



CONABIO

Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica

FICHA DE CARACTERIZACIÓN

Nombre del sitio: Cozumel

Nombres locales del sitio:

Región: Península de Yucatán

Identificador: PY65

a) Ubicación del sitio (Anexo 1)

Coordenadas extremas

Geográficas

Superior izquierda

Latitud Norte: 20.591830

Longitud Oeste: 87.025267

Inferior derecha

Latitud Norte: 20.271590

Longitud Oeste: 86.723734

Proyectadas en Cónica Conforme de Lambert

Superior izquierda

Y: 2,421,886.75

X: 3,554,448.25

Inferior derecha

Y: 2,383,909.00

X: 3,583,040.75

Estado(s) ¹: Quintana Roo

Municipio(s) ²:

- Cozumel

Sitios y puntos de referencia:

- Isla Cozumel
- Localidad San Miguel de Cozumel
- Punta sur de isla Cozumel
- Punta norte de isla Cozumel
- Laguna Colombia
- Sitio arqueológico de San Gerbasio
- Laguna Ciega
- Isla de la Pasión
- Museo de la isla de Cozumel

b) Características físicas

Aspectos climatológicos

Clima³:

Am(f) (100 %)

Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C

Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual

Estacionalidad:

La época de lluvias se presenta de julio a octubre, mientras que la época de secas se presenta de marzo a mayo. Los vientos alisios soplan del Este al Sureste durante la mayor parte del año, mientras que en época de invierno los vientos provienen del Norte y Noroeste^{10,35}

Historia de huracanes y tormentas tropicales⁴:

- Tormenta tropical Eloise, 21 de septiembre de 1975, aprox. 40 km/hr de velocidad de vientos
- Depresión tropical Carmen, 15 de septiembre de 1979, aprox. 25 km/hr de velocidad de vientos
- Huracán categoría 5 Gilbert, 14 de septiembre de 1988, aprox. 145 km/hr de velocidad de vientos
- Huracán categoría 4 Wilma, 21 de octubre de 2005, aprox. 120 km/hr
- Huracán categoría 4 Emily, 17 de julio de 2005³⁵

Aspectos fisiográficos y tipos de suelo

Provincia y subprovincia fisiográfica⁵:

- Karst yucateco

Tipos de suelos⁶:

- Rendezina (82.38 %)
- Solonchack (17.62 %)

- Salinidad del agua intersticial: sin datos
- Condiciones de reducción-oxidación: sin datos
- pH (Potencial de hidrógeno): sin datos

Geología⁷: Omitiendo los cuerpos de agua.

- Caliza (82.61 %)
- Lacustre (13.54 %)
- Litoral (3.85 %)

Aspectos hidrográficos

Cuenca y subcuenca⁸:

1. Península de Yucatán (100 %)

Principales cuerpos lagunares:

- Debido a la permeabilidad del subsuelo en isla Cozumel no se presentan aportes de agua superficial. Sin embargo existen lagunas costeras que se consideran cuerpos de agua permanente en dos zonas de la isla (extremo sur y extremo norte)³⁵:
 - Laguna Colombia (261.9 ha)
 - Laguna Ciega (307.7 ha)
 - Laguna de la Pasión (38.5 ha)
 - Laguna Río de la Plata (Xlapac 387.6 ha)
 - Laguna Montecristo (Aguagrande) (168.9 ha)
 - Laguna Chankana

Principales aportes de agua al sistema:

marea del mar Caribe. No existe un sistema superficial de corrientes de agua dulce permanente, sino un flujo de agua subterránea debido a la infiltración de agua pluvial a través de la roca caliza

Tipo de marea: semidiurna³⁴

Tipo de humedal¹³: ámbito marino – costero de sistema estuarino con subsistema intermareal de clase humedal arbóreo

c) Características socioeconómicas

Población humana

Población total¹⁴:

- Población en el área de manglar: 9
- Población en la zona de influencia: 71,858

Número total de localidades¹⁴:

