N.E. González (eds.), Biodiversidad marina y costera de México. Comisión Nacional de Biodiversidad y CIQRO, México. 865 pp.

Escobar-Briones, E. 2004. Tanaidacea. En: Llorente Bousquets, J., Morrone, J.J., Yáñez Ordoñez, O. y I. Vargas-Fernández (eds.), Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia la síntesis de su conocimiento 4, UNAM, México. 497-509 pp.

Espinoza-Avalos, J. y N. P. Cetz Navarro. 2011. Pastos marinos y macroalgas. En: Pozo, C., Armijo, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. 38:43 pp.

Etter, P.C. 1983. Heat and fresh water budgets in the Gulf of Mexico, Journal Phys. Ocean., 2058-2069 pp.

Ewing, T.E., 1991. Gulf of Mexico Basin: Structural Framework. En: Salvador, A. (ed). The Geology of North America, Vol. J: The Gulf of Mexico Basin. Geological Society of America, 31-52 pp.

FAO, 2005. STATE OF ENVIRONMENT. Review of the state of world marine fishery resources. FAO, Fisheries Technical Paper 457, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Marine Resources Service, Fishery Resources Division.

Fedick, S. L. y K. A. Taube. 1995. The Yalahau Region Human Ecology Project: Research Orientation and Overview of 1993 Investigations. En: Fedick S. L. and K. A. Taube (Eds.). The View From Yalahau: 1993 Archaeological Investigations in Northern Quintana Roo, Mexico, Field Report Series No. 2. Riverside, CA: Latin American Studies Program, University Of California. 1-21 pp.

Fernández L., A. Chirino. 1993. Atlas Oceanográfico del Archipiélago Sabana-Camaguey. Instituto Cubano de Hidrografía.

Fernández, A. (Compilador). 2005. Comarcas vulnerables: Riesgos y desastres naturales en Centroamérica y el Caribe. CRIES (Coordinadora Regional de Investigaciones Económicas y Sociales). 1ª. Edición, Buenos Aires, 228 pp.

Ferré-D'Amar, A.R. 1985. Coral reefs of the Mexican Atlantic: A review. Proc. 5th Int. Coral Reef Congr., Tahiti 6: 349-354 pp.

Fisher, B.S. y Co-authors, 2007: Issues related to mitigation in the long-term context. Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, B. Metz, O. Davidson, P. Bosch, R. Dave and L. Meyer, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Flores, O. y P., Gerez. 1988. Conservación en México: Síntesis Sobre Vertebrados Terrestres, Vegetación y Uso del Suelo. INIREB, México. 302 pp.

Fonseca, et al, 1982; MS Fonseca, JS Fisher, JC Zieman, GW Thayer; Influence of the seagrass (*Zostera marina*) on current flow. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 15 (1982), 351-364 pp.

Food and Agriculture Organization and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1990. Mapa mundial de los suelos, informe sobre recursos mundiales de los suelos. Roma, Italia. 60 pp.

Forster, R., Armijo, N. y Argüelles, L.A. 2011. Recursos forestales. En Pozo, C., Armijo, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F.

Froelich N.P., Atwood K.D. y Giese G.S. 1978. Influence of Amazon River discharge on surface salinity and dissolved silicate concentration in the Caribbean. Deep Sea Research. M. Bacon. United Kingdom (G.B.). 25:735-744 pp.

Gallegos, A. y S. Czitrom. 1997. Aspectos de la Oceanografía física regional del Mar del Caribe. En: M. F. Lavín (Ed.). Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana, México.

García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Segunda edición. Inst. de Geografía, UNAM. 146 pp.

García-Contreras, G. y V. Quintanilla-Bergón. 2006. Mapa de vegetación de la región de Yum-Balam, escala 1: 50 000. Pronatura Península de Yucatán, México. 27 pp.

García-Cubas, A., Escobar, F., y Reguero, M. (1999). Gastrópodos marinos de la Península de Yucatán, México.

Garduño, M. y E. A. Chávez. 2000. Fish resource allocation in coral reefs of Yucatan Peninsula. in M. Munawar, S. G. Lawrance, I. F. Munawar and D. F. Malley (eds.), Aquatic Ecosystems of Mexico: Status and scope. Backhuys Publishers. Leiden, The Netherlands. 367-381 pp.

Gaumer, G. F. 1917. Monografía de los Mamíferos de Yucatán. Departamento de Talleres Gráficos de la Secretaría de Fomento. México. 331 pp.

Gaztambide, A. 2003. La invención del Caribe a partir de 1898 (Las definiciones del Caribe, revisadas). Tierra Firme, Caracas, Año 21 - Volumen XXI, Nº 82. Abril-Junio, 2003.

Genoways, H. H. y J. K. Jontes Jr. 1975. Annotated Checklist of Mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. IV Occas. Papers Mus. Texas Tech. Univ. 26: 7-22 pp.

Giannini, A., Kushnir, Y. y Cane, M. A., 2000. Interannual variability of Caribbean rainfall, ENSO and the Atlantic Ocean. J. Climate, 13, 297-311 pp.

Gobierno de Isla Mujeres. 2003. Plan Municipal de Desarrollo Isla Mujeres 2013-2016. 47 pp.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2009. Programa de Desarrollo Urbano de la Zona Continental de Isla Mujeres. 229 pp.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2011. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres. Cancún, Quintana Roo. 293 pp.

Gondwe, B. 2010. Exploration modelling and management of groundwater – dependent ecosystems in karst – the Sian Ka'an case study, Yucatan, Mexico. Department of environmental engineering. Technical University of Denmark. 344 pp.

González – Gándara, C y J. E. Arias-González. 1999. Distribución de la ictiofauna asociada a los arrecifes coralinos. Proceedings of the workshop Mexico-Australia about Marine Sciences. Mérida, Yucatán.

González Navarro, Moisés. 1970. Raza y tierra: La Guerra de castas y el henequén, México, El Colegio de México. 392 pp.

González, A. 2011. Uso turístico de los recursos naturales. En Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F.

González, A., Schmook, B. y Calmé, S. 2007. Distribución espacio-temporal de las actividades extractivas y su relación con la conservación de los recursos naturales: El caso del ejido Caoba al sur de Quintana Roo. Boletín del Instituto Geográfico, Investigaciones Geográficas, UNAM 62: 69-86.

Grafenstein, J. V., Mata, L. M. y Nelken, A. 2006. Un mar de encuentros y confrontaciones. Secretaría de Relaciones Exteriores, México. 261 pp.

Grajales-Nishimura J. M., Cedillo-Pardo E., Rosales-Domínguez C., Morán-Zenteno D. J., Alvarez W., Ruíz-Morales J., García-Hernández J., Padilla-Ávila Patricia y Sánchez-Ríos A., 2000. Chicxulub impact: The origin of reservoir and seal facies in the southeastern Mexico oil fields. *Geology* vol. 28, N. 4, 307-310 pp.

Grajales-Nishimura, J. M., Cedillo-Pardo, E., Rosales-Domínguez, C., Morán-Zenteno, D. J., Alvarez, W., Claeys, P y Sánchez-Ríos, A. (2000). Chicxulub impact: The origin of reservoir and seal facies in the southeastern Mexico oil fields. *Geology*, 28(4), 307-310 pp.

Granados-Barba, A. y V. Solís-Weiss 1997. The polychaetous annelids from oil platforms areas in the southeastern Gulf of Mexico: Phyllodocidae, Glyceridae, Goniadidae, Hesionidae y Pilargidae, with description of *Ophioglycera lyra*, a new species, and comments on *Goniada distorta* and *Scoloplos texana*. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 110(3):457-470 pp.

Guilcher, A. 1988. *Coral Reef Geomorphology*. John Wiley y Sons. 228 pp.

Guinotte, J. S., y V. M. Fabry. 2008. Ocean acidification and its potential effects on marine ecosystems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134:320–342 pp.

Gulf of Mexico Coastal Ocean Observing System –GCOOS–, 2014. Data Portal. <http://data.gcoos.org/>. College Station, Texas, USA. Fecha de consulta: Abril 2015.

Gutiérrez, C. 2006. Lista de especies de plantas acuáticas y vasculares de la Península de Yucatán, México. *Polibotánica*. Instituto Politécnico Nacional. Distrito Federal, México. 75 – 87 pp.

Gutiérrez, D., M. Lara, C. Padilla, J. Pizaña, G. García y R. M. Loreto (1995). "Los Arrecifes coralinos del corredor turístico Cancún-Tulum". *Sian Ka'an. Serie de Documentos*. No.4. pp 1.44.

Gutiérrez, M. y Cervantes, A. 2008. Estudio geohidrológico del norte de Quintana Roo, México. Universidad de Quintana Roo, Unidad Cozumel. 107 pp.

Guzmán, V., Mircea Hidalgo, E. Cuevas, F. Contreras, P. García, B. González, P. Huerta, L. A. Pérez. 2011. La importancia de la conectividad entre ANP, jaguar y tortuga marina en el Corredor Biológico sur de la planicie costera del Golfo de México y Península de Yucatán. México. <http://www.cobiored.net/index.php/item/108-la-importancia-de-la-conectividad-entre-anp-jaguar-y-tortuga-marina-en-el-corredor-biologico-sur-de-la-planicie-costera-del-golfo-de-mexico-y-peninsula-de-yucatan>. Fecha de consulta: 17 abril 2015.

Hall, E. R., Kelson, K. R. (1959) *The Mammals of North America*. New York. Ronald Press. 1181 pp.

Hamilton, P., 1990. Deep currents in the Gulf of Mexico. *J. Phys. Oceanogr.* 20, 1087–1104 pp.

Healthy Reefs Initiative (2012). Report Card for Mesoamerican Reef.

Hernández G. 1995. Reptiles y Anfibios. En: Yum Balam A. C. 1995. Diagnóstico de la Región maya del norte del Estado de Quintana Roo.

Herrera Silveira, Jorge y Morales Ojeda, Sara; 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán; Contexto Físico. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yucatán.

Herrera, R. 2011. Pesca deportivo-recreativa. En Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D.F.

Herrera-Silveira, J. Morales-Ojeda, S. 2010. Subtropical Karstic Coastal Lagoon Assessment, Southeast Mexico. The Yucatan Peninsula Case. Coastal Lagoons. Critical Habitats of Environmental Change. 307 – 333 pp.

Herrera-Silveira, J., Morales, S. y Ramírez J. Plantas Marinas. [en línea]. México. Formato pdf. <http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap4/20%20Plantas%20marinas.pdf>.

Heyman, W. D., Graham, R. T., Kierfye, B., y Johannes, R. E. 2001. Whale sharks *Rhincodon typus* aggregate to feed on fish spawn in Belize. Marine Ecology. Progress Series. 282 pp.

Hidalgo Mihart M. G., F. Contreras Moreno y L. A. Pérez Solano. 2012. Jaguares de los humedales del sureste de México. CONABIO. Biodiversitas. 104:6-11 pp.

Hilton-Taylor, C. 2000 (compiler). 2000 IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Hixon M.A. y Beets J.P. 1993. Predation, prey refuges, and the structure of coral-reef fish assemblages. Ecol. Monogr 63:77-101 pp.

HLPE, 2014. La pesca y la acuicultura sostenibles para la seguridad alimentaria y la nutrición. Un informe del Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, Roma, 2014.133 pp.

Hofmann, E.E. y S.J. Worley, 1986. An investigation of the circulation of the Gulf of México. Journal of Geophysical Research, 91(12):14221-14236 pp.

Holcombe, T. L., 1977. Caribbean bathymetry and sediments. En: Weaver, J.D. (Ed.). Geology geophysics and resources of the Caribbean: Report of the IDOE Workshop on the geology and Marine Geophysics of the Caribbean region and its resources. Kingston, Jamaica, 17-22 February 1975. Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO. pp. 27-62 pp.

Holmes K., S. Brooke, Ardron, J. 2009. Deep-Sea Mining: The Threat to Hydrothermal Vents. Marine Conservation Biology Institute (MCBI). Publicación Electrónica 53 pp.

Horta-Puga G. y J. P. Carricart- Ganivet. 1993. Corales pétreos recientes (*Milleporina*, *Stylasterina* y *Scleractinia*) de México. En S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González, editores. Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO/CIQRO, México, D. F. 64-78 pp.

Huh, O.K, W.J. Wiseman, Jr., y L.J. Rouse Jr., 1978. Winter cycle of sea surface thermal patterns, northeastern Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*, 83(9): 4523-4529 pp.

Huston M. 1985. Patterns of species diversity on coral reefs. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 16:149-177 pp.

Ibañez, Reyna. (2011). Pesca deportiva-recreativa como un atractivo turístico en México. Caracterización, estimación de su demanda futura y efecto multiplicador a otros sectores. En. TuryDes. Revista de Investigación en Turismo y Desarrollo Local. (revista electrónica) Vol. 4. No. 10 (junio-julio) 20 pp. <http://www.eumed.net/rev/turydes/10/ri.pdf>

Illife, T. 1993. Fauna troglobia acuática de la Península de Yucatán. Universidad at Galveston, Galveston Texas. Biodiversidad Marina y Costera de México. 673-686 pp.

INAPESCA. 2010. La administración pesquera mediante el manejo compartido por cuotas (MCC). Disponible en <http://www.inapesca.gob.mx/portal/component/content/article/1-boletines/40-administracion-pesquera> Consultado el 18 de diciembre de 2015.

INAPESCA, 2014a. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de Mero (*Epinephelus morio*) y especies asociadas en la Península de Yucatán. Diario Oficial de la Federación. 25 de noviembre de 2014. 76 P.

INAPESCA 2014b. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para la langosta espinosa (*Panulirus argus*) de la Península de Yucatán. Diario Oficial de la Federación 13 de marzo de 2014.

INAPESCA 2014c. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para las especies de camarón rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis*) y de roca (*Sicyonia brevirostris*) de los Caladeros de Contoy, Quintana Roo. Diario Oficial de la Federación 25 de marzo de 2014.

INAPESCA 2014d. ACUERDO por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de pulpo (*O. maya* y *O. vulgaris*) del Golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial de la Federación 28 de marzo de 2014.

INAPESCA. 2014e. Imparte CRIP manzanillo taller sobre buenas prácticas de producción acuícola aplicadas al cultivo de tilapia. INAPESCA. Boletín Informativo. Viernes, 21 de noviembre de 2014. Disponible en: <http://www.inapesca.gob.mx/portal/sala-de-prensa/boletines/433-imparte-crip-manzanillo-taller-sobre-buenas-practicas-de-produccion-acuicola-aplicadas-al-cultivo-de-tilapia> Consultado el 1 de septiembre del 2015.

INEGIa - Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER). México.



INEGI - Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda 2010. México.

Instituto Mexicano del Petróleo. 1980. El género *Orbitolina* en México y su distribución estratigráfica.

Instituto Nacional de Ecología. 2000. La calidad del agua en los ecosistemas costeros de México. SEMARNAP. 407 pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011. Estudio hidrológico del estado de Quintana Roo. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Reserva de la Biosfera Los Petenes.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2005. Censo poblacional.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2007. La agricultura en Quintana Roo: Censo Agropecuario.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Estadísticas Quintana Roo. INEGI. 2011. <http://mapserver.inegi.org.mx/geografía/español/estados>

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Quintana Roo. [http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_qroo](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_qroo).

Jauregui Ostos, E. 2003. Climatology of landfalling hurricanes and tropical storms in Mexico *Atmósfera*, vol. 16, núm. 4 de octubre. 193-204 pp.

Jiménez-Sabatini, T., F., Aguilar-Salazar, J. de D., Martínez-Aguilar, R., Figueroa-Paz y C., Aguilar-Cardozo. 1998. Una Visión Pesquera Sobre la laguna de Yalahau en el Área de Holbox, Quintana Roo, México. Federación Regional de Sociedades Cooperativa de la Industria Pesquera del Estado de Quintana Roo. Instituto Nacional de Pesca. México

Jones, J. K. et al. 1973. Annotated Checklist of Mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. I Occas. Papers Mus. Texas Tech. Univ. 13: 1-31 pp.

Jorgenson, J. 1993. Wildlife gardens, and subsistence hunting by maya indians in Quintana Roo, México. Tesis de Doctorado, University of Florida, Gainesville, E.U.A.

Kennicutt MC, Brooks JM, Bidigare RR, Fay RA, Wade TI, McDonald TJ (1985) Vent type taxa in a hydrocarbon seep region on the Louisiana slope. *Nature*, 317: 351-353 pp.

Koch, V. 2015. Análisis Comparativo de Instrumentos para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad en el Golfo de California. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y CONANP. 53 pp.

Kramer, P., M. McField, L. Álvarez Filip, I. Drysdale, M. Rueda Flores, A. Giró, y R. Pott. 2015 Report Card for the Mesoamerican Reef. Healthy Reefs Initiative ([www.healthyreefs.org](http://www.healthyreefs.org)).

Kukuyev E. 1996. The new finds in recently born individuals of the Whale Shark *Rhincodon typus* (Rhincodontidae) in the Atlantic Ocean. Vol. 36 (2). 203 pp.

Landsea C.W., R. A. Pielke Jr., A. M. Mestas-Nunez, y J. A. Knaff. 1999. Atlantic basin hurricanes: Indices of climatic changes. Climate Change, in press.

Lankford, R. R. 1977. Coastal Lagoons of Mexico: Their Origin and Classification. En: Wiley, M. (ed.) Estuarine Processes Academic Press, Inc. USA 2:182-215 pp.

Lanyon J. 1986. Seagrasses of the Great Barrier Reef. Great Barrier Reef Marine park Authority Special Publication Series (3). Townsville, Australia. 54 pp.

Lara-Lara, J.R., et al. 2008. Los Ecosistemas Marinos. Capital Natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, 135-159 pp.

Last, P.R. y Stevens, J.D. 1994. Sharks and Rays of Australia. East Melbourne, Australia: CSIRO Australia.

Lawlor, T. E. 1965. The Yucatan deer mouse, *Peromyscus yucatanicus*. University of Kansas Publications, Museum of Natural History, 16:421-438 pp.

Lazcano-Barrero, M. A. E.J Torres; J. Castillo y E. Espinoza. 2012. Censo Nacional del Jaguar y sus Presas (1ª Etapa) con el apoyo de la Reserva Ecológica El Edén, A.C., ECOSUR, IE-UNAM, CONANP y CONABIO. Hoja de cálculo SNIB-CONABIO Reserva Ecológica El Edén, Quintana Roo. Proyecto HE011. México, D.F.

Lazcano, M., Gómez, A. y Hernández, A., (editores). 2008. Seminario sobre la conservación de la zona norte de Quintana Roo. Reserva Ecológica el Edén. Cancún, Quintana Roo. 75 pp.

Lazcano, M., M. Vázquez-Sánchez, I. March, H. Nuñez y M. Fuller. 1995. La Región de Yalahau: Propuesta para el Establecimiento de una Zona de Conservación y Desarrollo Sostenible en el norte de Quintana Roo. CECRN, Colegio de la Frontera Sur, México.

Lazcano, M., March, I., Nuñez, H., Ruelas, E., Muñoz, A. y Martínez R. 1992. Inventario faunístico de la Reserva el Edén, Quintana Roo: una prospección. ECOSFERA A. C. Reporte Técnico, San Cristóbal de las Casas, México.

Lee, J. 1980. An ecogeographic analysis of the herpetofauna of the Yucatan Peninsula. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Misc. Publ. 67:1-75 pp.

Lee, J.C. 1996. The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula. Cornell University Press. Ithaca. NY. 500 pp.

León YM, Bjorndal KA 2002. Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 245:249-258 pp.

Lesser, J.M., y Weidie, A.E., 1988. Region 25, Yucatan Peninsula, Chapter 28: The Geology of North America. Vol. O-2, Hydrogeology. The Geological Society of America. 237-241 pp.

Lewis, J.K. y Hsu, S.A. 1992. Mesoscale air-sea interactions related to tropical and extratropical storms in the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research* 97.

Lewis, J.K., Kirwan, A.D. y Forristall, G.Z. 1989. Evolution of a warm-core ring in the Gulf of Mexico: Lagrangian observations. *Journal of Geophysical Research*, no. 94.

Little D, Little M, Bucher K y J. Norris. 1989. Marine Plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 263 pp.

Little M. M y K. E Arnold. 1990. Sources of variability in macroalgal primary productivity: sampling and interpretative problems. *Aquat. Bot.* 8: 141 - 156.

Logan, B. W., J. L. Harding, W. M. Ahr, J. D. Williams y R. G. Snead. 1969a. Late Quaternary Sediments of Yucatan Shelf, Mexico. En: Mac Birney, A. R. (Comp.) Carbonate Sediments and Reefs. Yucatan Shelf, Mexico. Am. Ass. Petro. Mem. 11:5-28 pp.