- Localidades en el área de manglar: 1
- Localidades en la zona de influencia: 25

Actividades socioeconómicas

- Turismo³³
- Pesca^{35, 12, 11}
- Agricultura³³
- Ganadería³³

Tenencia de la tierra: ejidal, privada, estatal y federal^{33,35}

Usos de las especies de manglar

- Sin información

d) Descripción biológica del sitio

Vegetación¹⁵, (Anexo 3)¹⁶

- Manglar
- Selva mediana subperennifolia
- Vegetación de dunas costeras

Fauna (Anexo 4)¹⁶ y especies características

- *Procyon pygmaeus* (mapache enano)^{34,37}
- *Nasua nelsoni* (coatí enano)^{37,11}
- *Strombus gigas* (caracol rosado)³⁴
- *Snopus splendidus* (pez sapo)¹¹
- *Toxostoma guttatum* (cenzontle de Cozumel)¹¹
- *Reithrodontomys spectabilis* (ratón de Cozumel)¹¹
- *Phoenicopterus ruber* (flamenco del Caribe)³⁵
- *Pandion haliaetus* (águila pescadora)³⁵
- *Columba leucocephala* (paloma cabeciblanca)³⁵

e) Importancia biológica del sitio

Servicios ambientales:

- Los manglares son zonas de refugio y alimentación de diferentes especies de fauna con relevancia biológica e importancia comercial^{34,35,37}. Por ejemplo los manglares son zonas de alimentación para el mapache endémico (*Procyon pymaeus*) y el coatí enano (*Nasua nelsoni*)^{35,37}
- Los manglares de la isla de Cozumel proporcionan hábitat para especies de peces endémicos de la región de Península de Yucatán como: *Cypridon artifrons* y *Floridichthyz polyommus*³⁵
- Los manglares brindan hábitat para especies de aves residentes y migratorias³⁵
- Los manglares mantienen la calidad del agua y la retención de materia orgánica, favoreciendo el desarrollo de otros ecosistemas como los arrecifes de coral, altamente sensibles al exceso de sedimentos y materia orgánica³⁵
- Los manglares amortiguan el impacto de huracanes y tormentas tropicales^{35,34}

Función como corredor biológico:

- El sitio es utilizado como corredor biológico para especies de aves acuáticas y terrestres migratorias³³
- Los manglares mantienen la calidad del agua y la retención de materia orgánica, favoreciendo la pesquería de *Strombus gigas* y *Panulirus argus*, al igual que el desarrollo de arrecifes de coral³⁵

Presencia de especies endémicas o bajo alguna categoría de protección:

- Las especies de manglar, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* se encuentran bajo la categoría de amenazadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010²⁷. Ver Anexos 3 y 4

Riqueza específica:

- Cozumel es reconocida como la isla mexicana con mayor riqueza de especies de anfibios y reptiles. Además de las presencia de especies endémicas (un reptil, 7 mamíferos y 19 aves)³⁵
- En la zona propuesta como Área de protección de flora y fauna isla Cozumel se menciona la presencia de³⁵:
 - 68 especies son algas
 - 295 plantas superiores
 - 7 invertebrados de aguas continentales
 - 38 escleractíneos
 - 23 gorgónidos
 - 30 esponjas
 - 102 peces marinos
 - 8 peces de aguas continentales
 - 5 anfibios
 - 28 reptiles
 - 166 aves
 - 18 mamíferos

Importancia del sitio para el ciclo biológico de diferentes especies:

- Los manglares de la isla de Cozumel proporcionan hábitat para especies de peces endémicos de la región de Península de Yucatán como: *Cypridon artifrons* y *Floridichthyz polyommus*³⁵
- En los humedales de la isla Cozumel se reporta la presencia del cocodrilo de río o americano (*Crocodylus acutus*)³⁵
- Los manglares son zonas de refugio y reproducción de diferentes especies de fauna, entre estos el mapache endémico (*Procyon pymaeus*) y el coatí enano (*Nasua nelsoni*)³⁵

f) Características del manglar

<p>Superficie del manglar¹⁷</p> <p>Para 1981 en km²: 23.11 (2,311 ha)</p> <p>Para 2005 en km²: 21.18 (2,118 ha)</p> <p>Para 2010 en km²: 17.73 (1,773 ha)</p> <p>Porcentaje a nivel regional (2010): 0.43</p> <p>Porcentaje a nivel nacional (2010): 0.23</p> <p>Fuente y año: Rodríguez-Zúñiga, et al, 2013¹⁷</p>	<p>Especies de manglar y nombres locales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Rhizophora mangle</i> (mangle rojo)³⁵ ▪ <i>Laguncularia racemosa</i> (mangle blanco)³⁵ ▪ <i>Conocarpus erectus</i> (mangle botoncillo)³⁵ ▪ <i>Avicennia germinans</i> (mangle negro)³⁵ 	<p>Altura media de los árboles:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Altura promedio 6 metros 	<p>Tipo de manglar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Manglar arbóreo bajo³⁸
--	---	---	--

Estructura de la comunidad vegetal (Anexo 2)

<p>Altura (m):</p> <p>Sin datos</p>	<p>Densidad (árboles/ha):</p> <p>Sin datos</p>	<p>Área basal(m²/ha):</p> <p>Sin datos</p>
<p>Densidad relativa (%):</p> <p>Sin datos</p>	<p>Dominancia relativa (%):</p> <p>Sin datos</p>	<p>Frecuencia relativa (%):</p> <p>Sin datos</p>
<p>Valor de importancia</p> <p>Sin datos</p>	<p>Valor de importancia relativo (%)</p> <p>Sin datos</p>	

g) Impactos y amenazas

Impactos directos

- Tala de manglar³⁴
- Extracción no regulada de leña y madera por parte de los habitantes locales³⁵

Impactos indirectos

- Cambio en la densidad de las poblaciones humanas⁹
- Fragmentación del paisaje por actividades turísticas^{33,5}
- Modificación del entorno por dragados, construcción de muelles y hoteles¹²
- Relleno de humedales
- Contaminación por residuos sólidos, derivados de petróleo y aguas residuales¹²