Logan, B. W. 1969b. Part 2. Coral reefs y banks, Yucatan shelf Mexico (Yucatan Reef Unit). En: B. W. Logan, J. L. Harding, W. M. Ahr, J. D. Williams, and R.S. Snead (eds.), Carbonate sediments and reefs, Yucatan shelf, Mexico. Memoir 11. Tulsa, Okla.: American Association of Petroleum Geologist. 129-198 pp.

López Santillán, María de los Ángeles Alejandra. 2010. Metamorfosis del paraíso: La producción de isla Holbox como destino turístico del Caribe Mexicano, Zamora, Michoacán, El Colegio de Michoacán, Tesis de Doctorado en Antropología Social. 533 pp.

López, E. Estudio geológico de la Península de Yucatán [en línea]. México. Formato pdf. Disponible en: [http://www.amgp.org/ws/articulos/1973/1973\\_Ene\\_Mzo\\_02.pdf](http://www.amgp.org/ws/articulos/1973/1973_Ene_Mzo_02.pdf)

López, O. A. 1983. Reporte Preliminar de las Aves de Quintana Roo con Mención Especial al Área de Propuesta Como Reserva de la Biosfera. Ponencia. XXIX Reunión Int'l. Waterfowl Res. Bur. IWRB. La Rabida, España.

López-Ramos, E., 1983, Geología de México: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, 3a. ed., 453 pp.

Loreto- Viruel R.M., Morales-López J., Loreto-Viruel, A., Merediz-Alonso, G. Lazcano- Barrero, M.A, Jiménez-Cahuich, L. Martínez, B. y Paredes, Y. 2005. Caracterización y conservación de los arrecifes del

norte de Quintana Roo, México. Reporte de Actividades del Proyecto presentado a National Fish and Wildlife Foundation. Amigos de Sian Ka'an A.C. 24 pp.

Lugo, J., Aceves, J. y Espinosa R. 1992 Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. Revista, volumen 10, número 2. 143-150 pp.

Lynch, J. F. 1989. Distribution of Overwintering Nearting Migrants in the Yucatan Peninsula, I. General Patterns of Occurrence. Condor 91: 515-544.

Macías Richard, Carlos. 1997. "La colonización insular y costera en el Caribe Mexicano", en Revista Mexicana del Caribe, 3 (ene.-jun. 1997), 112-151 pp.

Macías Zapata, Gabriel. 2002. La península fracturada. Conformación marítima, social y forestal del territorio federal de Quintana Roo, 1884-1902, México, CIESAS-UQROO-Miguel Ángel Porrúa. 332 pp.

MacKinnon H., B. 2005. Aves y Reservas de la Península de Yucatán. Amigos de Sian Ka'an, Quintana Roo. 76 pp.

MacKinnon H., B. 2008. Listado de especies que se han registrado en Yum Balam y sus zonas colindantes que por su hábitat y distribución las hacen susceptibles de ser encontradas dentro de ésta. Doc. Int. Amigos de Sian Ka'an.

Magaña, V y L. Gómez, 2009. Identificación de prioridades regionales y talleres de cambio climático en áreas naturales protegidas. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. FMCN. Informe Final. 38 pp.

Manterola, C., Conde, D. A., Colchero, F., Rivera, A., y Huerta, E. (2011). El jaguar como elemento estratégico para la conservación. Corredor Biológico Mesoamericano México Serie Acciones, (8).

Marín Guardado, Gustavo. 2000. Holbox. Antropología de la Pesca en una isla del Caribe Mexicano. Zamora, Michoacán, El Colegio de Michoacán. 244 pp.

Marín, G. 1999. Holbox: tortugas, tiburones y langosta. Antropología de la pesca en una isla del Caribe Mexicano. Zamora, Michoacán, El Colegio de Michoacán. 248 pp.

Maris Arnaíz, Stella y Alfredo César Dachary. 1992, El Caribe mexicano, una frontera olvidada, Chetumal, Universidad de Quintana Roo-Fundación de Parques y Museos de Cozumel, 456 pp.

Maris Arnaíz, Stella y Alfredo César Dachary. 1992. Caribe mexicano, una introducción a su historia, México, CIQRO. 107 pp.

Márquez, M. R. 1990. FAO Species Catalogue, Vol. 11. Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of the sea turtle species known to date. FAO United Nations, 81 pp.

Marshall J, Johnson H, Goodman J. 2001. A study of the interaction of the North Atlantic Oscillation with ocean circulation. *Journal of Climate* 14: 1399–1421 pp.

Martínez, M. del R. 2013. Modelo de gestión para el desarrollo de la Acuicultura en el sur de Quintana Roo. Tesis de Maestría. Universidad de Quintana Roo. 92 pp.

Melo, C. 2002. Áreas Naturales Protegidas de México en el siglo XX. Temas selectos de geografía de México, Instituto de Geografía de la UNAM. México.

Merediz, G., Lazcano, M. y García, G. 2006. Estrategia de conservación de tierras del norte del estado de Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an.

Merino, M. y L. Otero. 1991. Atlas ambiental costero de Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). 80 pp.

Merino, M. 1991. Afloramiento en la Plataforma de Yucatán: Estructura y fertilización. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Merino-Ibarra M. 1983. Estudios ambientales del Arrecife de Puertos Morelos, Quintana Roo. Informe del Proyecto de Investigación PAMOR. UACP y P-CCH. Maestría en Ciencias del Mar. 52 pp.

Merino-Ibarra, M., 1992. Afloramiento en Plataforma de Yucatán: estructura y fertilización. Tesis Doctoral. UACP y P-CCH. Universidad Autónoma de México, 236 pp.

Merriam 1901, Merans 1901, Allen y Osgood 1904, Gaumer 1917, Nelson y Goldman 1931, en Allen y Sosa, Pech-Canché<sup>2</sup>, MacSwiney y Silvia, Hernández-Betancourt. 2013. Mamíferos terrestres de la Península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. México.

Meylan, A. B. 1999a. International movements of immature and adult hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the Caribbean region. *Chelonian Conservation and Biology*. 3 (2): 189-194 pp.

Meylan, A. B. 1999b. Status of the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the Caribbean region. *Chelonian Conservation and Biology*. 3 (2): 177-184 pp.

Miranda F. 1958. La vegetación. En: Los recursos naturales del sureste de México. INMERNAR.

Molina, C., P. Rubinoff, y J. Carranza, Amigos de Sian Ka'an, 1998. Normas prácticas para el Desarrollo Turístico: De la Zona Costera de Quintana Roo, México. Quintana Roo, México.

Molinari R.L. y Morrison J. 1988. The separation of the Yucatan Current from the Campeche Bank and intrusion of Loop Current into the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*, 93(C9):10645-10654. American Geophysical Union, Washington DC, EE.UU.

Monreal-Gómez, M.A., D. A. Salas-de-León y A. Gracia-Gasca. 2004. El Golfo de México. En: C. Carrillo Trueba y N. Hinkley (Eds.), *Ciencias*, 76:25-33 pp.

Morales Vela, B. y D. Olivera G. 1994a. Distribución espacial y estimación poblacional de los manatíes en la bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. Revista de Investigaciones Científicas, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Vol. 2 (No. Esp. 2):27-34 pp.

Morales, B. y Olivera, L. 1997. Distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en la costa norte y centro-norte del estado de Quintana Roo. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología 68(1):153-164 pp.

Morales, J. J. 2004. El joven Mar Caribe. En: C. Carrillo Trueba y N. Hinket (Eds.), Ciencias 76:34-41 pp.

Morales, J. La península que surgió del mar [en línea]. México. Formato pdf. Disponible en: [http://www.bibliotecabasica.yucatan.gob.mx/archivos\\_modulos/biblioteca/pdf\\_200910225385.pdf](http://www.bibliotecabasica.yucatan.gob.mx/archivos_modulos/biblioteca/pdf_200910225385.pdf)

Morris, J.A., Akins J.L., Barse, D., Cerino, D., Freshwater, D.W., Green S.J., Muñoz, R.C., Paris, C., y Whitfield P.E., 2009. Biology and Ecology of the Invasive Lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 6 pp.

Morrison, J.M., Nowlin, W.D.Jr., 1977, Repeated nutrient, oxygen and density sections through the Loop Current: Journal of Marine Research, 35, 105-128 pp.

Morton, J.F. 1980. The Australian Pine or Beefwood (*Casuarina equisetifolia*), an Invasive "Weed" Tree in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 93:87-95 pp.

Moyle, T. y Cec, Jr. J. 1988. Fishes. An introduction to Ichthyology. 2nd ed. Prentice Hall.

Municipio de Isla Mujeres. 2008. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Isla Mujeres. 229 pp.

Myers, J. P., Williams, S. L., y Pitelka, F. A. (1980). An experimental analysis of prey availability for sanderlings (Aves: Scolopacidae) feeding on sandy beach crustaceans.

National Oceanic and Atmospheric Administration 1983. Atlantic Hurricane Season of 1983.

Navarro, D. 1994. Biogeografía, Conservación y Diversidad de Mamíferos. En: Biodiversidad Faunística en la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

Navarro, D., Jiménez, T. Juárez, J. 1990. Los Mamíferos de Quintana Roo. En: Diversidad Biológica en la Reserva de Sian ka'an, Quintana Roo, México. Daniel Navarro y John G. Robinson (Editores).

Nelson, E. W., y Goldman, E. A. 1931. New carnivores and rodents from Mexico. Journal of mammalogy, 12 (3), 302-306 pp.

NOAA. 2007. Cayman Islands Twilight Zone. Office of Ocean Exploration and Research | National Oceanic and Atmospheric Administration. U.S. Department of Commerce. <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/07twilightzone/welcome.html>

COTEJADO



Nobre P. y Shukla J. 1996. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America, J. Clim., 9, 2464-2479 pp.

Norman, B.M. 1999. Aspects of the biology and ecotourism industry of the Whale Shark *Rhincodon typus* in north-western Australia. Mac Phill. Thesis (Murdoch University, Western Australia).

Norzagaray, M., Muñoz, P., Sánchez, L., Capurro, L., Llánes, O. 2012. Acuacultura: estado actual y retos de la investigación en México. AquaTIC. 37: 20-25 pp.

Nowlin, W.D. 1971. Water masses and general circulation of the Gulf of Mexico. Oceanology, Contribution No. 452: Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Shirshov Institute of Oceanology, RAS, Moscú. 173-178 pp.

Núñez-Lara E, Arias-González JE. 1998. The relationships between reef fish community structure and environmental variables in the southern Mexican Caribbean. J. Fish Biol. 53: 209-221 pp.

Oceanus A. C. 2007. Caracterización de las comunidades arrecifales de Yum Balam. Chetumal, Quintana Roo. 59 pp.

Ochoa, J., J. Sheinbaum, A. Badán, J. Candela, y D. Wilson. 2001. Geostrophy via potential vorticity inversion in the Yucatan Channel. Journal Marine Research.

Olmsted, I. 1983. Exotic Threat. Fairchild Tropical Garden Bulletin.

Olmsted, I. y R. Durán. 1986. Aspectos ecológicos de la selva baja inundable de la Reserva Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Biótica 11 (3): 151-179 pp.

Ordoñez, U. y García, V. 2005. Ictiofauna juvenil asociada a *Thalassia testudinum* en la laguna Yalahau, Quintana Roo. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Mérida. Hidrobiológica 15 (2 especial): 195-204 pp.

Orellana, R., E. García de Miranda, I. Bañuelos, M. Balan, A. González-Iturbe, F. Herrera y J. Vidal. 1999. Climatología de la Península de Yucatán. P. Chico-Ponce de León, A. García de Fuentes. (eds.). Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán.

Paull CK, Hecker B, Commeau R, Freeman-Lynde RP, Neumann C, Corso WP, Golubic S, Hook JE, Sikes E, Curray J 1984. Biological Communities at the Florida Escarpment resemble hydrothermal vent taxa. Science, 226:965-967 pp.

Paynter, R. A. 1955. The Ornithogeographyc of the Yucatan Peninsula. Peabody Museum of Natural History, Yale University. Bull. 9.

Peel, J. R., R. Sáenz, E. May, J. Montero y D. Aldana-Aranda. 2010. Importancia de un área natural protegida en el Caribe Mexicano en la Conservación y Manejo de una especie amenazada, el caracol rosado *Strombus gigas*. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Pequegnat, W.E., Gallaway, B.J. y Pequegnat, L.H. (1990). Aspects of ecology of the deep-water fauna of the Gulf of Mexico. *Am. Zool.*, 30: 45–64 pp.

Pérez, R., F.E. Müller-Karger, I. Victoria, N. Melo y S. Cerdeira. 1999. Cuban, Mexican, U.S. Researchers Probing Mysteries of Yucatan Current. *EOS, Transactions, American Geophysical Union (AGU)*. Volumen 80, Número 14, 153 pp. EUA.

Pichon, M. 1981. Dynamic aspects of coral reefs benthic structures and zonation. *Proc. 4th. Int. Coral Reef Symp.*, Manila, 1:581-594 pp.

Powell, G. L., J. Matsumoto y D. A. Brock, 2002. Methods for determining minimum freshwater inflow need of Texas bays and estuaries. *Estuaries*, 25 (6B): 1262-1274 pp.

Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). (2011). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo II. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F.

Prezas, H.B, 1996. X'cacel: Propuesta para el establecimiento y manejo de un área protegida. Tesina de Maestría en Ciencias. ECOSUR. Chetumal, Q. Roo, México. 90 pp.

PROCER/CONANP, 2011a Ficha de identificación *Chelonia mydas*. Consultada en línea: [http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas\\_tortugas/tortuga\\_verde\\_prieta\\_2011.pdf](http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas_tortugas/tortuga_verde_prieta_2011.pdf) el 16 de abril de 2015.

PROCER/CONANP, 2011b Ficha de identificación *Eretmochelys imbricata*. Consultada en línea: [http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas\\_tortugas/tortuga\\_carey\\_2011.pdf](http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas_tortugas/tortuga_carey_2011.pdf) el 16 de abril de 2015.

PROCER/CONANP, 2011c Ficha de identificación *Caretta caretta*. Consultada en línea: [http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas\\_tortugas/tortuga\\_caguama\\_2011.pdf](http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas_tortugas/tortuga_caguama_2011.pdf) el 16 de abril de 2015.

PROCER/CONANP, 2011d Ficha de identificación *Dermochelys coriacea*. Consultada en línea: [http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas\\_tortugas/tortuga\\_laud\\_2011.pdf](http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas_tortugas/tortuga_laud_2011.pdf) el 16 de abril de 2015.

PROCER/CONANP, 2011e Ficha de identificación *Lepidochelys kempii*. Consultada en línea: [http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas\\_tortugas/tortuga\\_lora\\_2011.pdf](http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas_tortugas/tortuga_lora_2011.pdf) el 16 de abril de 2015.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2014. Índice de Desarrollo Humano Municipal en México: nueva metodología. México.

Pronatura Península de Yucatán, A. C. y Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. n.d. Importancia de la zona norte de Quintana Roo: Alrededores del Santuario de Tortugas Marinas y Parque Nacional Isla Contoy.

Pulido, M.T. y Caballero, J. 2011. Uso de la palma de huano. En Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F.

Quero, H.J. 1992. Las palmas silvestres de la Península de Yucatán. Instituto de Biología, UNAM. México.

Quijano, E. y Calme, S. 2002. Aprovechamiento y conservación de la fauna silvestre en una comunidad maya de Quintana Roo. Etnobiología 2: 1-18 pp.

Ramírez Estevez, A. E. 2005. Semicultivo experimental de juveniles de langosta espinosa *Panulirus argus* hasta talla comercial en Isla Mujeres, Quintana Roo, proyecto 2005-12555. INAPESCA. 5 pp.

Ramírez, P. Torrescano, J.N., Tecpa, A. y Vázquez, J. 2001. Importancia y uso del entorno natural en una comunidad indígena maya: Petcacab, Quintana Roo, México. TIP: Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas 4: 61-71 pp.

Ramírez-Llodra, E., P. A. Tyler, M. C. Baker, O. A. Bergstad, M. R. Clark, E. Escobar, L. A. Levin, L. Menot, A. A. Rowden, C. R. Smith, C. L. Van Dover. 2011. Man and the Last Great Wilderness: Human Impact on the Deep Sea. Plos ONE 6 (8): e22588 doi: 10.1371/journal.pone.0022588.

Ramírez-Macías, Meekan, de la Parra-Venegas, Remolina-Suárez, Trigo-Mendoza, Vázquez-Juárez, (en prensa). Patterns in the composition and abundance of whale sharks (*Rhincodon typus*) in coastal waters near Holbox Island, Mexico. En revisión en el Journal of Fish Biology, Julio 2011.

Ramírez-Pulido, J. y M. Britton. 1981. An historical synthesis of the mexican mammalian taxonomy. Proceedings of the Biological Society Washington 91:1-17 pp.

Rappole, J. H., E. S. Morton, T. E. Lovejoy, III, y J. Ruos. 1988. Nearctic Avian Migrants in the Neotropics. U. S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service.

Remolina, F. 1995. Mamíferos. En: Yum Balam A. C. 1995. Diagnóstico de la Región maya del norte del Estado de Quintana Roo.

Remolina, J. y Poot, S. 2008. Atención de incendios en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Distrito Federal, México. 34 pp.

Reyes, M. A. 2005. El sistema circulatorio del planeta azul. Avance y perspectiva, 24 (3): 71-75 pp. CINVESTAV, Mérida.

Reyes, O. 2010. Caracterización espacial y temporal de la columna de agua en la Reserva de la Biosfera del Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*) ubicada al noreste de la Península de Yucatán. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Mérida. Recursos del Mar. Laboratorios de Producción Primaria y Oceanografía Física. Mérida, Yucatán. 122 pp.

Reyes-Bonilla, H., E. Jordan- Dalhgren. 2013 Southwestern Gulf Coral Reefs. Connectivity, biogeographical relationships and management implications. En: J.W. Day and A. Yañez- Arancibia Eds. Gulf of Mexico. Origin, Waters and Biota. Vol. 4 Ecosystem- based management. Harte Research Institute for Gulf of Mexico studies series.

Risk, M. J. (1972). Fish diversity on a coral reef in the Virgin Islands. Atoll Res. Bull. 153 pp.

Risolo, Dominique. 2007. La Costa Escondida: Una Investigación Arqueológica del Antiguo Puerto Maya de Vista Alegre, Quintana Roo, México. Con la contribución de Jeffrey B. Glover, Ph.D., Department of Anthropology, Georgia State University. 43pp.

Robinson, M. K. 1973. Atlas of monthly sea surface and subsurface temperatures and depth of the top of the thermocline Gulf of Mexico and Caribbean Sea. Scripps Inst. Ocean. 73-8: 1-12 pp.

Rodríguez, F. y García G. (compiladores). 2007. Durán, R., Andrade, M., Merediz, G., Bermúdez, D., Lasch, C., Acosta, E., Reza, M. y Franquesa, A. Plan de Conservación de Áreas, Zona Noreste de la Península de Yucatán. Pronatura Península de Yucatán A. C., Amigos de Sian Ka'an A. C., Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán A. C. y The Nature Conservancy. 202 pp.

Rodríguez-Serna, M., Carmona-Osalde, C., Guzmán-García, X., Puerto-Novelo, E. 2012. Primeras experiencias para el desarrollo del cultivo de holotúridos (*Isostichopus badionotus* y *Holothuria floridana*) endémicos del golfo de México. Revista Aquatic. 36: 3-10 pp.

Rodríguez-Soto, C.; Monroy-Vilchis, O.; Mairano L.; Boitani, L.; Faller, J. C.; Briones, M. A.; Núñez, R.; Rosas-Rosas, O.; Ceballos, G. y Falucci, A. 2011. Predicting potential distribution of the jaguar (*Panthera onca*) in Mexico: identification of priority areas for conservation. Diversity and Distributions. 17: 350-361 pp.

Rojas Canales, María del Carmen y Ríos Valdez, Amado, 2012. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos. México.

Romero, Eugenia R. y Susana Gurrola Briones. 1991. "La navegación Maya en el Caribe Mesoamericano." En: España y Nuevo España: sus acciones transmarítimas. Memorias del 1er Simposio Internacional. México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 71-87 pp.

Rosencrantz, E. 1990. Structure and tectonics of the Yucatan Basin, Caribbean Sea, as determined from seismic reflection studies, *Tectonics*, 9(5), 1037-1059 pp.

Round F. E. 1984. The ecology of algae. Cambridge University Press. 653 pp.

Roys, Ralph. 1957. The Political Geography of the Yucatan Maya, Washington: Carnegie Institution of Washington. 187 pp.

SAGARPA - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. DOF 24 de agosto de 2012.

Salazar Vallejo, Sergio I., 1996. Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Gran Caribe. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, vol. 67, núm. 1, enero-junio, 1996, 11-50 pp. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.

Salazar-Vallejo, S. I., González, N. E., y Schwindt, E. 2008. Taxonomía de invertebrados marinos: Necesidades en latinoamérica. *Interiencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 33(7), 510-517 pp.

Sánchez Herrera, O., G. López Segurajáuregui, A. García Naranjo Ortiz de la Huerta y H. Benítez Díaz. 2011. Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 270 pp.

Sánchez, L., González, R., Perry, E. 2005. Hydrodynamic behavior of the Yucatan aquifer a perspective on the hydraulic conductivity estimation. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

Sanders, William T. 1955. An Archaeological Reconnaissance of Northern Quintana Roo. Carnegie Institution of Washington, Department of Archaeology, Cambridge. 222 pp.

Santos T., Tellería J.L. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*. 2006/2 3-12 pp.

Saravanan, R., y P. Chang, 2000. Interaction between tropical Atlantic variability and El Niño–Southern Oscillation. *J. Climate*, 13, 2177–2194 pp.

Schmitter, J., Comín, A., Escobar, E., Herrera, J., Alcocer, J., Suárez, E., Elías, G., Díaz, A., Martín, L. y Steinich, B. 2002. Hydrogeochemical and biological characteristic of cenotes in the Yucatan Peninsula (SE Mexico). *Hydrobiology* 467:215–228 pp.

Schmitter-Soto, J. J., Vásquez Yeomans, L., Aguilar Perera, A., Curiel Mondragón, C. y Caballero Vázquez, J. A. 2000. Lista de peces marinos del Caribe mexicano. *Anales del Instituto de Biología* 71(2):143-177 pp.

Schmook, B. 2011. *La milpa y la biodiversidad*. En Pozo, C., Armijo, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación*, Tomo I. El Colegio de la Frontera

COTEJADO

Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F.

Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT). 2011. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante. Dirección General de marina Mercante. Anuario Estadístico del Transporte Marítimo 2011. México. Recuperado el 29 de abril de 2015 de [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/CGPMM/U\\_DGMM/ESTADISTICAS/2011/info\\_anuarios/2F1CabCarga.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/CGPMM/U_DGMM/ESTADISTICAS/2011/info_anuarios/2F1CabCarga.pdf)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2004. La Pesca Deportivo-Recreativa en Quintana Roo, México. Román Medina Matos. Departamento de Fomento Pesquero, Subdelegación de Pesca.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, Segunda Sección. México D.F., 2 de diciembre de 2010.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, México D.F., 24 de agosto de 2012

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2015. Catálogo de Localidades. Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/Default.aspx?tipo=claveycampo=munyvalor=23>, [consultado el día 9 de junio de 2015].

Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. (En prensa). Programa de Manejo Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sistema Lagunar Chacmocho. 149 pp.

Secretaría de Marina. 1972. Informe de datos oceanográficos IV crucero VU/71-20. Instituto Nacional de Pesca y Secretaría de Marina.

Secretaría de Marina. 1977. Carta Náutica S. M. 900 Canal de Yucatán y proximidades 1:906, 530 pp. 5ª ed. Feb 1977.

Secretaría de Marina. 1980. Contribución al conocimiento de las características fisicoquímicas de las aguas del Caribe Mexicano. Química del Océano, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT-INE). 2008. Informe sobre: Cambio Climático y Pesquerías. Del Estudio Generación de escenarios de CC a escala regional, al 2030 y 2050; evaluación de la vulnerabilidad y opciones de adaptación de los asentamientos humanos, la biodiversidad y los sectores ganadero, forestal y pesquero, ante los impactos de la variabilidad y el cambio climáticos; y fomento de capacidades y asistencia técnica a especialistas estatales que elaborarán programa estatales de CC.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2001. Proyecto de conservación, recuperación y manejo del manatí *Trichechus manatus* en México. México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Viajeros Milenarios en Riesgo. Disponible en: [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/04\\_biodiversidad/recuadros/c\\_rec6\\_04.htm](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/04_biodiversidad/recuadros/c_rec6_04.htm)  
Consultado el 15 de mayo de 2015.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2012. Sistema Arrecifal Mesoamericano. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/tratados-internacionales/cooperacion-regional/frontera-sur/sistema-arrecifal>. Consultado el 12 de mayo de 2015.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013. Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias, México, D.F.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas, México.

Secretaría de Turismo (SECTUR). 2002. *Turismo alternativo: una nueva forma de hacer turismo*. Fascículo 1. México. [Serie: Turismo Alternativo]. 32 pp.

Secretaría de Turismo (SECTUR). 2013. Compendio Estadístico del Turismo en México 2013. México.

Secretaría de Turismo (SECTUR). 2015. Indicadores turísticos SEDETUR. Disponible en: <http://sedetur.qroo.gob.mx/estadisticas/indicadores/Indicadores%20Turisticos%20%202011.pdf>. Consultado el 26 de abril de 2015.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUE). 2008. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres. Quintana Roo, México. 74 pp.

SEMARNAP. 2000. Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas. México. 72 pp.

SEMARNAT-CONANP. 2003. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar, Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Compilada por José Francisco Remolina Suárez. 22 pp.

SEMARNAT. 2014. Plan de manejo de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en el Caribe Mexicano, Quintana Roo. 21 pp.

SEMARNAT-CONANP. 2010. Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Manatí (*Trichechus manatus manatus*). Compilado por, L. D. Olivera Gómez, A. Ortega-Argueta, B. Morales Vela y L. C. Colmenero Rolón. México, D.F. 50 pp.

Signoret, M., C. Bulit & R. Pérez. 1998. Patrones de distribución de clorofila a y producción primaria en aguas del Golfo de México y del Mar Caribe. *Hidrobiológica* 8 (2): 81-88.



Silas, E.G. 1986. The whale shark (*Rhincodon typus*) in Indian coastal waters: Is the species endangered or vulnerable? Marine Fisheries Information Service, Technical and Extension Series 66: 1:19.

Snedaker, S., J. Clark y I. Olmsted. 1991. The Status of Biodiversity in Quintana Roo, Yucatan Peninsula. A Review Prepared by the Collaborating Institutions: CINVESTAV, Mérida, México; RSMAS/University of Miami, Miami; CIQRO, Chetumal, Q Roo, México; GEMA, Cancún, México; PRONATURA, Mérida, México; Audubon Society, Tavernier, Florida.

Snelson F.F., Mulligan T.J., Williams S.E. 1988. Food habits, occurrence, and population structure of the bull shark, *Carcharhinus leucas*, in Florida coastal lagoons. Bull Mar Sci 34:71-80 pp.

Snelson, F. F., S. E. Williams-Hooper & T. H. Schmid. 1988. Reproduction and Ecology of the Atlantic Stigray, *Dasyatis sabina*, in Florida Coastal Laggons. Copeia 1988 (3): 729-739 pp.

Solis-Marín FA, Herrero-Pérezrul MD, Laguarda-Figueras A, Torres-Vega J. 1993. Asteroideos y equinoideos de México (Echinodermata). In: Salazar-Vallejo SI, González NE (eds) Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO, Cent Invest Quintana Roo AC, México DF: 91-105 pp.

Sosa, E. y Ramírez, A. 2001. Dinámica de las pesquerías artesanales. Ecofronteras: 14: 13-15 pp.

Sosa, E. y Ramírez, A. 2011. Pesca marina. En Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. 83 pp.

Southworth, C. S. 1985. Application of Remote-Sensing Data, Eastern Yucatan. In: Geology and Hydrogeology of the Yucatan and Quaternary Geology of Northeastern Yucatan Peninsula. By: W. C. Ward, A. E. Weidie and W. Back (eds.). New Orleans Geological Society. New Orleans, USA. 12-19 pp.

Speed CW, Meekan MG, Rowat D, Pierce SJ, Marshall AD, Bradshaw CJA. 2008. Scarring patterns and relative mortality rates of Indian Ocean whale sharks. J. Fish. Biol. 72: 1488-1503 pp.

Springer, S. 1963. Field observation on large sharks of the Florida-Caribbean region. In: Gilbert, P.W. (ed.) Sharks and Survival. D.C. Heath and Co., Boston. 95-113 pp.

Suárez-Morales, E. y Rivera E. 1998. Zooplacton e hidrodinámica en zonas litorales y arrecifales de Quintana Roo, México. Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. Hidrobiológica 8 (1): 19-32 pp.

Sullivan, Paul. 1991. Conversaciones inconclusas. Mayas y extranjeros entre dos Guerras. Barcelona, Ed. Gedisa. 287 pp.

Suprema Corte de Justicia de la Nación, Juzgado Décimo de Distrito en Materia Administrativa Federal. Juicio de Amparo 1298/2014.

Suprema Corte de Justicia de la Nación. Controversia Constitucional 85/2007.

Suprema Corte de Justicia de la Nación. Controversia Constitucional 72/2008.

Tamayo, J. L. 1981. Geografía Moderna de México. Editorial Trillas, Mexico, D. F. 400 pp.

Taube, K. 1995. Monumental Architecture of the Yalahau Region and the Megalithic Style of the Northern Maya Lowlands. In: S. L. Fedick and K. A. Taube (eds.), The view from Yalahau: 1993. Archaeological Investigations in Northern Quintana Roo, Mexico, Fiel Report Series No. 2, 23-58 pp. Riverside, CA: Latin American Studies Program, University of California.

Taylor, J. G. 1996. Whale Sharks, the giants of Ningaloo Reef. Angus & Robertson, Sydney, 176 pp.

Terborgh, J. 1989. Where Have All the Birds Gone? Essays on the Biology and Conservation of Birds that Migrate to the American Tropics. Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey. 224 pp.

Thomassiny, J.S. y Chan, E. 2011. Cambios en el uso de suelo. En Pozo, C., Armijo, N. y Calmé, S. (editoras). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. 83 pp.

Thorbjarnarson, J., Mazzotti F., Sanderson E., Buitrago F., Lazcano M., Minkowski K., Muñiz M., Ponce P., Sigler L., Soberon R., Trelancia A.M., and A. Velasco. 2006. Regional habitat conservation priorities for the american crocodile. Biological Conservation 128: 25-36 pp.

Toledo Ocampo, A., 2005. Marco conceptual: caracterización ambiental del Golfo de México, p. 25- 52. In: A. V. Botello, J. Rendón-von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (Eds.). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias, 2da Edición. Universidad Autónoma de Campeche. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología. 696 pp.

Toledo, Víctor M. 2005. Repensar la conservación: ¿áreas naturales protegidas o estrategia bioregional? Gaceta Ecológica, núm. 77, 67-83 pp. SEMARNAT. México, D.F.

Torres-Maldonado, E. y L. Careaga-Villegas. 2000. Diacronía del Caribe Mexicano. México. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 264 pp.

Torres, J. 2009. Densidad, abundancia, uso de hábitat y patrones de actividad del Ocelote (*Leopardus pardalis*), en la zona noreste del Estado de Quintana Roo. Tesis para obtener el grado de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. 51 pp.

Trejo-Rosas, H. 2014. Abundancia y distribución de *Bathynomus giganteus* (Crustacea: Isopoda: Cirolanidae) en el sur de Golfo de México. Tesis profesional. UNAM, Facultad de Ciencias. 65pp.

Trejo-Torres JC, Durán R, Olmsted I. 1993. Manglares de la Península de Yucatán. In: Salazar-Vallejo S, González NE (eds.), Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO-CIQRO, México, 660-672 pp.

Tribunal Unitario Agrario, Distrito 44 Juicio Agrario 312/2010.

Tribunal Unitario Agrario, Distrito 44. Juicio Agrario 250/2010.

Tribunal Unitario Agrario, Distrito 44; Juicio Agrario 326/2010.

Tulaczyk, S. M., Perry E. C., Duller, C. E. and M. Villasuso. 1993. Influence of the Holbox Fracture zone on the Karst Geomorphology and Hydrogeology of Northern Quintana Roo, Mexico. In Applied Karst Geology, Edited by B. F. Beck, 181-188 pp.

Tulaczyk, S. 1993. Karst geomorphology and hydrogeology of the Northeastern Yucatan Peninsula, Mexico. MSc Thesis. Northern Illinois University. DeKalb, IL.

Tunnell, J. W. 1992. Natural versus human impacts to southern Gulf of Mexico coral reef resources. Proceedings of Seventh International Coral Reef Symposium, Guam 1:300-306 pp.

Tunnell, J. W. 2007. Checklist of the biota associated with southern Gulf of Mexico coral reefs and coral reefs islands. As a supplement to the book J. W. Tunnell, Jr., E. A. Chávez, and K. Wither. 2007. Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico. Texas A&M University Press, College Station, Texas. 256 pp.

U.S. Department of the Navy, 1963. US Navy diving manual. Navy Department.

UNEP. 2007. Deep-sea Biodiversity and ecosystems: A scoping report on their socio-economy management and governance. UNEP-WCMC Biodiversity Series 28. 92 pp. [www.unep-wcmc.org/resources/publications/UNEP\\_WCMC\\_bio\\_series](http://www.unep-wcmc.org/resources/publications/UNEP_WCMC_bio_series).

Universidad de Quintana Roo, Grupo OT. Octubre 2007. Programa de Ordenamiento Ecológico Local. Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, Diagnóstico, 75 pp.

Universidad de Quintana Roo. 2004. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, Quintana Roo. 462 pp.

Velázquez Morlet, Adriana. 2008. El patrimonio arqueológico del norte de Quintana Roo: una mirada al futuro. Ponencia presentada en Lazcano Marco *et al.*, Seminario sobre la conservación de la Zona norte de Quintana Roo. Universidad del Caribe, CONANP, Amigos de Sian Ka'an, SEDUMA Quintana Roo. pp. 32-33 pp.

Vidal, V.M., F.V. Vidal, y J.M. Pérez-Molero. 1992. Collision of the loop current anticyclonic ring against the continental shelf slope of the western Gulf Mexico. Journal Geophysical Research, 97(2): 2155-2172 pp.

COTEJADO

Villalobos Gonzalez, Martha Herminia. 2006. El bosque sitiado: Asaltos armados, concesiones forestales y estrategias de resistencia durante la Guerra de Castas. México. CIESAS- Miguel Ángel Porrúa: CNCA: INAH. 299 pp.

Villanueva, R y Colli, W. 1996. La apicultura en la Península de Yucatán y sus perspectivas. *Folia Entomológica Mexicana* 97: 55-70 pp.

Villanueva, R y Colli, W. 2011. Producción apícola. En Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. 83 pp.

Villa, R. 1950. Observaciones sobre algunos mamíferos de Yucatán y Quintana Roo. *An. Inst. Biol.*, México. 216-240 pp.

Villasuso, M. 2006. Estudios geohidrológicos en los acuíferos cársticos costeros del norte de Quintana Roo. Memorias del foro estatal de investigación científica y desarrollo tecnológico, el sistema hidrológico de Quintana Roo. Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal de Quintana Roo, subgerencia de programas rurales y participación social. Chetumal, México. 48 pp.

Villasuso, M. y Méndez, R. 2000. A conceptual model of the aquifer of the Yucatan Peninsula. Population, development, and environment on the Yucatan Peninsula: From ancient Maya to 2030 Wolfgang Lutz, Lionel Prieto, and Warren Sanderson. Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria. 120-139 pp.

Villena Randolph, R. 1983. Estudio sistemático para la protección de los gasterópodos prosobranquios marinos de Isla Contoy, Quintana Roo. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 107 pp..

Wade TL, Kennicutt MC, Brooks JM. 1989. Gulf of Mexico hydrocarbon seep communities: Part III. Aromatic hydrocarbon concentrations in organisms, sediments and water. *Mar. Environ. Res.* 27:19-30 pp.

Walker, T. 1996. Localized stock depletion: does it occur for sharks? *IUCN Shark Specialist Group.* 6: 1-12 pp.

Ward, W.C. 1985. Quaternary Geology of Nontheastern Yucatan Peninsula. I-V pp. In: Ward, W.C., A.E. Weidi and W. Back. *Geology and Hydrogeology of Northeatern Yucatan and Quaternary Geology of Northeatern Yucatan.* New Orleans Geological Society, New Orleans, Luisiana.

Wells S. M. 1988. Coral Reefs of the World. Atlantic and Eastern Pacific. Vol.1. UNEP. IUCN. Cambridge. 373 pp.

Wilhelm, O. y M. Ewin. 1972. Geology and History of the Gulf of Mexico. Geol. Soc. A. Bull. 83 (3) 575-600 pp.

Wilkinson T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla. 2009. Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. 200 pp.

Williams, D. McB., and A. I. Hatcher. 1983. Structure of fish communities on outer slopes of inshore, mid-shelf and outer reefs of the Great Barrier Reef. Marine Ecology Progress. Series 10:239-250 pp.

Winfield, I. y E. Escobar-Briones. 2007. Anfípodos (Crustacea: Gammaridea) del sector norte del Mar Caribe: Listado faunístico, registros nuevos y distribución espacial. Revista Mexicana de Biodiversidad, 78: 51-61 pp.

World Wildlife Fund (WWF). 2015. Arrecife Mesoamericano. Disponible en: [http://www.wwf.org.mx/que\\_hacemos/arrecife\\_mesoamericano/](http://www.wwf.org.mx/que_hacemos/arrecife_mesoamericano/). Consultado el 12 de mayo de 2015.

Xavier, R., A. Barata, L. Palomo, N. Queririz y E. Cuevas. 2006. Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata* Linnaeus 1766) and Green turtle (*Chelonia mydas*) nesting activity (2002-2004) at the Cuyo beach, México. *Amphibia-Reptilia* 27:539-547 pp.

Yool, A., A. P. Martin, C. Fernández, D. R. Clark. 2007. The significance of nitrification for oceanic new production. *Nature* 447, 999-1002 pp. (21 June 2007). Disponible en: <http://ebookbrowse.com/yool-2007-pdf-d65287884>.

Zapata, R. 2006. Características e impacto socioeconómico de los huracanes "Stan" y "Wilma" en la República Mexicana en el 2005. CEPAL. 319 pp.

Zavala-Hidalgo, J., A. Gallegos-García, B. Martínez-López, S. L. Morey, J. J. O'Brien. 2006. Seasonal upwelling on the Western and Southern Shelves of the Gulf of Mexico. *Ocean Dynamics* DOI 10.1007/s10236-006-0072-3. 333-338 pp.