Fenómenos naturales

- Huracanes y tormentas tropicales

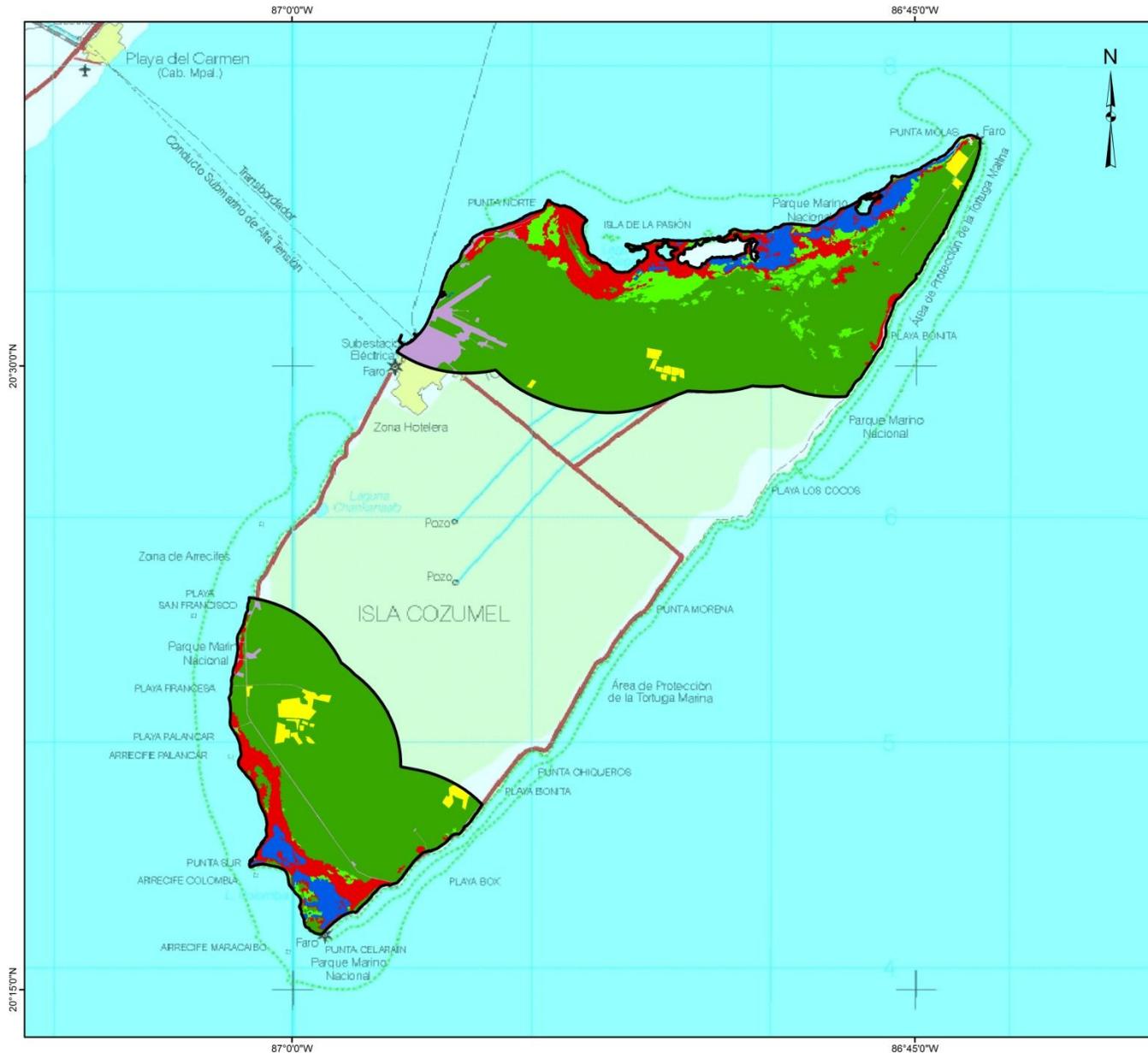
Amenazas

- Incremento de actividades e infraestructura turística^{33,35,5}
- Incremento de desarrollo urbano^{33,35,9}
- Incremento del tamaño de la población³⁵
- Introducción de especies exóticas^{33,35}
- Deforestación³³
- Incremento de actividades agropecuarias³³
- La isla se encuentra sujeta al impacto de huracanes³³

h) Procesos de transformación del manglar

A continuación se presentan los mapas de Uso de suelo y vegetación para el sitio de manglar Cozumel, Quintana Roo, para los años 1981, 2005 y 2010. También se muestran los mapas de cambios entre los años mencionados y una tabla con la información de las coberturas durante el periodo de estudio.

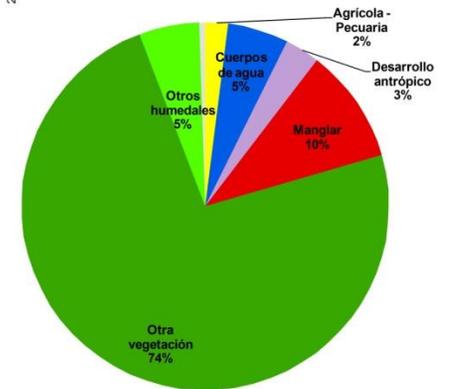
Uso de suelo y vegetación en el sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica Cozumel, Quintana Roo (1981)



Uso de suelo y vegetación 1981

- Desarrollo antrópico
- Agrícola - Pecuaria
- Otra vegetación
- Sin Vegetación
- Manglar
- Otros humedales
- Cuerpos de agua

Porcentajes de uso de suelo y vegetación 1981



Fuente:

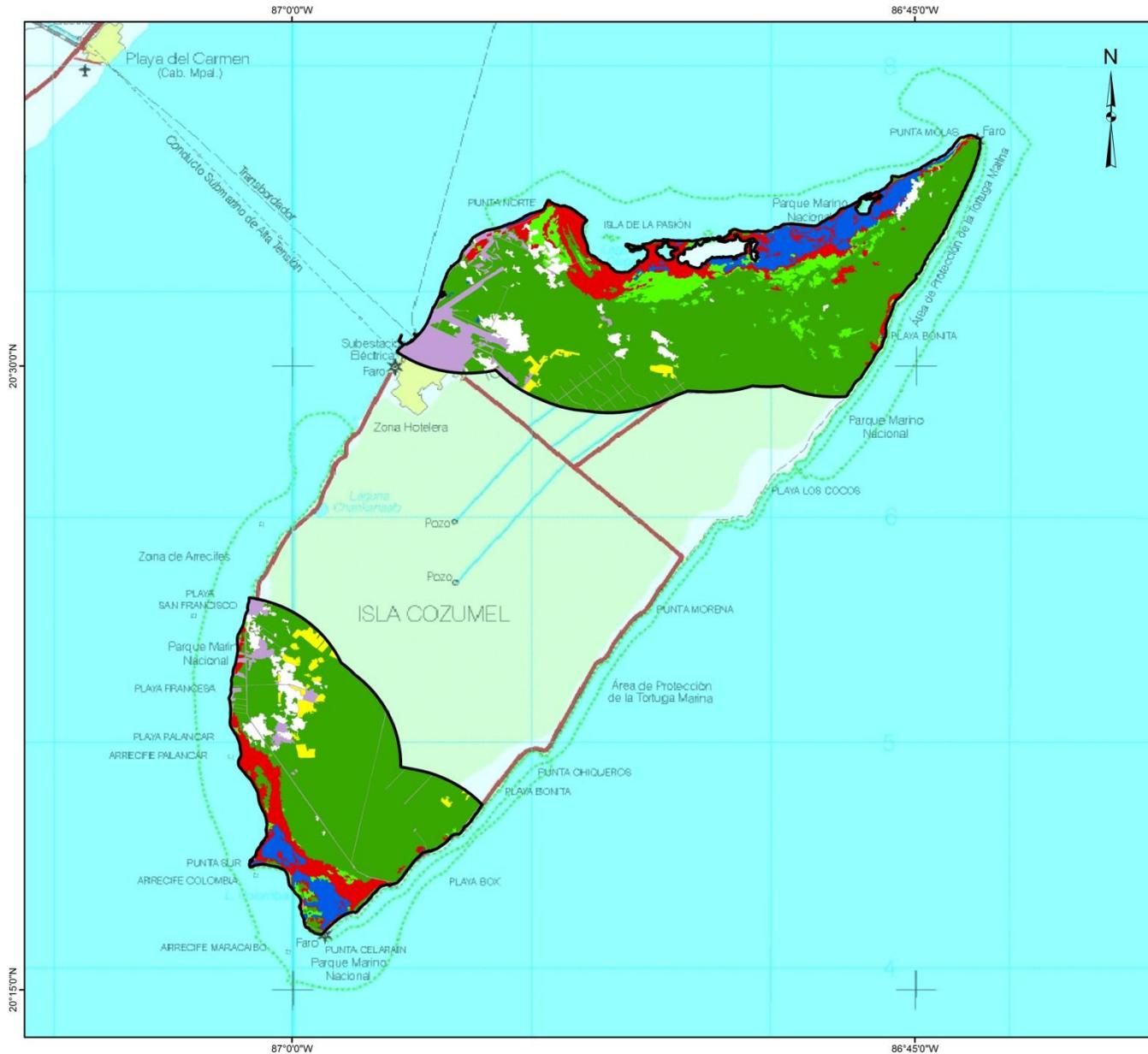
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2013. Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares, Región Península de Yucatán (1981). Escala 1:50,000. CONABIO, México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- INEGI, 1998. Carta topográfica digital F16-11 Escala 1:250,000.