COPIA  
AUTÉNTICA

COTEJADO

## VI. ANEXOS

### Anexo 1. Listado de fauna en la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta.

LISTA DE ESPECIES CORALES				DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	
ACROPORIDAE	<i>Acropora cervicornis</i>	Cuerno de ciervo	Sujeta a protección especial	-
	<i>Acropora palmata</i>	Cuerno de alce	Sujeta a protección especial	-
	<i>Agaricia agaricites</i>	Coral lechuga		-
AGARICIDAE	<i>Agaricia fragilis</i>	Coral lechuga		-
	<i>Agaricia humilis</i>	Coral pergamino		-
	<i>Agaricia lamarcki</i>	Coral foliado		-
	<i>Agaricia tenuifolia</i>	Coral lechuga		-
	<i>Agaricia undata</i>			-
	<i>Leptoseris cucullata</i>	Coral lechuga		-
	<i>Eyrtropodium caribaeorum</i>	Coral incrustante		-
	<i>Isidigorgia schrammi</i>	Abanico de mar profundo		-
ANTHOTHELIIDAE	<i>Briareum asbestinum</i>	Coral candelabro de dedo		-
ASTROCOENIIDAE	<i>Madracis decactis</i>	Coral de dedos		-
	<i>Stephanocoenia michelini</i>	Coral estrellado		-
	<i>Madracis mirabilis</i>	Coral lápiz		-
BRIAREIDAE	<i>Colpophyllia amaranthus</i>	Coral cerebro		-
FAVIDAE	<i>Colpophyllia breviserialis</i>	Coral cerebro		-
	<i>Colpophyllia natans</i>	Coral cerebro		-
	<i>Diploria clivosa</i>	Coral cerebro		-
	<i>Diploria labyrinthiformis</i>	Coral cerebro		-
	<i>Diploria strigosa</i>			-
	<i>Favia fragum</i>	Coral pelota de golf		-

LISTA DE ESPECIES CORALES				
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
	<i>Manicina areolata</i>	Coral rosa		-
	<i>Montastraea annularis</i>	Coral montaña		-
	<i>Montastraea cavernosa</i>	Coral montaña		-
	<i>Solenastrea bournoni</i>	Coral duro		-
	<i>Solenastrea hyades</i>	Coral duro		-
	<i>Gorgonia flabellum</i>	Coral abanico de venus		-
	<i>Gorgonia mariae</i>	Coral abanico de mar grande		-
	<i>Gorgonia ventalina</i>	Coral abanico		-
	<i>Pseudopterogorgia acerosa</i>	Coral pluma de mar		-
	<i>Pseudopterogorgia americana</i>	Coral pluma de mar viscosa		-
GORGONIIDAE	<i>Pseudopterogorgia bipinnata</i>	Coral pluma de mar bipinada		-
	<i>Pseudopterogorgia elisabethae</i>	Coral pluma de mar		-
	<i>Pseudopterogorgia hummelincki</i>	Coral pluma de mar		-
	<i>Pseudopterogorgia rigida</i>	Coral pluma de mar		-
	<i>Pterogorgia anceps</i>	Coral pluma de mar		-
	<i>Pterogorgia citrina</i>	Coral látigo marino amarillo		-
	<i>Pterogorgia guadalupensis</i>	Coral látigo acanalado		-
	<i>Dendrogyra cylindrus</i>	Coral de pilares		-
	<i>Dichocoenia stokesii</i>	Coral elíptico		-
	<i>Eusmilia fastigiata</i>	Coral flor		-
MEANDRINIDAE	<i>Meandrina meandrites</i>	Coral laberinto		-
MILLEPORIDAE	<i>Millepora alcicornis</i>	Coral de fuego		-
	<i>Millepora complanata</i>	Coral de fuego		-
MUSSIDAE	<i>Isophyllastrea rigida</i>	Coral cactus		-
	<i>Isophyllia sinuosa</i>	Coral cactus		-
	<i>Mussa angulosa</i>	Coral flor		-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COLEJADO



LISTA DE ESPECIES CORALES			
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
	<i>Mycetophyllia aliciae</i>	Coral cactus	-
	<i>Mycetophyllia danaana</i>	Coral cactus	-
	<i>Mycetophyllia ferox</i>	Coral cactus	-
	<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	Coral cactus	-
	<i>Scolymia cubensis</i>	Coral de disco	-
	<i>Scolymia lacera</i>	Coral de disco	-
	<i>Eunicea calyculata</i>	Coral candelabro	-
	<i>Eunicea fusca</i>	Coral candelabro	-
	<i>Eunicea laxispica</i>	Coral candelabro	-
	<i>Eunicea mammosa</i>	Coral candelabro de nudo	-
PLEXAURIDAE	<i>Eunicea palmeri</i>	Coral candelabro	-
	<i>Eunicea sp</i>	Coral candelabro	-
	<i>Eunicea succinea</i>	Coral candelabro de nudo	-
	<i>Eunicea tourneforti</i>	Coral candelabro	-
	<i>Muricea atlantica</i>	Coral rama de mar	-
	<i>Muricea elongata</i>	Coral rama de mar	-
	<i>Muricea laxa</i>	Coral rama de mar	-
	<i>Muricea muricata</i>	Coral candelabro espinoso	-
	<i>Muriceopsis flavida</i>	Coral pluma marina rugosa	-
	<i>Plexaura flexuosa</i>	Coral candelabro inclinado	-
	<i>Plexaura homomalla</i>	Coral blando o abanico de mar	Sujeta a protección especial
	<i>Plexaura sp</i>	Coral candelabro	-
	<i>Plexaurella dichotoma</i>	Coral blando o abanico de mar	Sujeta a protección especial
	<i>Plexaurella grandiflora</i>	Coral candelabro de nudo	-
	<i>Plexaurella grisea</i>	Coral candelabro de nudo	-
	<i>Plexaurella nutans</i>	Coral candelabro de nudo	-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES CORALES			
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)
PORITIDAE	<i>Pseudoplexaura crucis</i>	Coral candelabro de nudo	-
	<i>Pseudoplexaura flagellosa</i>	Coral candelabro de nudo	-
	<i>Pseudoplexaura porosa</i>	Coral candelabro poroso	-
	<i>Pseudoplexaura wagneri</i>	Coral candelabro de nudo	-
	<i>Porites astreoides</i>	Coral en montículos	-
	<i>Porites branneri</i>	Coral de dedos azules	-
	<i>Porites colonensis</i>	Coral de dedos	-
	<i>Porites divaricata</i>	Coral de dedos	-
	<i>Porites furcata</i>	Coral de dedos	-
	<i>Porites porites</i>	Coral de dedos	-
SIDERASTREIDAE	<i>Siderastrea radians</i>	Coral estrella	-
	<i>Siderastrea siderea</i>	Coral estrella	-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COLEJADO

LISTA DE ESPECIES DE INVERTEBRADOS				
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
ATYIDAE	<i>Typhlatya mitchelli</i>	Chacales	Amenazada	-
	<i>Typhlatya pearsei</i>	Chacales	Amenazada	-
LIMULIDAE	<i>Limulus polyphemus</i>	Cacerolita de mar	En peligro de extinción	Endémica
MYSIDAE	<i>Antromysis cenotensis</i>	misidaceo	Amenazada	Endémica
	<i>Octopus maya</i>	Pulpo mexicano		-
OCTOPODOIDAE	<i>Octopus vulgaris</i>	Pulpo común		-
	<i>Creaseria morleyi</i>	Langostino	Amenazada	-
PALAEAMONIDAE	<i>Panulirus argus</i>	Langosta del caribe		-
PALINURIDAE	<i>Penaeus brasiliensis</i>	Camarón		-
	<i>Penaeus duorarum</i>	Camarón		-
	<i>Penaeus aztecus</i>	Camarón		-
	<i>Penaeus setiferus</i>	Camarón		-
	<i>Callinectes similis</i>	Jaiba		-
PORTUNIDAE	<i>Lobatus gigas</i>	Caracol pala		-
SIRONIBIDAE	<i>Sicyonia brevirostris</i>	Camarón de roca		-
XANTHIDAE	<i>Menippe mercenaria</i>	Cangrejo moro		-



LISTA DE ESPECIES DE ANFIBIOS				CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN			
BUFONIDAE	<i>Rhinella marina</i>				-
	<i>Incilius valliceps</i>				-
GEKKONIDAE	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarajo		Sujeta a protección especial	-
	<i>Agalychnis callidryas</i>				-
HYLIDAE	<i>Hyla ebraccata</i>				-
	<i>Hyla loquax</i>				-
	<i>Hyla microcephala</i>				-
	<i>Tlalocohyla picta</i>				-
	<i>Scinax staufferi</i>				-
	<i>Trachycephalus venulosus</i>				-
	<i>Smilisca baudini</i>				-
	<i>Tripurion petasatus</i>	Rana de árbol yucateca		Sujeta a protección especial	-
	<i>Craugastor alfredi</i>				-
	<i>Craugastor yucatanensis</i>	Rana ladrona yucateca		Sujeta a protección especial	Endémica
LEPTODACTYLIDAE	<i>Leptodactylus labialis</i>				-
	<i>Leptodactylus melanonotus</i>				-
MICROHYLIDAE	<i>Gastrophryne elegans</i>	Sapo boca angosta elegante		Sujeta a protección especial	-
	<i>Hypopachus variolosus</i>				-
RANIDAE	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana del Río Grande		Sujeta a protección especial	-
RHINOPHYRINIDAE	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo excavador mexicano		Sujeta a protección especial	-
PLETHODONTIDAE	<i>Bolitoglossa yucatanensis</i>	Salamandra lengua hongueada		Sujeta a protección especial	Endémica

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COLEJADO

LISTA DE ESPECIES DE REPTILES						
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN		
BATAGURIDAE	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga de monte mojina	Amenazada	-		
	<i>Boa constrictor</i>	Boa constrictor	Amenazada	-		
BOIDAE	<i>Caretta caretta</i>	Tortuga marina caguama	En peligro de extinción	-		
	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga marina verde del Atlántico, tortuga blanca	En peligro de extinción	-		
CHELONIIDAE	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga marina de carey	En peligro de extinción	-		
	<i>Coniophanes meridanus</i>			-		
COLUBRIDAE	<i>Coniophanes schmidtii</i>			-		
	<i>Coniophanes bipunctatus</i>			-		
	<i>Coniophanes imperiales</i>			-		
	<i>Conophis lineatus</i>			-		
	<i>Dendrophidion vinitor</i>			-		
	<i>Dipsos brevifacies</i>			-		
	<i>Dryadophis melanogaster</i>	Culebra caracolera chata	Sujeta a protección especial	-		
	<i>Drymarchon melanurus</i>			-		
	<i>Drymobius margaritiferus</i>			-		
	<i>Ficimia publia</i>			-		
	<i>Imantodes cenchoa</i>	Culebra cordellilla chata	Sujeta a protección especial	-		
	<i>Imantodes gemmistratus</i>	Culebra cordellilla centroamericana	Sujeta a protección especial	-		
	<i>Imantodes tenuissimus</i>	Culebra cordellilla yucateca	Sujeta a protección especial	Endémica		
	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Culebra real coralillo	Amenazada	-		
<i>Lampropeltis elapsoides</i>			-			
<i>Leptodeira frenata</i>			-			
<i>Leptodeira septentrionalis</i>			-			
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	Amenazada	-			

LISTA DE ESPECIES DE REPTILES			
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Culebra perico verde	Amenazada
	<i>Coluber mentovarius</i>		-
	<i>Ninia sebae</i>		-
	<i>Oxybelis fulgidus</i>		-
	<i>Oxybelis aeneus</i>		-
	<i>Pliocercus andrewsi</i>	Culebra imita coral de Andrew	Amenazada
	<i>Pseudelaphe flavirufa</i>		-
	<i>Pseustes poecilonotus</i>		-
	<i>Scaphiodontophis annulatus</i>		-
	<i>Senticolis triaspis</i>		-
	<i>Sibon nebulata</i>		-
	<i>Sibon saffordii</i>		-
	<i>Spilotes pullatus</i>		-
	<i>Stenorrhina freminvillei</i>		-
	<i>Symphimus mayae</i>	Culebra labios blancos maya	Sujeta a protección especial
	<i>Tantilla cuniculator</i>	Culebra ciepijes del petén	Sujeta a protección especial
	<i>Tantilla moesta</i>		-
	<i>Tantilla canula</i>		-
	<i>Thamnophis marcianus</i>	Culebra listonada manchada	Amenazada
	<i>Thamnophis proximus rutiloris</i>		-
	<i>Tropidodipsas sartorii</i>		-
	<i>Xenodon rabdocephalus</i>		-
CORYTOPHANIDAE	<i>Corytophanes hernandezii</i>	Turipache de Hernández	Sujeta a protección especial
	<i>Laemactes longipes</i>	Lemacto coludo	Sujeta a protección especial
	<i>Laemactes serratus</i>	Lemacto coronado	Sujeta a protección especial
CROCODYLIDAE	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de río	Sujeta a protección especial

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COPIA

LISTA DE ESPECIES DE REPTILES					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN	
DERMOCHELYIDAE	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cacodrilo de pantano	Sujeta a protección especial		
	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga marina laúd	En peligro de extinción		
	<i>Micrurus diastema</i>	Serpiente coralillo variable	Sujeta a protección especial	Endémica	
ELAPIDAE	<i>Terrapene carolina</i>				
	<i>Trachemys scripta</i>				
EMYDIDAE	<i>Coleonyx elegans</i>	Cujia yucateca	Amenazada		
	<i>Aristelliger georgeensis</i>	Geco pestañado	Sujeta a protección especial		
EUBLEPHARIDAE	<i>Hemidactylus mabouia</i>				
	<i>Hemidactylus turcicus</i>				
	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano colliarejo	Sujeta a protección especial		
	<i>Sphaerodactylus villegiunctatus</i>				
	<i>Thecadactylus rapacaudus</i>				
	<i>Basiliscus vittatus</i>				
IGUANIDAE	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	Amenazada		
	<i>Iguana iguana rhinolopha</i>				
	<i>Kinosternon acutum</i>	Tortuga pecho quebrado de Tabasco	Sujeta a protección especial		
KINOSTERNIDAE	<i>Kinosternon creaseri</i>				
	<i>Kinosternon leucostomum</i>	Tortuga labios blancos	Sujeta a protección especial		
	<i>Kinosternon scorpioides cruentatum</i>				
	<i>Leptotyphlops goudoti phenops</i>				
LEPTOTYPHLOPIDAE	<i>Mabouya brachypoda</i>				
MABUYIDAE	<i>Sceloporus chrysostictus</i>				
	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija escamosa de Cozumel	Sujeta a protección especial	Endémica	
	<i>Sceloporus lundelli</i>				
PHRYNOSOMATIDAE					

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida



LISTA DE ESPECIES DE REPTILES			
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
POLYCHRIDAE	<i>Anolis lemurinus</i>		-
	<i>Anolis limifrons</i>		-
	<i>Anolis sagrei</i>		-
	<i>Anolis sericeus</i>		-
	<i>Anolis tropidonotus</i>		-
SCINCIDAE	<i>Plestiodon schwartzei</i>		-
	<i>Plestiodon sumichrasti</i>		-
	<i>Sphenomorphus cheneyi</i>		-
	<i>Ameiva undulada</i>		-
	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>		-
TEIIDAE	<i>Aspidoscelis cozumelae</i>		-
	<i>Aspidoscelis rodecki</i>	Huico de Rodeck	En peligro de extinción
	<i>Typhlops microstomus</i>		Endémica
	<i>Bothrops asper</i>		-
	<i>Crotalus simus</i>	Víbora de cascabel	-
VIPERIDAE	<i>Porthidium yucatanicum</i>	Nauyaca nariz de cerdo yucateca	Sujeta a protección especial
	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Lagartija nocturna puntos amarillos	Sujeta a protección especial
XANTUSIIDAE			-

LISTA DE ESPECIES DE MAMÍFEROS				CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN			
ATELIDAE	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña		En peligro de extinción	-
	<i>Alouatta pigra</i>	Mono aullador		En peligro de extinción	-
BALAENOPTERIDAE	<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena sei		Sujeta a protección especial	-
CANIDAE	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris			-
	<i>Mazama americana</i>	Temazate			-
CERVIDAE	<i>Mazama temama</i>	Temazate rojo			-
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca			
CUNICULIDAE	<i>Cuniculus paca</i>	Haleb, tepezcuintle			-
DASYPODIDAE	<i>Dasylops novemcinctus</i>	Uech, armadillo			-
DASYPROCTIDAE	<i>Dasyprocta punctata</i>	Tsub, sereque			-
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Calderon, ballena piloto		Sujetas a protección especial	-
DELPHINIDAE	<i>Stenella frontalis</i>	Delfín manchado del Atlántico		Sujetas a protección especial	-
	<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella		Sujetas a protección especial	-
	<i>Stenella frontalis</i>	Delfín manchado del Atlántico		Sujetas a protección especial	-
	<i>Stenella attenuata</i>	Delfín manchado pantropical		Sujetas a protección especial	-
	<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de dientes rugosos		Sujetas a protección especial	-
	<i>Stenella longirostris</i>	Delfín tornillo		Sujetas a protección especial	-
	<i>Stenella clymene</i>	Delfín tornillo del Atlántico		Sujetas a protección especial	-
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa		Sujetas a protección especial	-
	<i>Orcinus orca</i>	Orca		Sujetas a protección especial	-
	<i>Caluromys derbianus</i>	Tlacuache arborícola		Amenazada	-
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Och, sac och, tlacuache			-
	<i>Didelphis virginiana</i>	Och, zorro, tlacuache			-
DIDELPHIDAE	<i>Marmosa mexicana</i>	Ratón tlacuache			-

LISTA DE ESPECIES DE MAMÍFEROS			
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
EMBALLONURIDAE	<i>Marmosa canescens</i>	Tlacuachín	-
	<i>Philander oposum</i>	Tlacuache cuatro ojos	-
	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago	-
	<i>Rhynchonycteris naso</i>	Murciélago	-
	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago	-
FELIDAE	<i>Coendoi mexicanus</i>	Kiixpach och, puero espín	-
	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	En peligro de extinción
	<i>Leopardus wiedii</i>	Ocelote	En peligro de extinción
	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	En peligro de extinción
	<i>Puma concolor</i>	Puma	-
GEOMYIDAE	<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi	Amenazada
	<i>Orhogeomys hispidus yucatanensis</i>	Ba, tuza	-
HETEROMYIDAE	<i>Heteromys desmarestianus</i>	Puten put, ratón de abazones	-
	<i>Heteromys guianensis</i>	Puten put, ratón de abazones	-
LEPORIDAE	<i>Sylvilagus floridanus yucatanicus</i>	Tuul, conejo	-
	<i>Eumops auripendulus</i>	Murciélago	-
MOLOSSIDAE	<i>Molossus ater nigricans</i>	Murciélago	-
	<i>Molossus bondae</i>	Murciélago	-
	<i>Molossus sinaloae</i>	Murciélago	-
	<i>Tadarida laticaudata yucatanicus</i>	Murciélago	-
MORMOOPIDAE	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago	-
	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago	-
	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago	-
	<i>Mus musculus</i>	Ratón de casa	-
MURIDAE	<i>Onychomys couesi</i>	Rata arrocera	-
	<i>Onychomys melanotis</i>	Rata arrocera	-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COTEJADO

COTEFADO

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
MUSTELIDAE	<i>Otonyctomys haati</i>	Ratón		-
	<i>Ototylomys phyllotis</i>	Box Chó		-
	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón		-
	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón		-
	<i>Rattus rattus</i>	Chó		-
	<i>Reithrodontomys gracilis</i>	Ratón		-
	<i>Sigmodon hispidus</i>	Tsub Chó		-
	<i>Galictis vittata</i>	Grisón	Amenazada	-
	<i>Eira barbara</i>	Tayra	En peligro de extinción	-
	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja		-
MYRMECOPHAGIDAE	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria neotropical	Amenazada	-
	<i>Conepatus semistriatus</i>	Pai och, zorrillo		-
	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	En peligro de extinción	Endémica
	<i>Natales stramineus</i>	Murciélago		-
NATALIDAE	<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago pescador		-
NOCTILIONIDAE	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago		-
	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago		-
	<i>Artibeus phaeotis</i>	Murciélago		-
	<i>Carollia brevicauda</i>	Murciélago		-
	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago		-
	<i>Centurio senex</i>	Murciélago		-
	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago		-
	<i>Chrotoperus auritus</i>	Murciélago		-
	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro		-
	<i>Diphylla eucaudata</i>	Murciélago vampiro		-
PHYLLOSTOMIDAE	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago		-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE MAMÍFEROS			
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
	<i>Lonchorhina aurita</i>	Murciélago	-
	<i>Lophostoma brasiliense</i>	Murciélago	-
	<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago	-
	<i>Micronycteris schmidtorum</i>	Murciélago	-
	<i>Mimon cozumelae</i>	Murciélago	-
	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago	-
	<i>Tonatia evotis</i>	Murciélago	-
	<i>Trachops cirrhosus</i>	Murciélago	-
	<i>Uroderma bilobatum</i>	Murciélago	-
PHYSETERIDAE	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo	Sujeta a protección especial
	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomitile tropical	Sujeta a protección especial
	<i>Nasua nasua yucatanica</i>	Chihik, tejón, pisote	Endémica
	<i>Nasua nelson</i>	Tejón	-
PROCYONIDAE	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Sujeta a protección especial
	<i>Potos flavus</i>	Mico de noche	Sujeta a protección especial
	<i>Procyon lotor</i>	Kuulú, mapache	-
	<i>Procyon pygmaeus</i>	Mapache de Cozumel	En peligro de extinción
	<i>Sciurus deppei</i>	Ku'uc, ardilla	-
SCIURIDAE	<i>Sciurus yucatanenses</i>	Ku'uc, ardilla	-
SORICIDAE	<i>Cryptotis nigrescens</i>	Musaraña orejillas parda	Sujeta a protección especial
TAPIRIDAE	<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir centroamericano	En peligro de extinción
TAYASSUIDAE	<i>Pecari tajacu</i>	Pecari de labios blancos	En peligro de extinción
	<i>Tayassu pecari</i>	Kitam, jabali, puerco de monte	-
TRICHECHIDAE	<i>Trichechus manatus</i>	Manatí del Caribe	En peligro de extinción
VESPERTILIONIDAE	<i>Bauerus dubiaquercus</i>	Murciélago	-
	<i>Corynorhinus mexicanus</i>	Murciélago	-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

000127

LISTA DE ESPECIES DE MAMÍFEROS			
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)
	<i>Eptesicus furinalis</i>	Murciélago	-
	<i>Lasiurus borealis</i>	Murciélago	-
	<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago	-
	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago	-
	<i>Myotis keaysi</i>	Murciélago	-
	<i>Rhogeessa tumida</i>	Murciélago	-

LISTA DE ESPECIES DE PECES			
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)
ALBULIDAE	<i>Abula vulpes</i>	Macabí	-
ARIIDAE	<i>Arius melanopus</i>	Bagre común, bagre abanderado	-
	<i>Arius jelskii</i>	Bagre común, bagre abanderado	-
	<i>Cathorops melanopus</i>	Bagre común, bagre abanderado	-
	<i>Bagre marinus</i>	Bagre común, bagre abanderado	-
BYTHITIDAE	<i>Ogilbia pearsei</i>	Dama blanca ciega	En peligro de extinción
CARANGIDE	<i>Trachinotus carolinus</i>	Pámpano, pompano	-
	<i>Trachinotus falcatus</i>	Palomera común, ovate pompano	-
	<i>Trachinotus sp.</i>	Palometa rayada	-
	<i>Caranx crysos</i>	Jurel común	-
	<i>Caranx latus</i>	Jurel de carne blanca	-
	<i>Caranx hippos</i>	Jurel de carne negra	-
	<i>Caranx lugubris</i>	Jurel negro	-
CARCHARHINIDAE	<i>Caranx spp.</i>	Jurel ojón	-
	<i>Carcharhinus limbatus</i>	Tiburón jaquetón, xoc, cazón de la aleta manchada	-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida



Ambiente  
natural de

LISTA DE ESPECIES DE PECES				CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN			
	<i>Carcharhinus perezii</i>	Tiburón tutún			-
	<i>Carcharhinus leucas</i>	Tiburón toro			-
	<i>Carcharhinus acronotus</i>	Tiburón curro (Huam)			-
	<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tintorera			-
CENTROPOMIDAE	<i>Negaprion brevirostris</i>	Tiburón kanxoc, cazón			-
	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo			-
	<i>Opisthoema oglinum</i>	Sardina española, azul			-
CLUPEIDAE	<i>Harengula jaguana</i>	Sardina escamuda			-
	<i>Dasyatis americana</i>	Bala o raya blanca			-
DASYATIDAE	<i>Chilomycterus schoepfi</i>	Chopa o cochinita			-
DIODONTIDAE	<i>Megalops atlanticus</i>	Sábalo, tarpon			-
MEGALOPIDAE	<i>Anchoa hepsetus</i>	Anchoa			-
ENGRAULIDAE	<i>Chaetodipterus spp.</i>	Chibirica			-
EPHIIRIDAE	<i>Eucinostomus gula</i>	Mojarra, mopich, chincab			-
	<i>Eucinostomus argenteus</i>				-
	<i>Eucinostomus sp.</i>				-
	<i>Gerres cinereus</i>	Mojarra blanca			-
GERRIEDAE	<i>Gerres spp.</i>	Mojarra rayada, pinta, amarilla, chincab			-
	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Mojarra prieta			-
CICHLIDAE	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Tiburón gatam			-
GINGLYMOSTOMATIDAE	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Juil de cenote		Protección especial	Endémica
HEPTAPTERIDAE	<i>Lutjanus analis</i>	Pargo mulato			-
	<i>Lutjanus griseus</i>	Pargo mulato			-
	<i>Lutjanus apodus</i>	Pargo canxic			-
	<i>Lutjanus synagris</i>	Pargo bajaiba			-
	<i>Lutjanus campechanus</i>	Huachinango			-
LUTJANDIDAE					

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COPIADO



LISTA DE ESPECIES DE PECES				CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN			
MYLIOBATIDEA	<i>Manta birostris</i>	Mantarraya o manta gigante			
	<i>Aetobatus narinari</i>	Raya águila			
MUGILIDAE	<i>Mugil curema</i>	Lizeta			-
	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa			-
HAEMULIDA	<i>Haemulon spp</i>	Kan-chacchi, zapatero			-
	<i>Orthopristis chrysoptera</i>	Armado			-
PRISTIDAE	<i>Pristis pectinata</i>	Pez espada			-
	<i>Rhincodon typus</i>	Tiburón ballena		Amenazada	-
RHINOPTERIDAE	<i>Rhinoptera bonasus</i>	Raya nariz de vaca			-
	<i>Cynoscion nebulosus</i>	Corvina pinta			-
SCIAENIDAE	<i>Cynoscion arenarius</i>	Corvina blanca			-
	<i>Cynoscion nothus</i>	Corvina blanca			-
SCOMBRIDAE	<i>Bardilla</i>	Ronco			-
	<i>Scomberomorus microdon</i>	Sierra pintadilla			-
SERRANIDE	<i>Epinephelus morio</i>	Mero			-
	<i>Epinephelus itajara</i>	Cherna			-
ARCHIRIDAE	<i>Mycteroperca microlepis</i>	Abadejo			-
	<i>Achirus lineatus</i>	San Pedro			-
SPARIDAE	<i>Archosargus rhomboidalis</i>	Sargo amarillo o chopa			-
	<i>Lagodon rhomboides</i>	Xlavitia			-
SPHYRNIIDAE	<i>Sphyrna tiburo</i>	Tiburón pala			-
	<i>Sphyrna lewini</i> o <i>S. mocarran</i>	Cornuda			-
SPHYRAENIDAE	<i>Sphyaena barracuda</i>	Picuda o barracuda			-
SYNBRANCHIDAE	<i>Ophisternon infernale</i>	Anguila ciega Yucateca		En peligro de extinción	Endémica
SYNODONTIDAE	<i>Synodus foetens</i>	Pez iguano			-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE PECES ARRECIFALES		
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus bahianus</i>	Pez cirujano
	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Pez cirujano
	<i>Acanthurus coeruleus</i>	Pez cirujano
APOGONIDAE	<i>Apogon binotatus</i>	Pez cardenal
	<i>Apogon sp.</i>	Pez cardenal
	<i>Apogon townsendi</i>	Pez cardenal
BALISTIDAE	<i>Balistes vetula</i>	Pez ballesta
	<i>Canthidermis sufflamen</i>	Pez ballesta gris
	<i>Melichthys niger</i>	Pez ballesta negro
	<i>Xanthichthys ringens</i>	Pez ballesta
BLENIIDAE	<i>Ophioblennius atlanticus</i>	Pez blénido de labio rojo
CARANGIDAE	<i>Caranx ruber</i>	Pez jurel
CHAETODONTIDAE	<i>Prognathodes aculeatus</i>	Pez mariposa
	<i>Chaetodon capistratus</i>	Pez mariposa cuatro ojos
	<i>Chaetodon ocellatus</i>	Pez mariposa
	<i>Chaetodon striatus</i>	Pez mariposa bandeada
CIRRHITIDAE	<i>Amblycirrhitus pinos</i>	Pez manchas rojas
DIODONTIDAE	<i>Diodon holocanthus</i>	Pez globo
GOBIIDAE	<i>Coryphopterus dicrus</i>	Pez gobio
	<i>Coryphopterus hyalinus</i>	Pez gobio
	<i>Coryphopterus personatus</i>	Pez gobio
	<i>Gnatholepis thompsoni</i>	Pez gobio
	<i>Gobiosoma dilepis</i>	Pez gobio
	<i>Gobiosoma evelynae</i>	Pez gobio
	<i>Gobiosoma prochilus</i>	Pez gobio
GRAMMATIDAE	<i>Gramma loreto</i>	Pez hada
HAEMULIDAE	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Pez isabelita
	<i>Anisotremus virginicus</i>	Pez isabelita
	<i>Haemulon album</i>	Pez ronco
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Pez ronco
	<i>Haemulon carbonatum</i>	Pez ronco
	<i>Haemulon chrysargyreum</i>	Pez ronco
	<i>Haemulon flavolineatum</i>	Pez ronco o chachi
	<i>Haemulon macrostomum</i>	Pez ronco
	<i>Haemulon plumieri</i>	Pez ronco
	<i>Haemulon sciurus</i>	Pez ronco
	<i>Haemulon striatum</i>	Pez ronco
	<i>Haemulon vittatum</i>	Pez bonito

Medio Ambiente  
Naturales  
Nacional de  
Parques

COTEJADO

LISTA DE ESPECIES DE PECES ARRECIFALES		
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
HOLOCENTRIDAE	<i>Holocentrus adscensionis</i>	Pez ardilla o diablo
	<i>Holocentrus bullisi</i>	Pez ardilla o diablo
	<i>Holocentrus marianus</i>	Pez ardilla o diablo
	<i>Holocentrus rufus</i>	Pez ardilla o diablo
	<i>Myripristis jacobus</i>	Pez ardilla o diablo
	<i>Sargocentron coruscus</i>	Pez ardilla o diablo
	<i>Sargocentron vexillarius</i>	Pez ardilla o diablo
LABRIDAE	<i>Bodianus rufus</i>	Pez gallo
	<i>Clepticus parrai</i>	Pez chollo
	<i>Halichoeres bivittatus</i>	Pez doncella
	<i>Halichoeres cyanocephalus</i>	Pez doncella
	<i>Halichoeres garnoti</i>	Pez doncella
	<i>Halichoeres maculipinna</i>	Pez doncella
	<i>Halichoeres pictus</i>	Pez doncella
	<i>Halichoeres poeyi</i>	Pez doncella
	<i>Halichoeres radiatus</i>	Pez doncella
	<i>Lachnolaimus maximus</i>	Pez doncella
	<i>Thalassoma bifasciatum</i>	Pez doncella
	<i>Xyrichtys martinicensis</i>	Pez doncella
	<i>Xyrichtys splendens</i>	Pez doncella
LABRISOMIDAE	<i>Malacoctenus boehlkei</i>	Pez blénido
	<i>Malacoctenus macropus</i>	Pez blénido
LUTJANIDAE	<i>Lutjanus jocu</i>	Pez pargo
	<i>Lutjanus mahogoni</i>	Pez pargo ojón
	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Pez pargo rubio
MALACANTHIDAE	<i>Malacanthus plumieri</i>	Pez cubre arena
MONACANTHIDAE	<i>Cantherhines macrocerus</i>	Pez lija
	<i>Cantherhines pullus</i>	Pez lija
	<i>Monacanthus tuckeri</i>	Pez lija
MULLIDAE	<i>Mulloidichthys martinicus</i>	Pez chivo amarillo
	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	Pez chivo manchado
MURAENIDAE	<i>Gymnothorax funebris</i>	Pez morena verde
	<i>Gymnothorax miliaris</i>	Pez morena cola dorada
	<i>Gymnothorax moringa</i>	Pez morena
MYLIOBATIDAE	<i>Aetobatus narinari</i>	Pez raya moteada
OPISTHOGNATHIDAE	<i>Opisthognathus macrognathus</i>	Pez mandíbula bandeado
OSTRACIIDAE	<i>Lactophrys bicaudalis</i>	Pez cofre
	<i>Acanthostracion polygonus</i>	Pez cofre

LISTA DE ESPECIES DE PECES ARRECIFALES		
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
	<i>Acanthostracion quadricornis</i>	Pez cofre
	<i>Acanthostracion triqueter</i>	Pez cofre
PARALICHTHYIDAE	<i>Paralichthys albigutta</i>	Pez lenguado
PEMPHERIDAE	<i>Pempheris schomburgkii</i>	Pez hacha
POMACANTHIDAE	<i>Centropyge argi</i>	Pez ángel fuego
	<i>Holacanthus bermudensis</i>	Pez ángel azul
	<i>Holacanthus ciliaris</i>	Pez ángel reina
	<i>Holacanthus tricolor</i>	Pez ángel tricolor
	<i>Pomacanthus arcuatus</i>	Pez ángel gris
	<i>Pomacanthus paru</i>	Pez ángel francés
POMACENTRIDAE	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Pez sargento o chabelita
	<i>Chromis cyanea</i>	Pez damisela azul
	<i>Chromis enchrysurus</i>	Pez damisela
	<i>Chromis insolata</i>	Pez damisela
	<i>Chromis multilineatus</i>	Pez damisela café
	<i>Chromis scotti</i>	Pez damisela
	<i>Microspathodon chrysurus</i>	Pez joya
	<i>Stegastes diencaeus</i>	Pez damisela
	<i>Stegastes dorsopunicans</i>	Pez damisela
	<i>Stegastes leucostictus</i>	Pez damisela
	<i>Stegastes partitus</i>	Pez damisela bicolor
	<i>Stegastes planifrons</i>	Pez damisela tres manchas
	<i>Stegastes variabilis</i>	Pez damisela limón
PRIACANTHIDAE	<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	
	<i>Priacanthus arenatus</i>	Pez ojos de cristal
SCARIDAE	<i>Scarus coeruleus</i>	Pez loro
	<i>Scarus guacamaia</i>	Pez loro
	<i>Scarus iserti</i>	Pez loro
	<i>Scarus taeniopterus</i>	Pez loro
	<i>Scarus vetula</i>	Pez loro
	<i>Sparisoma atomarium</i>	Pez loro
	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	Pez loro
	<i>Sparisoma chrysotetrum</i>	Pez loro
	<i>Sparisoma radians</i>	Pez loro
	<i>Sparisoma rubripinne</i>	Pez loro
	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro
SCIAENIDAE	<i>Pereques acuminatus</i>	Pez tambor
	<i>Equetus punctatus</i>	Pez tambor moteado

COTEJADO

LISTA DE ESPECIES DE PECES ARRECIFALES

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
SCORPAENIDAE	<i>Scorpaena plumieri</i>	Pez piedra
SERRANIDAE	<i>Rypticus saponaceus</i>	Pez jabón
	<i>Cephalopholis cruentatus</i>	Pez cabrilla
	<i>Cephalopholis fulva</i>	Pez cabrilla
	<i>Epinephelus adscensionis</i>	Pez abadejo
	<i>Epinephelus guttatus</i>	Pez abadejo
	<i>Epinephelus striatus</i>	Pez mero bandado
	<i>Hypoplectrus aberrans</i>	Pez hamlet
	<i>Hypoplectrus chlorurus</i>	Pez hamlet
	<i>Hypoplectrus guttavarius</i>	Pez hamlet
	<i>Hypoplectrus indigo</i>	Pez hamlet
	<i>Hypoplectrus nigricans</i>	Pez hamlet
	<i>Hypoplectrus puella</i>	Pez hamlet
	<i>Hypoplectrus unicolor</i>	Pez hamlet
	<i>Liopropoma rubre</i>	Pez de fondo
	<i>Mycteroperca venenosa</i>	Pez abadejo
	<i>Serranus baldwini</i>	Pez de fondo
	<i>Serranus tabacarius</i>	Pez tabaco
	<i>Serranus tigrinus</i>	Pez de fondo
	<i>Serranus tortugarum</i>	Pez de fondo
SPARIDAE	<i>Calamus bajonado</i>	Pez pluma
	<i>Calamus calamus</i>	Pez pluma
	<i>Calamus pennatula</i>	Pez pluma
SPHYRAENIDAE	<i>Sphyræna sp.</i>	Barracuda
SYNODONTIDAE	<i>Synodus saurus</i>	Pez lagarto
TETRAODONTIDAE	<i>Canthigaster rostrata</i>	Pez trompudo
	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Pez trompudo
UROBATIDAE	<i>Urolophus jamaicensis</i>	Pez raya amarilla

COTEJADO

LISTA DE ESPECIES DE AVES				DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	
ACCIPIITRIDAE	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilán bicolor	Amenazada	
	<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de Cooper	Probablemente extinta en el medio silvestre	
	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Sujeta a protección especial	
	<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguiluilla canela	Sujeta a protección especial	
	<i>Buteo albicaudatus</i>	Aguiluilla cola blanca	Sujeta a protección especial	
	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguiluilla aura	Sujeta a protección especial	
	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguiluilla cola corta		
	<i>Buteo jamaicensis socorroensis</i>	Aguiluilla cola roja de Socorro	En peligro de extinción	Endémica
	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguiluilla alas rojas		
	<i>Buteo nitidus</i>	Aguiluilla gris		
	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguiluilla-negra menor	Sujeta a protección especial	
	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguiluilla-negra mayor	Sujeta a protección especial	
	<i>Chondrohierax nuxialis</i>	Gavilán pico gancho	Sujeta a protección especial	
	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán pastrero		
	<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	Sujeta a protección especial	
	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca		
	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	Amenazada	
	<i>Harpagus bidentatus</i>	Gavilán bidentado	Sujeta a protección especial	
	<i>Ictinia plumbea</i>	Milano plumizo	Amenazada	
	<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán cabeza gris	Sujeta a protección especial	
	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador		
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Sujeta a protección especial	
	<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila tirana	En peligro de extinción	
	<i>Spizastur melanoleucus</i>	Águila blanquinegra	En peligro de extinción	

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE AVES					CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN				
ALCEDINIDAE	<i>Ceryle alcyon</i>	Martín-pescador norteño				
	<i>Ceryle torquata</i>	Martín-pescador de collar				
	<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín-pescador enano				
	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín-pescador verde				
	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino				
	<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán				
	<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón-norteño				
	<i>Anas crecca</i>	Cerceta ala verde				
	<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul				
	<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo-menor				
ANATIDAE	<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado				
	<i>Cairina moschata</i>	Pato real			En peligro de extinción	
	<i>Claravis pretiosa</i>	Tórtola azul				
	<i>Namonyx dominicus</i>	Pato enmascarado			Amenazada	
	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije ala blanca				
	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije canelo				
	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana				
	<i>Chaetura pelagica</i>	Vencejo de chimenea				
	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux				
	<i>Aramus guarana</i>	Carao				
APOIDAE	<i>Ardea herodias santilucae</i>	Garza azul			Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca				
ARDEIDAE	<i>Botaurus lentiginosus</i>	Avetoro del Eje Neovolcánico			Amenazada	
	<i>Botaurus pinnatus</i>	Avetoro neotropical				
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera				



LISTA DE ESPECIES DE AVES				CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN			
BOMBYCILLIDAE	<i>Butorides striatus</i>	Garcita azulada			
	<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza cucharón			
	<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul			
	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza		Sujeta a protección especial	
	<i>Egretta thula</i>	Garceta pie-dorado			
	<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor			
	<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro mínimo			
	<i>Nyctanassa violacea</i> <i>gravirostris</i>	Pedrete corona clara de Socorro		Amenazada	Endémica
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra			
	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza-tigre mexicana			
CAPRIMULGIDAE	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis chinlito			
	<i>Caprimulgus badius</i>	Tapacamino huil			
	<i>Caprimulgus carolinensis</i>	Tapacamino de Carolina			
	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor			
	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón			
	<i>Nyctidramus albicollis</i>	Chotacabras pauraque			
	<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	Tapacamino yucateco			
	<i>Cardinalis cardinalis mariae</i>	Cardenal rojo de Tres Marías		Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Cyanocampsa parellina</i>	Colorín azulnegro			
	<i>Passerina aerulea</i>	Picogordo azul			
CARDINALIDAE	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores			
	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul			
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa			
	<i>Saltator atriceps</i>	Picurero cabeza negra			

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

**COTELJADO**

LISTA DE ESPECIES DE AVES				CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCION
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN			
CATHARTIDAE	<i>Salpator coerulescens</i>	Picurero grisáceo			
	<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano			
	<i>Sarcoromphus papa</i>	Zopilote rey		En peligro de extinción	
	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero			
CHARADRIIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común			
	<i>Charadrius melodus</i>	Chorlo chifflador		En peligro de extinción	
	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado			
	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmado			
CICONIIDAE	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío			
	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso			
	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dominico			
	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris			
COCCYZIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura		En peligro de extinción	
	<i>Jabiru mycteria</i>	Cigüeña jabirú		Sujeta a protección especial	
	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana			
	<i>Coccyzus americanus</i>	Cucillo pico amarillo			
COLUMBIDAE	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Cucillo pico negro			
	<i>Coccyzus minor</i>	Cucillo manglero			
	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica			
	<i>Columba passerina</i>	Tórtola coquita de Socorro		Amenazada	Endémica
COLUMBIDAE	<i>socorroensis</i>	Tórtola rojiza			
	<i>Columbina talpacoti</i>	Paloma-perdiz rojiza			
	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma caribañá			
	<i>Leptotilla jamaicensis</i>	Paloma cabeza-ploma			
COLUMBIDAE	<i>Leptotilla rufaxilla</i>				