0 6 12 Km

- Proyección: Universal Transversa de Mercator.
Zona 16. Datum:WGS84



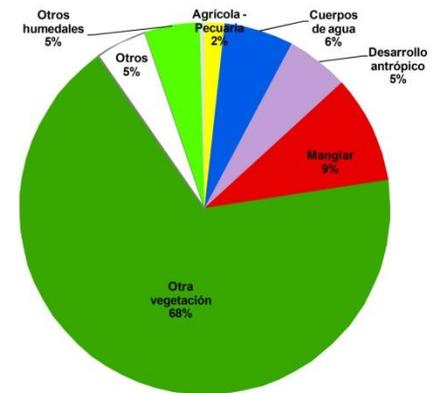
Uso de suelo y vegetación en el sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica Cozumel, Quintana Roo (2005)



Uso de suelo y vegetación 2005

- Desarrollo antrópico
- Agrícola - Pecuaria
- Otra vegetación
- Sin Vegetación
- Manglar
- Otros humedales
- Cuerpos de agua
- Otros

Porcentajes de uso de suelo y vegetación 2005



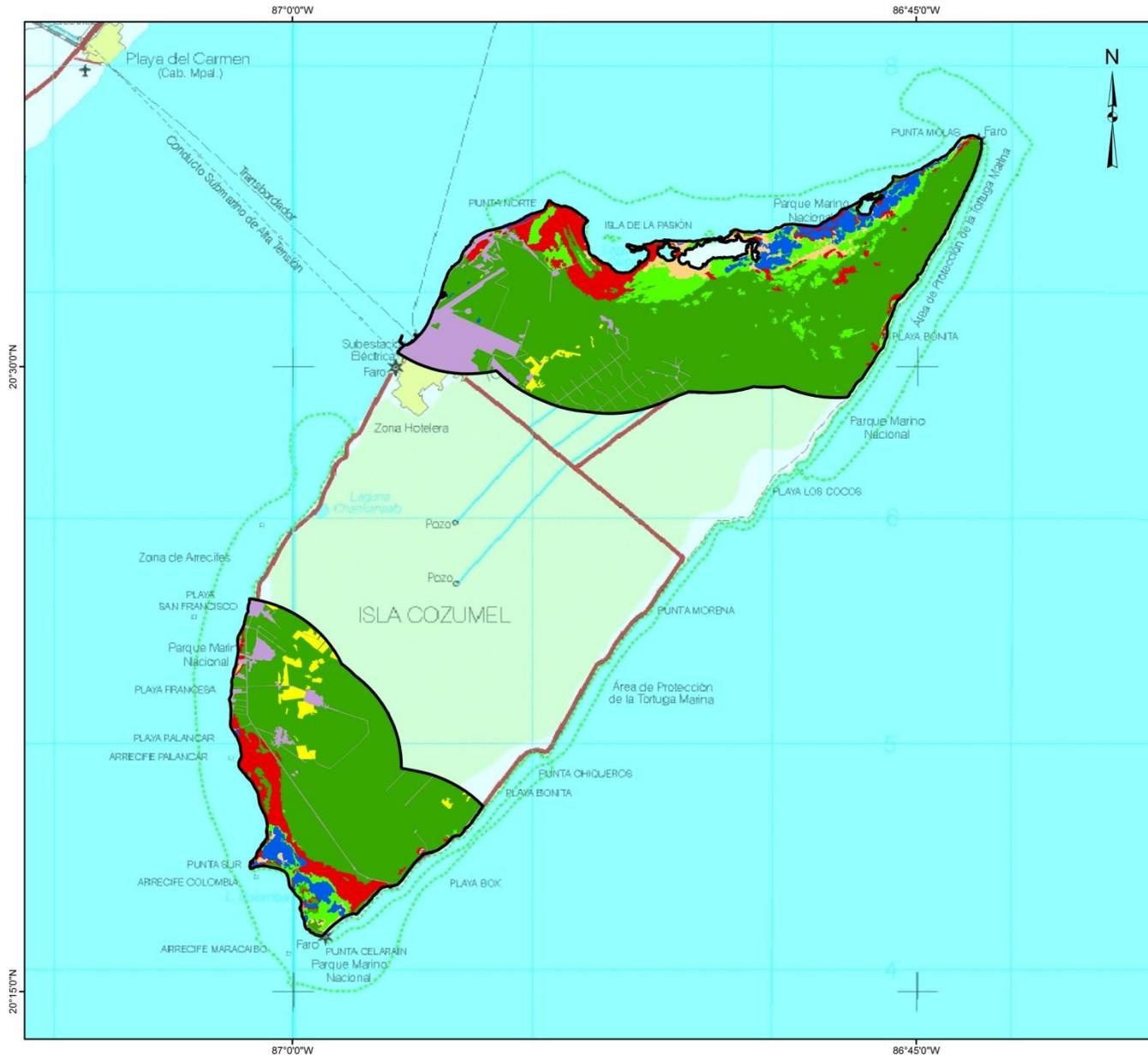
Fuente:
 - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2013. Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares, Región Península de Yucatán (2005). Escala 1:50,000. CONABIO, México.
 - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
 - INEGI, 1998. Carta topográfica digital F16-11 Escala 1:250,000.