LISTA DE ESPECIES DE AVES				CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN			
CORVIDAE	<i>Leptotila verreauxi capitalis</i>	Paloma arroyera de Tres Marías		Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma corona blanca		Amenazada	
	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa		Sujeta a protección especial	
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada			
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca			
	<i>Zenaida aurita</i>	Paloma aurita			
	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota			
	<i>Cyanocorax morio</i>	Chara papán			
	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde			
	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca			
CRACIDAE	<i>Crax rubra</i>	Huacabán		Amenazada	
	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula			
	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava cojolita		Amenazada	
	<i>Playa cayana</i>	Cucillo canela			
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris pallidula</i>	Garrapatero pijuy de Los Cabos		Probablemente extinta en el medio silvestre	Endémica
	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cucillo falsán			
DENDROCOLAPTIDAE	<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos sepia		Sujeta a protección especial	
	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín			
EMBERIZIDAE	<i>Arremonops chloronotus</i>	Rascador dorso verde			
	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo			
	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín			
	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln			
	<i>Passerculus sandwichensis beltingi</i>	Gorrión sabanero		Amenazada	
	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar			

**COTEJADO**

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE AVES				CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN			
FALCONIDAE	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero oliváceo			
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador			
	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca			
	<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón			
	<i>Falco femoralis</i>	Halcón fajado		Amenazada	
	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino		Sujeta a protección especial	
	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón enano			
	<i>Falco sparverius</i>	Cernicabo americano			
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco			
	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón-selvático de collar		Sujeta a protección especial	
FORMICARIIDAE	<i>Formicarius analis</i>	Hormiguero-cholino cara negra			
FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnífica			
FRINGILLIDAE	<i>Carduelis psaltria</i>	Jigüero dominico			
	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra			
	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta amarilla			
	<i>Dendrocincia homochroa</i>	Trepatroncos rojizo			
	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos oliváceo			
FURNARIIDAE	<i>Synallaxis erythrothorax</i>	Güito pecho rufo			
	<i>Xenops minutus</i>	Picolezna liso		Sujeta a protección especial	
	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo			
HAEMATOPODIDAE	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano			
HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo pyrrhonota</i>	Golondrina risquera			
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta			
	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera			
	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina acerada			

LISTA DE ESPECIES DE AVES				
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
	<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra		
	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña		
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada		
	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera		
	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor		
	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento		
	<i>Amblycercus holosericeus</i>	Cacique pico claro		
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor		
	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Tordo arrozero		
	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco		
	<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorso dorado		
	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encauchado		
ICTERIDAE	<i>Icterus dominicensis</i>	Bolsero dominico		
	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore		
	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira		
	<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero cola amarilla		
	<i>Icterus spurius fuertesi</i>	Bolsero castaño del noreste	Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo		
	<i>Oporornis formosus</i>	Chipe patilludo		
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano		
	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita-mielera		
	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norña		
	<i>Anous stolidus</i>	Charrán-bobo café		
	<i>Chlidonias niger</i>	Charrán negro		
	<i>Chroicocephalus philadelphia</i>	Gaviota de Bonaparte		
<i>incertae sedis</i>				
JACANIDAE				
LARIDAE				

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COPIADO

LISTA DE ESPECIES DE AVES				CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN			
	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Charrán pico grueso			
	<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán caspia			
	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota plateada			
	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora			
	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico anillado			
	<i>Larus fuscus</i>	Gaviota sombría			
	<i>Onychoprion anaethetus nelsoni</i>	Charrán embridado guerrerense		Sujeta a protección especial	
	<i>Onychoprion fuscata</i>	Charrán sombrío			
	<i>Rynchops niger niger</i>	Rayador americano			
	<i>Sterna dougallii</i>	Charrán rosado		Amenazada	
	<i>Sterna forsteri</i>	Charrán de Forster			
	<i>Sterna hirundo</i>	Charrán común			
	<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo		Sujeta a protección especial	
	<i>Thalasseus maxima</i>	Charrán real			
	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Charrán de Sandwich			
MIMIDAE	<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauillador gris			
	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Mauillador negro			
	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical			
MOMOTIDAE	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto ceja azul			
	<i>Momotus momota</i>	Momoto corona azul			
MOTACILIDAE	<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita de agua			
NYCTIBIDAE	<i>Nyctibius griseus</i>	Bienparado norteño			
	<i>Colinus nigroregularis</i>	Codorniz yucateca			
ODONTOPHORIDAE	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora		Sujeta a protección especial	

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida



LISTA DE ESPECIES DE AVES				CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN			
PARULIDAE	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe corona dorada			
	<i>Dendroica caerulescens</i>	Chipe azulnegro			
	<i>Dendroica castanea</i>	Chipe castaño			
	<i>Dendroica coronata goldmani</i>	Chipe coronado guatemalteco		Amenazada	
	<i>Dendroica discolor</i>	Chipe de pradera			
	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla			
	<i>Dendroica erithacoides</i>				
	<i>Dendroica fusca</i>	Chipe garganta naranja			
	<i>Dendroica magnolia</i>	Chipe de magnolia			
	<i>Dendroica palmarum</i>	Chipe playero			
	<i>Dendroica pensylvanica</i>	Chipe flanco castaño			
	<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo			
	<i>Dendroica striata</i>	Chipe gorra negra			
	<i>Dendroica tigrina</i>	Chipe atigrado			
	<i>Dendroica virens</i>	Chipe dorso verde			
PARULIDAE	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso			
	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común			
	<i>Granatellus sallaei</i>	Granatelo yucateco			
	<i>Helmitheros vermivorum</i>	Chipe gusanero			
	<i>Icteria virens</i>	Buscabreña			
	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Chipe corona café		Sujeta a protección especial	
	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador			
	<i>Parula americana</i>	Parula norteña			
	<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado			
	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero			

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

**COPIADO**

000135



LISTA DE ESPECIES DE AVES				DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	
PELECANIDAE	<i>Seiurus motacilla</i>	Chipe arroyero		
	<i>Seiurus noveboracensis</i>	Chipe charquero		
	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameante		
	<i>Vermivora celata</i>	Chipe corona naranja		
	<i>Vermivora chrysoptera</i>	Chipe ala dorada	-	
	<i>Vermivora peregrina</i>	Chipe peregrino		
	<i>Vermivora pinus</i>	Chipe ala azul		
	<i>Vermivora ruficapilla</i>	Chipe de coronilla		
	<i>Wilsonia citrina</i>	Chipe encapuchado		
	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona negra		
	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano blanco		
	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano pardo		
	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo		
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo		
PHALACROCORACIDAE				
PHASINIDAE	<i>Meleagris ocellata</i>	Gualolote ocellado	Amenazada	
	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Sujeta a protección especial	
	<i>Celeus castaneus</i>	Carpintero castaño	Sujeta a protección especial	
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado		
PICIDAE	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje		
	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco		
	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano		
	<i>Piculus rubiginosus</i>	Carpintero oliváceo		
	<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia maculado		
	<i>Veniliornis fumigatus</i>	Carpintero café		
PODICIPEDIDAE	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso		

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE AVES				DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	
PSITTACIDAE	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	Sujeta a protección especial	
	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca		
	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	Amenazada	
	<i>Aratinga nana</i>	Perico azteca		
	<i>Aramides axillaris</i>	Rascón cuello rufo	Amenazada	
RALLIDAE	<i>Aramides cajanea</i>	Rascón cuello gris		
	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana		
	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta frente roja		
	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela rojiza		
	<i>Pardirallus maculatus</i>	Rascón pinto		
	<i>Porphyrio martinica</i>	Gallineta morada		
	<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora		
	<i>Porzana flaviventer</i>	Polluela pecho amarillo	Sujeta a protección especial	
	<i>Rallus longirostris</i>	Rascón picudo	Amenazada	
	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Arasari de collar	Sujeta a protección especial	
RAMPHASTIDAE	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa, tucán pecho azufrado	Amenazada	
RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano		
	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana		
	<i>Actitis macularia</i>	Playero alzacolita		
SCOLOPACIDAE	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo		
	<i>Bartramia longicauda</i>	Zarapito ganga		
	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco		
	<i>Calidris alpina</i>	Playero dorso rojo		
	<i>Calidris canutus</i>	Playero caputo		

COTILLADO

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COTEFADO

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
STEROCORIIDAE	<i>Calidris fuscicollis</i>	Playero rabadilla blanca		
	<i>Calidris himantopus</i>	Playero zancón		
	<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental		
	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral		
	<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilote		
	<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmado		
	<i>Gallinago gallinago</i>	Agachona común		
	<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero pico corto		
	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo		
	<i>Limosa fedoa</i>	Picopando canelo		
	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito pico largo		
	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador		
	<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo pico largo		
	<i>Scolopax miniata</i>	Gocha americana		
	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor		
STRIGIDAE	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor		
	<i>Tringa semipalmatus</i>	Willet		
	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario		
	<i>Tryngites subruficollis</i>	Playero leonado		
	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador parásito		
	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Salteador pomarino		
	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero		
	<i>Bubo virginianus mayensis</i>	Búho cornudo	Amenazada	Endémica
	<i>Ciccaba nigrilineata</i>	Búho blanquinegro	Amenazada	
	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café		

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE AVES				DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	
SULIDAE	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño		
	<i>Megascops guatemalae</i>	Tecolote vermiculado		
	<i>Sula leucogaster</i>	Bobo café		
	<i>Sula sula</i>	Bobo pata roja		
SYLVIIDAE	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azulgris		
	<i>Ramphocaelus melanurus</i>	Soterillo picudo		
	<i>Poliophtila plumbea</i>	Perlita tropical	Sujeta a protección especial	
	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado		
THAMNOPHILIDAE	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero pata roja		
	<i>Eucometis penicillata</i>	Tángara cabeza gris	Sujeta a protección especial	
	<i>Habia fuscicauda</i>	Tángara selvática		
	<i>Habia rubica</i>	Tángara-hormiguera Coronioja		
THRAUPIDAE	<i>Piranga olivacea</i>	Tángara escaflata		
	<i>Piranga roseogularis</i>	Tángara yucateca		
	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja		
	<i>Thraupis abbas</i>	Tángara ala amarilla		
THRESKIORNITHIDAE	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco		
	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada		
	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis cara oscura		
	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo		
TINAMIDAE	<i>Amazilia rutila graysoni</i>	Colibrí canela de Tres Marías	Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido		
	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí cola rojiza		
	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco		
TROCHILIDAE	<i>Anthracoceros prevostii</i>	Colibrí garganta-negra		

**COTEFADO**

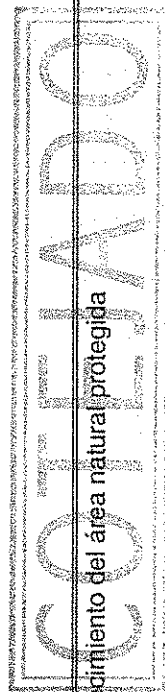
Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COTEJADO

LISTA DE ESPECIES DE AVES				CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN			
TROGLODYTIDAE	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí			
	<i>Campylopterus curvipennis</i>	Fandanguero cola cuña			
	<i>Doricha eliza</i>	Colibrí cola hendida		En peligro de extinción	Endémica
	<i>Phaethornis longuemareus</i>	Ermitaño enano		Sujeta a protección especial	
	<i>Thalurania colombica</i>	Colibrí			
	<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	Matraca yucateca		En peligro de extinción	Endémica
	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de Carolina			
	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Chivirín moteado			
	<i>Troglodytes aedon beani</i>	Chivirín saltapared de Cozumel		Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirín vientre blanco			
TROGONIDAE	<i>Trogon collaris</i>	Trogón de collar		Sujeta a protección especial	
	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón cabeza negra			
	<i>Trogon violaceus</i>	Trogón violáceo			
	<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzal rojo			
	<i>Catharus minimus</i>	Zorzal cara gris			
TURDIDAE	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson			
	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal maculado			
	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo			
	<i>Turdus migratorius confinis</i>	Mirlo primavera de La Laguna		Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Attila spadiceus cozumelae</i>	Atila de Cozumel		Sujeta a protección especial	
TYRANNIDAE	<i>Campostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño			
	<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical			
	<i>Contopus ochraceus</i>				
	<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental			
	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia vientre amarillo			

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE AVES				DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	
	<i>Elaenia martinica</i>	Elenia caribeña		
	<i>Empidonax flaviventris</i>	Mosquero vientre amarillo		
	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo		
	<i>Empidonax virescens</i>	Mosquero verdoso		
	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	Mosquero gorra parda		
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso		
	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquero ocrillo		
	<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamoscas viajero		
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste		
	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano		
	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco		
	<i>Myiobius sulphureipygius</i>	Mosquero rabadilla amarilla		
	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas atigrado		
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Papamoscas rayado		
	<i>Myiopagis viridicata</i>	Elenia verdosa		
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario		
	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquero pico curvo		
	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real	En peligro de extinción	
	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Mosquero-cabezón degollado		
	<i>Pachyrhamphus major uropygialis</i>	Mosquero-cabezón mexicano	Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Pipra mentalis</i>	Manaquín cabeza roja		
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo		
	<i>Platyrinchus cancrinus</i>	Mosquero pico chato	Sujeta a protección especial	
	<i>Poecilatriccus sylvia</i>	Espatulilla gris		



Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida



LISTA DE ESPECIES DE AVES				CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN			
TYTONIDAE	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal			
	<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	Mosquero de anteojos			
	<i>Schiffornis turdinus</i>	Salterín café			
	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira pico negro			
	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatullilla amarillo			
	<i>Tolmomyias sulphureus</i>	Mosquero ojo blanco			
	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano sillbador			
	<i>Tyrannus dominicensis</i>	Tirano gris			
	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano-tijereta rosado			
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical			
	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano dorso negro			
	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario			
	<i>Cyclarhis guianensis insularis</i>	Vireón ceja rufa de Cozumel		Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Hylophilus decurtatus</i>	Verdillo gris			
VIREONIDAE	<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	Verdillo ocre		Sujeta a protección especial	
	<i>Vireo altiloquus</i>	Vireo bigotudo			
	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla			
	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo			
	<i>Vireo griseus perquisitor</i>	Vireo ojo blanco veracruzano		Amenazada	Endémica
	<i>Vireo magister</i>	Vireo yucateco			
	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojo rojo			
	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero		Sujeta a protección especial	
	<i>Vireo philadelphicus</i>	Vireo de Filadelfia			
	<i>Vireo solitarius lucasanus</i>	Vireo anteojo de La Laguna		Sujeta a protección especial	Endémica



Anexo 2. Listado de flora en la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta.

LISTA DE ESPECIES DE ALGAS Y PASTOS MARINOS			EPOCA	
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	SECAS	LEUVIAS	
ANADYOMENACEAE	<i>Anadyomene stellata</i>		X	
	<i>Meristiella gelidium</i>		X	
	<i>Asparagopsis taxiformis</i>		X	
	<i>Cladophoropsis macromeres</i>		X	
	<i>Cladophoropsis membranacea</i>		X	
BRYOPSIDACE	<i>Derbesia sp.</i>			
	<i>Aglaothamnion cordatum</i>		X	
CALLITHAMNIACEAE	<i>Centroceras clavulatum</i>	X	X	
	<i>Gelidium attenuata</i>		X	
	<i>Aglaothamnion neglectum</i>	X		
	<i>Catenella caespitosa</i>	X		
	<i>Catenella impudica</i>	X		
CAULERPACEAE	<i>Caulerpa ashmeadii</i>	X	X	
	<i>Caulerpa cupressoides</i>		X	
	<i>Caulerpa cupressoides v. flabellata</i>	X	X	
	<i>Caulerpa mexicana</i>		X	
	<i>Caulerpa paspaloides</i>		X	
	<i>Caulerpa prolifera</i>		X	
	<i>Caulerpa prolifera f. obovata</i>		X	
	<i>Caulerpa sertularioides</i>		X	
	<i>Caulerpa racemosa</i>	X		
	<i>Caulerpa racemosa v. peltata</i>	X		
	<i>Caulerpa sertularioides f. brevipes</i>	X		

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COTEJADO

FAMILIA	LISTA DE ESPECIES DE ALGAS Y PASTOS MARINOS	NOMBRE CIENTÍFICO	EPOCA
CERAMIACEAE	<i>Caulerpa sertularioides f. longiseta</i>	X	
	<i>Caulerpa verticillata</i>	X	
	<i>Ceramium cruciatum</i>	X	X
	<i>Ceramium nitens</i>		
CHAMPIACEAE	<i>Champia parvula</i>	X	X
	<i>Champia salicornioides</i>	X	X
	<i>Coelothrix irregularis</i>		
	<i>Chaetomorpha gracilis</i>	X	X
CLADOPHORACEAE	<i>Chaetomorpha linum</i>		X
	<i>Chaetomorpha minima</i>		X
	<i>Rhizoclonium riparium</i>		X
	<i>Cladophora sp.</i>		X
	<i>Codium isthmocladum</i>		X
	<i>Codium taylorii</i>		X
CORALLINACEAE	<i>Amphiroa fragilissima</i>	X	X
	<i>Jania adhaerens</i>	X	X
	<i>Jania rubens</i>	X	X
	<i>Amphiroa rigida</i>		
	<i>Amphiroa tribulus</i>		
DASYACEAE	<i>Jania pumila</i>	X	
	<i>Dasya baillouviana</i>		X
	<i>Dasya caribica</i>		X
	<i>Dasya rigidula</i>	X	X
	<i>Heterosiphonia crispella</i>		X
DASYCLADACEAE	<i>Heterosiphonia gibbesii</i>	X	X
	<i>Batophora oerstedii</i>		X

LISTA DE ESPECIES DE ALGAS Y PASTOS MARINOS		
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	EPOCA
DELESSERIAEAE	<i>Batophora oerstedii v. occidentalis</i>	X
	<i>Dasycladus vermicularis</i>	X
	<i>Neomeris annulata</i>	
	<i>Caloglossa leprieurii</i>	X
	<i>Hypoglossum involvens</i>	X
DERBEASIAEAE	<i>Pedobesia lamourouxii</i>	X
	<i>Pedobesia vaucheriaeformis</i>	X
	<i>Avrainvillea longicaulis</i>	X
DICHOTOMOSIPHONACEAE	<i>Avrainvillea asarifolia</i>	
	<i>Avrainvillea nigricans</i>	
	<i>Cladocephalus luteofuscus</i>	
DICTYOTACEAE	<i>Dictyopteris justii</i>	X
	<i>Dictyota bartayresiana</i>	X
	<i>Dictyota cervicornis</i>	X
	<i>Dictyota dichotoma</i>	X
	<i>Dictyota divaricata</i>	X
	<i>Dictyota volubilis</i>	X
	<i>Padina boergesenii</i>	X
	<i>Padina gymnospora</i>	X
	<i>Padina sp.</i>	X
	<i>Styopodium zonale</i>	X
GALAXAURACEAE	<i>Dictyota bartayresii</i>	
	<i>Dictyopteris delicatula</i>	
	<i>Lobophora variegata</i>	
GRACILARIAEAE	<i>Galaxaura oblongata</i>	
	<i>Gracilaria cervicornis</i>	X

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE ALGAS Y PASTOS MARINOS		
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	EPOCA
HALIMEDACEAE	<i>Gracilaria verrucosa</i>	X
	<i>Halimeda discoidea</i>	X
	<i>Halimeda goreauii</i>	X
	<i>Halimeda incrassata</i>	X
	<i>Halimeda monile</i>	X
	<i>Halimeda opuntia</i>	X
	<i>Halimeda scabra</i>	X
	<i>Halimeda tuna</i>	X
	<i>Halimeda copiosa</i>	
	<i>Halimeda incrassata</i>	
	<i>Halimeda lacrimosa</i>	
	<i>Halimeda monile</i>	
	<i>Halimeda opuntia</i>	
	<i>Halimeda tuna</i>	
HALYMENIACEAE	<i>Halymenia duchassaingii</i>	
	<i>Grateloupia filicina</i>	X
HAPAEIDIACEAE	<i>Mesophyllum mesomorphum</i>	
	<i>Thalassia testudinum</i>	
HYDROCHARITACEAE	<i>Syringodium filiforme</i>	
	<i>Halophila engelmannii</i>	
	<i>Hydrolythum boergesenii</i>	
HYPNEACEAE	<i>Hypnea musciformis</i>	X
	<i>Hypnea spinella</i>	X
	<i>Hypnea valentiae</i>	X
	<i>Hypnea cervicornis</i>	
LIAGORACEAE	<i>Liagora mucosa</i>	