0 6 12 Km

- Proyección: Universal Transversa de Mercator.
 Zona 16. Datum:WGS84



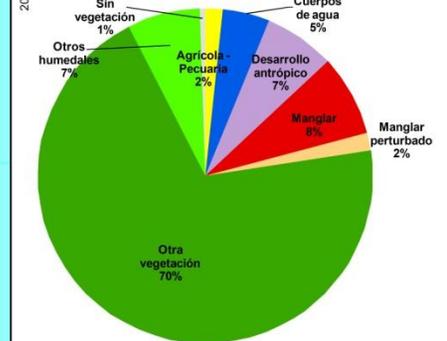
Uso de suelo y vegetación en el sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica Cozumel, Quintana Roo (2010)



Uso de suelo y vegetación 2010

- Desarrollo antrópico
- Agrícola - Pecuaria
- Otra vegetación
- Sin Vegetación
- Manglar
- Manglar perturbado
- Otros humedales
- Cuerpos de agua

Porcentajes de uso de suelo y vegetación 2010



Fuente:
 - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. Mapa de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares, Región Península de Yucatán (2010). Escala 1:50,000. CONABIO. México.
 - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
 - INEGI. 1998. Carta topográfica digital F16-11 Escala 1:250,000.



- Proyección: Universal Transversa de Mercator.
 Zona 16. Datum: WGS84



Cambios de manglar de 1981 a 2005 en el sitio con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica Cozumel, Quintana Roo