LISTA DE ESPECIES DE ALGAS Y PASTOS MARIÑOS		
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	ÉPOCA
LOMENTARIACEAE	<i>Liagora pinnata</i>	
	<i>Lomentaria baileyana</i>	X
	<i>Gelidiopsis intricata</i>	X
	<i>Acetabularia calyculus</i>	X
POLYPHYSACEAE	<i>Acetabularia crenulata</i>	X
	<i>Polyphysa polyphysoides</i>	X
	<i>Rhipilia tomentosa</i>	
RHIPILIACEAE	<i>Ochtodes secundiramea</i>	X
RHIZOPHYLLIDACEAE	<i>Bostrychia montagnei</i>	X
	<i>Bostrychia tenella</i>	X
RHODOMELACEAE	<i>Bryothamnion seafarthii</i>	X
	<i>Chondria baileyana</i>	X
	<i>Chondria capitata</i>	X
	<i>Chondria littoralis</i>	X
	<i>Laurencia intricata</i>	X
	<i>Laurencia obtusa</i>	X
	<i>Laurencia papillosa</i>	X
	<i>Laurencia poiteaui</i>	X
	<i>Murrayella pericladis</i>	X
	<i>Polysiphonia ramentacea</i>	X
	<i>Polysiphonia sp.</i>	X
	<i>Acanthophora muscoides</i>	X
	<i>Acanthophora spicifera</i>	X
	<i>Bryodladia cuspidata</i>	X
	<i>Bryothamnion sp.</i>	X
	<i>Digenea simplex</i>	X

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

FAMILIA	LISTA DE ESPECIES DE ALGAS Y PASTOS MARINOS	NOMBRE CIENTIFICO	EPOCA
SARGASSACEAE	Laurencia microcladia		X
	Botryocladia occidentalis		X
	Botryocladia pyriformis		X
	Botryocladia sp.		X
	Turbinaria turbinata		
SIPHONOCALACEAE	Sargassum fluitans		
	Sargassum hystrix		
	Sargassum natans		
	Dictyosphaeria cavernosa		
SOLIERIACEAE	Eucheuma isiforme		X
	Wurdemannia miniata		X
	Solieria filiformis		X
	Spyridia filamentosa		X
UDOTEACEAE	Spyridia sp		
	Penicillus capitatus		X
	Penicillus dumetous		X
	Penicillus lamourouxii		X
	Penicillus pyriformis		X
	Rhipocephalus phoenix		X
	Rhipocephalus phoenix f. brevifolius		X
	Rhipocephalus phoenix f. longifolius		X
	Udotea conglutinata		X
	Udotea cyathiformis		X
	Udotea flabellum		X
	Boodleopsis pusilla		
	Udotea occidentalis		

LISTA DE ESPECIES DE ALGAS Y PASTOS MARINOS		
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	EPOCA
ULVACEAE	<i>Udotea spinulosa</i>	X
	<i>Udotea wilsonii</i>	X
	<i>Ulva fasciata</i>	
VALONIACEAE	<i>Valonia macrophysa</i>	X
	<i>Valonia utricularis</i>	X
	<i>Ventricaria ventricosa</i>	
WRANGELIAEA	<i>Wrangelia argus</i>	

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COPIADO



COTEJADO

Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE					DISTRIBUCIÓN
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	
ASPARAGACEAE	<i>Agave angustifolia</i>	Chelem	Roseta		-
ACANTHACEAE	<i>Blechnum pyramidalatum</i>		Hierba		-
	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	Hulub	Arbusto		-
	<i>Dicliptera sexangularis</i>		Hierba		-
	<i>Spondias radlkoferi</i>		Árbol	Amenazada	-
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera sp</i>	Sak mul	Hierba		-
	<i>Amaranthus greggii</i>	Xites	Hierba		-
	<i>Atriplex cristata</i>	Puut baak xtees	Hierba		-
	<i>Iresine flavescens</i>		Hierba		-
	<i>Salicornia bigelovii</i>		Hierba		-
	<i>Astronium graveolens</i>		Árbol	Amenazada	-
	<i>Metopium browale</i>	Chechem	Árbol		-
ANACARDIACEAE	<i>Spondias mombin</i>	lobo	Árbol		-
	<i>Spondias purpurea</i>	Abal, Ciruela	Árbol		-
	<i>Spondias radlkoferi</i>		Árbol		-
	<i>Annona glabra</i>	Corcho	Árbol		-
	<i>Annona muricata</i>	Guanabana	Árbol		-
ANNONACEAE	<i>Annona reticulata</i>	Oop, Anona	Árbol		-
	<i>Annona squamosa</i>	Saramuyo	Árbol		-
	<i>Mosannonna depressa</i>	Elemuy	Árbol		-
	<i>Sapranthus campechianus</i>	Sak ele'muy	Árbol		-
	<i>Echites umbellata</i>		Trepadora		-
APOCYNACEAE	<i>Cameraria latifolia</i>	Cheecchen blanco	Árbol		-
	<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	Árbol		-
	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	Árbol		-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE					
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
ARACEAE	<i>Asclepias curassavica</i>	Anal k'aak'	Hierba		-
	<i>Asclepias tuberosa</i>		Hierba		-
	<i>Rhabdadenia biflora</i>	Bejuco de manglar	Trepadora		-
	<i>Pentalinan andrieuxii</i>	Contrahierba	Trepadora		-
	<i>Metastelma schlechtendalii</i>	Chimes ak'	Trepadora		-
	<i>Gonolobus yucatanensis</i>		Trepadora		-
	<i>Marsdenia gualanensis</i>		Trepadora		-
	<i>Marsdenia macrophylla</i>		Trepadora		-
	<i>Matelea campechiana</i>		Trepadora		-
	<i>Sarcostemma bilobum</i>	Ja'as ak'	Trepadora		-
	<i>Anthurium schlechtendalii</i> ssp. <i>Schlechtendalii</i>	Boobtun	Hierba		-
	<i>Philodendron heterocarpum</i>	Ak'al k'uum che'	Hierba trepadora		-
	<i>Syngonium podophyllum</i>	Oochil	Hierba trepadora		-
	<i>Acnelorrhaphe wrightii</i>	Taslate	Árbol		-
	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyol	Árbol		-
ARECACEAE	<i>Bactris major</i>	Caña chiquiyul	Árbol	Sujeta a protección especial	-
	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xyaat	Arbusto		-
	<i>Coccothrinax readii</i>	Palma nakás	Arbusto	Amenazada	Endémica
	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Árbol		-
	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakah	Árbol		-
	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Palama kuká	Árbol	Amenazada	-
	<i>Roystonea regia</i>	Palma real cubana	Árbol	Sujeta a protección especial	-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COTEJADO

000143

# COTEJADO

ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
ARISTOLOCHIACEAE	<i>Sabal yapa</i>	Huano	Árbol		-
	<i>Sabal gretherae</i>	Palma de huano	Árbol	Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Árbol	Amenazada	-
	<i>Aristolochia trilobata</i>	Guaco	Trepadora		-
ASPARAGACEAE	<i>Aristolochia pentandra</i>	Chan guaco	Trepadora		-
	<i>Beaucarnea plicabilis</i>	Soyate despeinado	Árbol	Amenazada	Endémica
	<i>Batis maritima</i>	Saladillo	Hierba		-
	<i>Arrabidaea sp.</i>		Trepadora		-
BIGNONIACEAE	<i>Bignonia diversifolia</i>	Bilin kok	Trepadora		-
	<i>Bignonia patosina</i>	EK' k'ixil	Trepadora		-
	<i>Crescentia cujete</i>	Jicara	Árbol		-
	<i>Dalichandra unguis-cati</i>	Anil kab	Trepadora		-
	<i>Fridericia floribunda</i>	Aanil kab	Trepadora		-
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>		Árbol	Amenazada	-
	<i>Stizophyllum riparium</i>	Box ak	Trepadora		-
	<i>Tabebuia rosea</i>	Makuls	Árbol		-
	<i>Tonaecium tetragonolobum</i>		Trepadora		-
	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Árbol		-
BORAGINACEAE	<i>Cordia sebestena</i>	Anacahuita	Árbol		-
	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojon	Árbol		-
	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Árbol		-
	<i>Heliotropium angiospermum</i>	Nej matax	Hierba		-
	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Siklmay	Arbusto		-
	<i>Cakile edentula</i>		Hierba		-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE				
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
	<i>Cakile lanceolata</i>		Hierba	-
	<i>Aechmea bracteata</i>	Xchu'	Epífita	-
	<i>Bromelia karatas</i>	Pi'uella	Roseta	-
	<i>Tillandsia balbisiana</i>		Epífita	-
	<i>Tillandsia brachycaulos</i>	Chuu	Epífita	-
	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	Xch'u'	Epífita	-
	<i>Tillandsia fasciculata</i>	Chuk ja'	Epífita	-
	<i>Tillandsia streptophylla</i>	Mulix	Epífita	-
	<i>Tillandsia variabilis</i>		Epífita	-
	<i>Bursera simaruba</i>	Chakah	Árbol	-
	<i>Protium copal</i>	Copal	Árbol	-
	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Nuum tsuutsuy	Arbusto	-
	<i>Epiphyllum phyllanthus</i>		Epífita	-
	<i>Nopalea inaperta</i>	Nopal	Arbusto	-
	<i>Opuntia dillenii</i>	Tsakam	Hierba postrada	-
	<i>Selenicereus donkelaarrii</i>	Choj kaan	Hierba trepadora	-
	<i>Selenicereus testudo</i>		Epífita	-
	<i>Celtis iguanaea</i>	Kaanbal muk	Arbusto	-
	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	Árbol	-
	<i>Cynophalla flexuosa</i>	Xbayun ak'	Arbusto	-
	<i>Forchhammeria trifoliata</i>	K'olokma'ax	Árbol	-
	<i>Quadralla cynophallophora</i>		Arbusto	-
	<i>Quadralla incana</i>	Bokan che'	Árbol	-
	<i>Carica papaya</i>	Papaya de monte	Hierba arborea	-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COPIADO

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE				
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
CELASTRACEAE	<i>Cassine xylocarpa</i>	Boop che'	Árbol	-
	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	Chiki che'	Arbusto	-
	<i>Maytenus phyllanthoides</i>		Árbol	-
	<i>Pristimera celastroides</i>	Ta'ats'i'	Árbol	-
CLUCIACEAE	<i>Garcinia intermedia</i>	Cacaw che'	Árbol	-
	<i>Bucida buceras</i>	Pukte'	Árbol	-
COMBRETACEAE	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	Árbol	-
	<i>Commelina diffusa</i>		Hierba	-
COMMELINACEAE	<i>Commelina erecta</i>	Tsit xiw	Hierba	-
	<i>Tradescantia spathacea</i>	Eek' pets	Hierba	-
	<i>Lepidaploa canescens</i>		Arbusto	-
	<i>Ageratina altissima</i>		Arbusto	-
COMPOSITAE	<i>Ageratum littorale</i>	Haway che'	Hierba	-
	<i>Ambrosia hispida</i>	X'much kok	Hierba	-
	<i>Baccharis dioica</i>		Arbusto	-
	<i>Bidens pilosa</i> var. <i>minor</i>		Hierba	-
	<i>Borrichia arborescens</i>	Tsooj	Arbusto	-
	<i>Borrichia frutescens</i>		Arbusto	-
	<i>Chloracantha spinosa</i>		Hierba	-
	<i>Chromolaena lundellii</i>		Arbusto	-
	<i>Chromolaena odorata</i>	Tokaban	Árbol	-
	<i>Flaveria linearis</i>	K'aan looxiw	Hierba	-
	<i>Flaveria trinervia</i>		Hierba	-
	<i>Koanophyllon albicaulis</i>	Sak tok'ja'ban	Arbusto	-
	<i>Neurolaena lobata</i>	Chaal che'	Arbusto	-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE				
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
CONVOLVULACEAE	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Altanisa	Hierba	-
	<i>Porophyllum punctatum</i>	Xpech' uk'il	Hierba	-
	<i>Sonchus sp.</i>		Hierba	-
	<i>Sphagneticola trilobata</i>	kan'kun	Hierba	-
	<i>Tridax procumbens</i>	Baken box	Arbusto	-
	<i>Vernonia oolepis</i>	Tamanhub	Hierba	-
	<i>Viguiera dentata</i>	Tah	Hierba	-
	<i>Ipomoea alba</i>		Hierba rastrera	-
	<i>Ipomoea carnea</i>	Chok'ob kaat	Arbusto trepador	-
	<i>Ipomoea indica</i>		Hierba trepadora	-
CUCURBITACEAE	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Ri'onina	Hierba rastrera	-
	<i>Ipomoea violacea</i>	Ya'ax ke'e'il	Hierba rastrera	-
	<i>Ipomoea sp.</i>		Hierba trepadora	-
	<i>Cionoscys excisus</i>	Xcumpeex	Hierba trepadora	-
	<i>Ibervillea sp.</i>		Hierba trepadora	-
CYPERACEAE	<i>Momordica charantia</i>	Cundeamor	Hierba trepadora	-
	<i>Cladium mariscus subsp. jamaicense</i>	Jol che'	Hierba	-
	<i>Cyperus sp.</i>		Hierba	-
	<i>Eleocharis cellulosa</i>		Hierba	-
	<i>Eleocharis geniculata</i>		Hierba	-
DIOSCORIACEAE	<i>Rhynchospora holoschoenoides</i>		Hierba	-
	<i>Rhynchospora colorata</i>		Hierba	-
	<i>Dioscorea sp.</i>		Hierba trepadora	-
EBENACEAE	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Sillil	Árbol	-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COTEJADO

COTTEJADO

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE				
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
ERYTHROXYLACEAE	<i>Diospyros nigra</i>	Tauch	Árbol	-
	<i>Diospyros acapulcensis subsp. verae-crucis</i>	Pisit	Árbol	-
	<i>Erythroxylum confusum</i>		Árbol	-
	<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	lik'il che'	Árbol	-
	<i>Acalypha seleriana</i>	Sak baakel kaan	Arbusto	-
	<i>Acalypha leptopoda</i>	Ch'ililb tux	Arbusto	-
	<i>Adelia barbinervis</i>	Puuts' mukuy	Árbol	-
	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	Chaya de monte	Arbusto	-
	<i>Croton discolor</i>		Arbusto	-
	<i>Croton glandulosepalus</i>		Arbusto	-
	<i>Croton humilis</i>	Ik' a'aban	Arbusto	-
	<i>Croton niveus</i>	Kok che'	Árbol	-
	<i>Croton punctatus</i>	Sak chum	Arbusto	-
	<i>Croton reflexifolius</i>	Pees kuut	Arbusto	-
EUPHORBACEAE	<i>Croton chiato glandulifer</i>		Arbusto	-
	<i>Croton glabellus</i>		Árbol	-
	<i>Dalechampia scandens</i>	Mo'ol koj	Hierba trepadora	-
	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	Chiintok	Arbusto	-
	<i>Euphorbia blodgettii</i>		Arbusto	-
	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Chuiet xiu	Hierba	-
	<i>Euphorbia dioeca</i>	Mejen xanab muku	Hierba	-
	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i>	Kabal cheechem	Hierba	-
	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i>		Hierba	-
	<i>Gynnanthes lucida</i>	Yayte	Árbol	-
	<i>Jatropha gaudieri</i>	Pomol che'	Arbusto	-



LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE					
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	DISTRIBUCIÓN
GENTIANACEAE	<i>Sebastiania adenophora</i>	K'aan chunuup	Árbol		-
	<i>Eustoma exaltatum</i>		Hierba		-
GOODENIACEAE	<i>Scaevola plumieri</i>	Coratillo	Arbusto		-
	<i>Callicarpa acuminata</i>	Xpuhn	Arbusto		-
LAMIACEAE	<i>Cassytha filiformis</i>	Kunkubul	Hierba trepadora		-
	<i>Nectandra coriacea</i>		Árbol		-
	<i>Ocimum campechianum</i>	Kakaltuun	Hierba		-
	<i>Salvia coccinea</i>		Hierba		-
LAURACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya ax nik	Árbol		-
	<i>Acacia cedilloi</i>	Subin	Árbol		-
LEGUMINOSAE	<i>Acacia cornigera</i>		Subin		-
	<i>Acacia dolichostachya</i>	Kaabal pich	Árbol		-
	<i>Acacia gaumeri</i>	Box-kaatzin	Árbol		-
	<i>Acacia pennatula</i>	Chimay	Árbol		-
	<i>Acacia collinsii</i>	Subin	Árbol		-
	<i>Albizia tomentosa</i>	Simin	Árbol		-
	<i>Ateleia gummifera</i>		Árbol		-
	<i>Bauhinia divaricata</i>	Sak ts'ulub tok	Árbol		-
	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Pepen che'	Arbusto		-
	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che'	Árbol		-
	<i>Caesalpinia violacea</i>	Chakte cok	Árbol		-
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Taak'in che'	Árbol		-
	<i>Canavalia brasiliensis</i>	Habas	Hierba trepadora		-
	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	Hierba rastrojera		-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COTEJADO

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE				
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
	<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya'ax eek'	Árbol	-
	<i>Dalbergia glabra</i>	Muk	Arbusto trepador	-
	<i>Desmodium incanum</i>	K'iintaj	Hierba	-
	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ts'uts'uk	Árbol	-
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Pich	Árbol	-
	<i>Erythrina standleyana</i>	Chak mo'ol che'	Árbol	-
	<i>Galactia striata</i>		Hierba trepadora	-
	<i>Gliricidia sepium</i>	Sak yatab	Árbol	-
	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo de tinte	Árbol	-
	<i>Havardia albicans</i>	Chukum	Árbol	-
	<i>Indigofera sp.</i>		Hierba	-
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	Árbol	-
	<i>Lonchocarpus nagusis</i>	Choy che'	Árbol	-
	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	Xu'ul	Árbol	-
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Xutul	Árbol	-
	<i>Lysiloma latissiliquum</i>	Tsalam	Árbol	-
	<i>Mimosa bahamensis</i>	katsim	Árbol	-
	<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	Árbol	-
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Tsliw che'	Árbol	-
	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tsliw che'	Arbusto	-
	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Árbol	-
	<i>Rhynchosia minima</i>	lib ch'o'	Hierba trepadora	-
	<i>Senna atomaria</i>	Tu'ha' che'	Árbol	-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE					DISTRIBUCIÓN
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	
LORANTHACEAE	<i>Senna pallida</i>		Arbusto		-
	<i>Senna racemosa</i>	K'aan habin	Árbol		-
	<i>Sphingia platyloba</i>	Choko jo'	Arbusto trepador		-
	<i>Swartzia cubensis</i>	K'ataal oox	Árbol		-
	<i>Zapoteca formosa</i>		Arbusto		-
	<i>Zygia cognata</i>	Cacaw che	Árbol		-
	<i>Struthanthus cassythoides</i>	Xkalwiis	Hierba parásita		-
	<i>Psittacanthus americanus</i>	Xk'ubenba	Hierba parásita		-
	<i>Bunchosia glandulosa</i>	Siip che'	Arbusto		-
	<i>Bunchosia swartziana</i>	Siip che'	Árbol		-
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	Árbol		-
	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	Sak paj	Árbol		-
	<i>Hiraea obovata</i>	Peepen ak'	Arbusto trepador		-
	<i>Malpighia emarginata</i>	Wayakte'	Árbol		-
	<i>Malpighia glabra</i>	Uste'	Árbol		-
	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i>		Hierba trepadora		-
	<i>Abutilon permolle</i>	Sak-xiu	Arbusto		-
	<i>Abutilon sp.</i>		Arbusto		-
	<i>Ayenia pusilla</i>	Pix t'oon xiw	Hierba		-
	<i>Bakeridesia gaumeri</i>		Arbusto		-
MALVACEAE	<i>Byttneria aculeata</i>	a ax x	Arbusto		-
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Árbol		-
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	Árbol		-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

**COTEJADO**

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE					DISTRIBUCIÓN
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	
	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Árbol		-
	<i>Ceiba schottii</i>	Pilm	Árbol		-
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy	Árbol		-
	<i>Hampea trilobata</i>	Majagua	Árbol		-
	<i>Helicteres baruensis</i>	Sutup	Arbusto		-
	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Jolotsen	Árbol		-
	<i>Luehea speciosa</i>	Chacats	Árbol		-
	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipan de monte	Arbusto		-
	<i>Melochia tomentosa</i>	Sak chí'ichi'beh	Arbusto		-
	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Amapola	Árbol		-
	<i>Sida acuta</i>	Chitichi'bej	Hierba		-
MELIACEAE	<i>Trichilia minutiflora</i>		Árbol		-
	<i>Waltheria indica</i>	Sak xiw	Hierba		-
MENISPERMACEAE	<i>Gonolobus patens</i>	Peteltuun	Hierba trepadora		-
	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	Choch kitan	Arbusto		-
MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Árbol		-
	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	Árbol		-
	<i>Ficus cotinifolia</i>	Koopo'	Árbol		-
	<i>Ficus maxima</i>	Matapalo	Árbol		-
	<i>Ficus crassinervia</i>	Koopo'	Árbol		-
	<i>Ficus pertusa</i>		Árbol		-
	<i>Ficus retusa</i>	Laurel	Árbol		-
	<i>Ficus trigonata</i>	Matapalo	Árbol		-
	<i>Trophis racemosa</i>	Ramón colorado	Árbol		-
					-

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE				
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	Árbol	-
	<i>Calythranthes millspaughii</i>	Pichi che'	Árbol	-
	<i>Calythranthes pallens</i>		Árbol	-
MYRTACEAE	<i>Eugenia axillaris</i>	Ich juuj	Árbol	-
	<i>Eugenia biflora</i>		Árbol	-
	<i>Eugenie buxifolia</i>	Saklob	Árbol	-
	<i>Eugenia capulli</i>		Árbol	-
	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Xokoka'an	Árbol	-
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Árbol	-
	<i>Psidium sartorianum</i>	Pichi che'	Árbol	-
NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	Chak muk	Árbol	-
	<i>Pisonia aculeata</i>	Be'eb	Arbusto trepador	-
	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Jamaj	Hierba	-
ONAGRACEAE	<i>Brassavola nodosa</i>	Dama de noche	Epífita	-
	<i>Catasetum integerrimum</i>	Chittit k'uk	Epífita	-
	<i>Encyclia sp.</i>		Epífita	-
	<i>Epidendrum stamfordianum</i>		Epífita	-
	<i>Myrmecophylla tibicinis</i>	Jojom baak	Epífita	-
	<i>Notylia barkeri</i>		Epífita	-
	<i>Rhynchoalelia digbyena</i>	Piita	Epífita	-
ORCHIDACEAE	<i>Sacola lanceolata</i>		Epífita	-
	<i>Trichocentrum ascendens</i>	Puuts che'	Epífita	-
	<i>Trichocentrum carthagenense</i>		Epífita	-
	<i>Passiflora foetida</i>	Poch'il	Hierba trepadora	-
				-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

**COTEJADO**

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE					DISTRIBUCIÓN
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	
PHYLLANTHACEAE	<i>Passiflora coriacea</i>	Soots' ak'	Hierba trepadora		-
	<i>Margaritaria nobilis</i>	Grosella	Arbusto		-
	<i>Petiveria alliscea</i>	Paay che'	Hierba		-
PHYTOLACACEAE	<i>Phytolacca icosandra</i>	Te'el cocox	Hierba		-
	<i>Rivina humilis</i>	Kuxub katan	Hierba		-
	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Beel slinik che'	Árbol		-
PICRAMNACEAE	<i>Picramnia antidesma</i>	K'aan chik'in che'	Árbol		-
	<i>Picramnia sp.</i>		Árbol		-
	<i>Peperomia sp.</i>		Hierba		-
PIPERACEAE	<i>Piper sp.</i>		Arbusto		-
	<i>Stemodia maritima</i>		Hierba		-
	<i>Andropogon glomeratus</i>	Ch'it suuk	Hierba		-
POACEAE	<i>Cenchrus incertus</i>	Muul	Hierba		-
	<i>Chloris sp.</i>		Hierba		-
	<i>Distichlis spicata</i>	Zacate salado	Hierba		-
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Kaabal sit	Arbusto		-
	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit	Arbusto		-
	<i>Melinis repens</i>	Chak suuk	Hierba		-
	<i>Olyra sp.</i>		Hierba		-
	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Xtooj yuub	Árbol		-
	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Ch'iich'boob	Árbol		-
	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob	Árbol		-
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba swartzii</i>		Árbol		-
	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbusto		-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE					DISTRIBUCION
ESPECIES	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORIA DE RIESGO (NOM-059)	
POLYPODIACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'itsitche'	Árbol		-
	<i>Microgramma nitida</i>	Tilbte' ak'	Hierba trepadora		-
	<i>Neomilspaughia emarginata</i>	Sakiitsa'	Árbol		-
PRIMULACEAE	<i>Ardisia escallonioides</i>	Plomo che'	Árbol		-
	<i>Bonellia longifolia</i>		Árbol		-
	<i>Bonellia macrocarpa</i>	Muy che'	Árbol		-
	<i>Parathesis cubana</i>	Chaamal che'	Árbol		-
	<i>Acrostichum danaeifolium</i>	Helecho de mangla	Hierba		-
PTERIDACEAE	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	Árbol		-
PUTRANJIVACEAE	<i>Colubrina arborescens</i>	Xlutum che'	Árbol		-
	<i>Colubrina greggii</i>	Churumay	Árbol		-
	<i>Gouania lupuloides</i>	Om ak'	Bejuco		-
RHAMNACEAE	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	Árbol		-
	<i>Ziziphus jujuba</i>	Ciruela babosa	Árbol		-
	<i>Alseis yucatanensis</i>	Kakaw-che'	Árbol		-
RUBIACEAE	<i>Chiococca alba</i>	Kaan chak che'	Arbusto		-
	<i>Chiococca sp.</i>		Arbusto		-
	<i>Erithalis fruticosa</i>		Arbusto		-
	<i>Ernodea littoralis</i>	Sabak che'	Arbusto		-
	<i>Exostema mexicanum</i>		Árbol		-
	<i>Guettarda combsii</i>	Xtees loob	Árbol		-
	<i>Guettarda elliptica</i>	Kib che'	Árbol		-
	<i>Hamelia patens</i>	Xk'anan	Arbusto		-
	<i>Hintonia octomera</i>	Paay luuch	Arbusto		-
					-

COTEJADO

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida



LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE				
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
	<i>Machaonia lindeniana</i>	K'utch'eel	Árbol	-
	<i>Morinda royoc</i>	Jotoyok	Hierba trepadora	-
	<i>Psychotria nervosa</i>		Arbusto	-
	<i>Psychotria pubescens</i>	Lun che'	Arbusto	-
	<i>Psychotria biaristata</i>		Árbol	-
	<i>Randia aculeata</i>	Peech kitam	Arbusto	-
	<i>Randia longiloba</i>	Aak'aax	Arbusto	-
	<i>Spermacoce verticillata</i>	Sak muy	Hierba	-
	<i>Amyris sp.</i>		Árbol	-
	<i>Cosmirona tetrameria</i>	Yuuy	Árbol	-
RUTACEAE	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	Naranja che'	Árbol	-
	<i>Pilocarpus racemosus</i>	Tankax che'	Árbol	-
	<i>Casearia corymbosa</i>	ixim che'	Árbol	-
	<i>Laetia thamnina</i>	Morgao negro	Árbol	-
SALICACEAE	<i>Samyda yucatanensis</i>	Limon che'	Árbol	-
	<i>Xylosma flexuosa</i>		Arbusto	-
	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay	Árbol	-
	<i>Allophylus cominia</i>	Ix baach	Árbol	-
SANTALACEAE	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	Árbol	-
	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito de monte	Árbol	-
	<i>Cupania dentata</i>	Sakoy	Árbol	-
	<i>Cupania glabra</i>	Sak poom	Árbol	-
SAPINDACEAE	<i>Exothea diphylla</i>	Wayum koox	Árbol	-
	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Huaya	Árbol	-

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE					DISTRIBUCIÓN
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)	
SAPOTACEAE	<i>Paullinia sp.</i>		Bejuco		-
	<i>Phoradendron quadrangulare</i>	Xk'ubenba	Hierba parásita		-
	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste'	Árbol		-
	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	Árbol		
	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotillo	Árbol		-
	<i>Pouteria sapota</i>	Mamey	Árbol		-
	<i>Serjania adiantoides</i>	Buy ak'	Bejuco		-
	<i>Serjania yucatanensis</i>	Chen ak'	Bejuco		-
	<i>Sideroxylon americanum</i>		Árbol		-
	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo	Árbol		-
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	Ja'astoch	Árbol		-
	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Tsitsil yaj	Árbol		-
	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'aan chunuup	Árbol		-
	<i>Capraria biflora</i>	Claudiosa	Hierba		-
SCROPHULARIACEAE	<i>Simarouba amara</i>	Sak chacah	Árbol		-
SMILACACEAE	<i>Smilax spinosa var. spinosa</i>	Xkookej ak'	Trepadora		-
	<i>Smilax mollis</i>	Xkookej ak'	Trepadora		-
	<i>Capsicum annuum</i>	Chile max	Arbusto		-
SOLANACEAE	<i>Lycianthes sideroxyloides</i>		Arbusto		-
	<i>Solanum erianthum</i>		Arbusto		-
	<i>Solanum hirtum</i>	Putbaalam	Arbusto		-
	<i>Solanum dasyanthum</i>	Xton pap	Arbusto		-
SURIANACEAE	<i>Suriana maritima</i>	Pantsil	Arbusto		-
TAMARIACEAE	<i>Tamarix ramosissima</i>				-
TYPHACEAE	<i>Typha domingensis</i>	Tule	Hierba		-

Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida

COLEJADO

LISTA DE ESPECIES DE FLORA TERRESTRE				
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	Árbol	-
	<i>Lantana camara</i>	Oregano <sup>~w</sup>	Arbusto	-
	<i>Lantana involucrata</i>	Sikil ha' xiw	Arbusto	-
VERBENACEAE	<i>Phyla nodiflora</i>		Hierba	-
	<i>Phyla stoechadifolia</i>	Kabal ya ax niik	Hierba	-
	<i>Petrea volubilis</i>	Yo och op ts <sup>~m~n</sup>	Arbusto trepador	-
	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	Ibin xiw	Arbusto	-
	<i>Cissus gossypifolia</i>	Xtab ka'an	Hierba trepadora	-
VITACEAE	<i>Cissus verticillata</i>	Xta ka anil	Hierba trepadora	-
	<i>Vitis sp.</i>		Hierba trepadora	-

LISTA DE ESPECIES DE FLORA COSTERA				
ESPECIES	NOMBRE CIENTÍFICO	FORMA DE VIDA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO (NOM-059)
AIZOACEAE	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Hierba rastrera	Verdolaga de playa	-
APOCYNACEAE	<i>Rhabdadenia biflora</i>	Trepadora	Bejuco de manglar	-
COMBRETACEAE	<i>Conocarpus erectus</i>	Árbol	Mangle botoncillo	Amenazada
	<i>Laguncularia racemosa</i>	Árbol	Mangle blanco	Amenazada
RHIZOPHORACEAE	<i>Rhizophora mangle</i>	Árbol	Mangle rojo	Amenazada
VERBENACEAE	<i>Avicennia germinans</i>	Árbol	Mangle negro	Amenazada

Anexo 3. Fotografías representativas de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano propuesta.

(Acervo fotográfico de la CONANP)



Actividades náutico-recreativas  
Fotografía: Archivo CONANP / Alejandro Boneta



Actividades náutico-recreativas  
Fotografía: Archivo CONANP / Alejandro Boneta

COTEJADO



Pesca ribereña  
Fotografía: Archivo CONANP

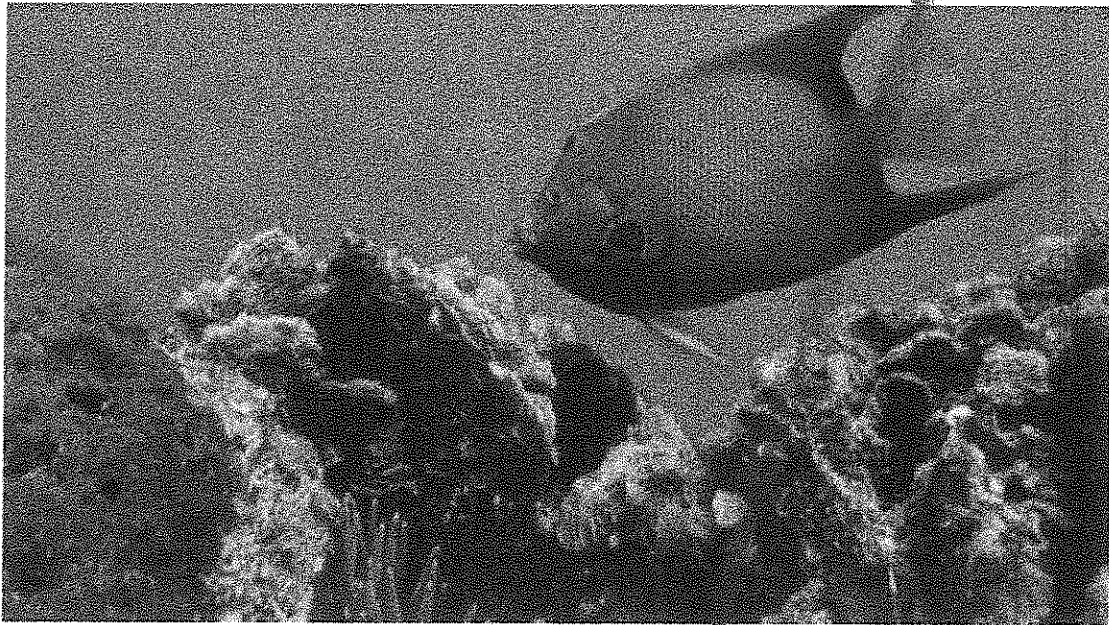


Observación de naturaleza  
Fotografía: Archivo CONANP / Alejandro Boneta

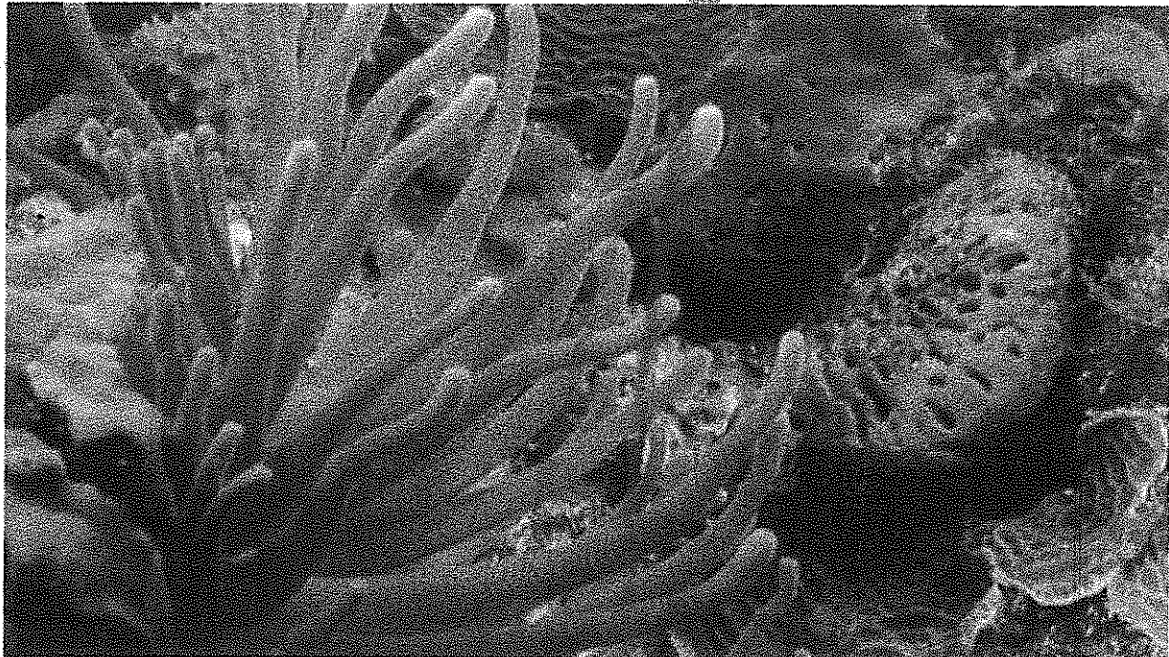
COTEJADO

Secretaría de Medio  
Ambiente y Recursos  
Naturales





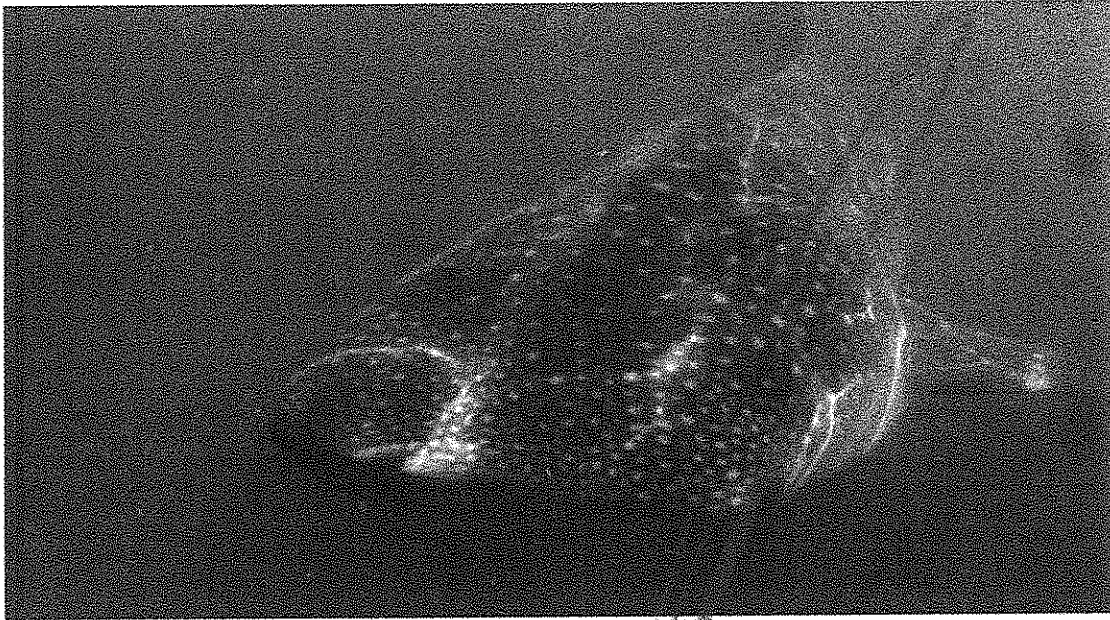
Pez ángel azul (*Holacanthus bermudensis*)  
Fotografía: Archivo CONANP



Anémona gigante del Caribe (*Condylactis gigantea*)  
Fotografía: Archivo CONANP

COTEJADO

COTEJADO



Tiburón ballena (*Rhincodon typus*)  
Fotografía: Archivo CONANP



Tiburón toro (*Carcharhinus leucas*)  
Fotografía: Archivo CONANP





Carpintero yucateco (*Melanerpes aurifrons*)  
Fotografía: Archivo CONANP / Gabriela Poot Ávila



Flamingo americano (*Phoenicopterus ruber*)  
Fotografía: Archivo CONANP / Alberto Vázquez

COTEJADO



Jaguar (*Panthera onca*)  
Fotografía: Archivo CONANP



Fragatas (*Fregata magnificens*)  
Fotografía: Archivo CONANP / José Solís



15 AÑOS  
EXPERIENCIA EN EL  
PATRIMONIO NATURAL  
PAÍS EL PRIMERO DE MEXICO

Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano



Carpintero yucateco (*Melanerpes aurifrons*)  
Fotografía: Archivo CONANP / Gabriela Poot Ávila



Flamingo americano (*Phoenicopterus ruber*)  
Fotografía: Archivo CONANP / Alberto Vázquez

COLEJADO

000154

QUIEN SUSCRIBE, LIC. ELIAS RESCALA JIMÉNEZ, DIRECTOR DE ASUNTOS JURÍDICOS DE LA COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, EN EJERCICIO DE LAS ATRIBUCIONES PREVISTAS EN LA FRACCIÓN VIII DEL ARTÍCULO 77, AMBOS DEL REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES-----

-----CERTIFICA-----

QUE LAS PRESENTES COPIAS FOTOSTÁTICAS CONSISTENTES 1 FOJA ÚTIL CON TEXTO SÓLO POR EL ANVERSO Y 153 FOJAS ÚTILES CON TEXTO POR ANVERSO Y REVERSO, CONCUERDAN FIELMENTE CON LOS DOCUMENTOS QUE OBRAN EN LOS ARCHIVOS DE ÉSTA COMISIÓN NACIONAL Y QUE TUVE A LA VISTA. SE EXTIENDE LA PRESENTE CONSTANCIA PARA LOS EFECTOS LEGALES A QUE HAYA LUGAR, EN LA CIUDAD DE MÉXICO, A LOS SIETE DÍAS DEL MES DE FEBRERO DEL AÑO DOS MIL DIECISIETE.

  
LIC. ELIAS RESCALA JIMÉNEZ



Secretaría de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales  
Comisión Nacional de  
Áreas Naturales Protegidas