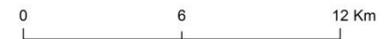
Cambios de manglar 1981-2005

- Ganancia de Manglar
- Manglar sin cambios
- Pérdida de Manglar

Porcentajes de cambios de manglar de 1981 a 2005



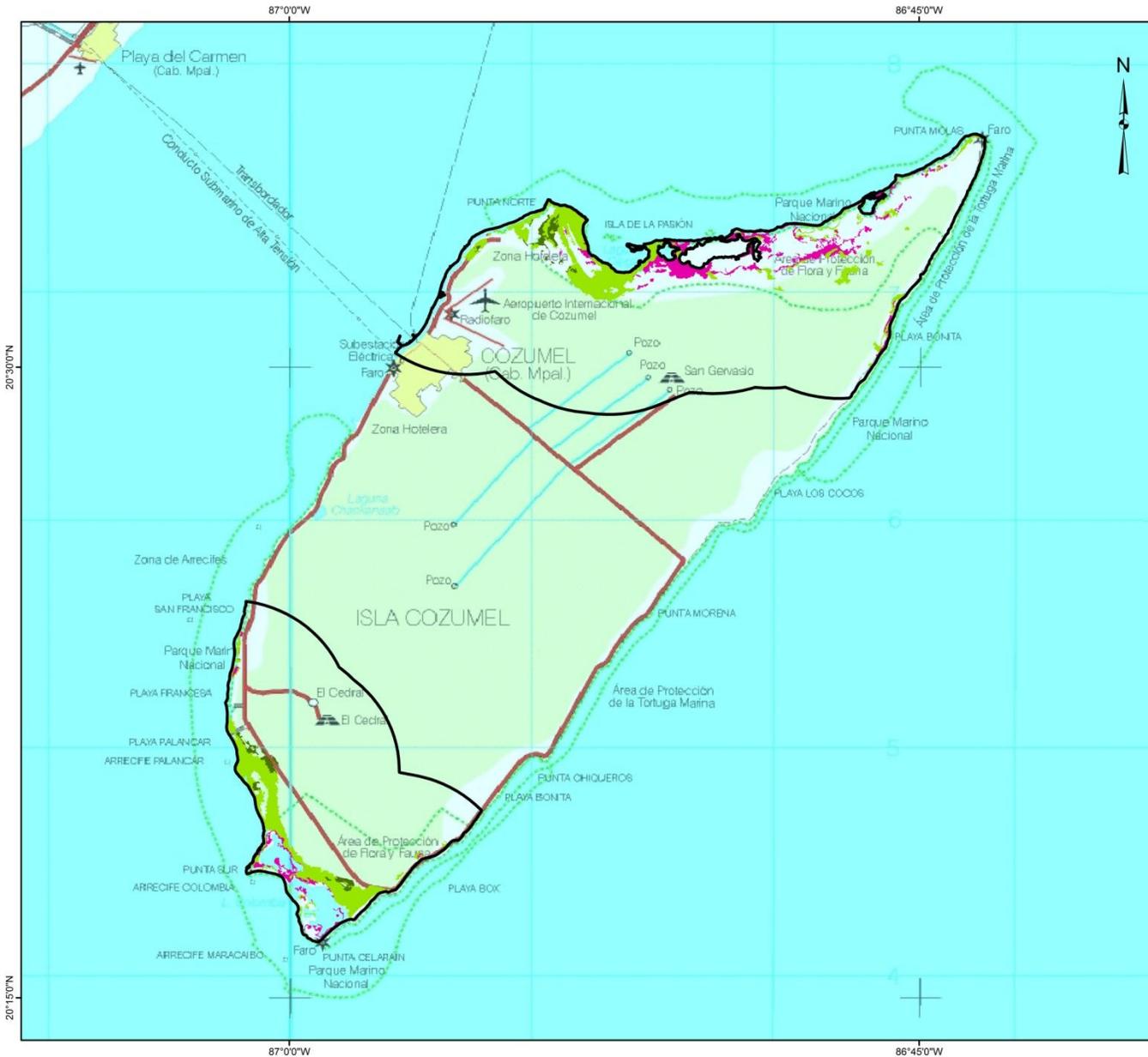
Fuente:
 - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. Cambios de la superficie de los manglares en México (1981-2005). Escala 1:50,000. CONABIO, México.
 - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
 - INEGI. 1998. Carta topográfica digital F16-11 Escala 1:250,000.



- Proyección: Universal Transversa de Mercator. Zona 16. Datum:WGS84



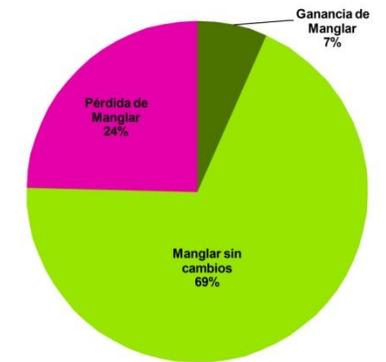
Cambios de manglar de 2005 a 2010 en el sitio con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica Cozumel, Quintana Roo



Cambios de manglar 2005-2010

- Ganancia de Manglar
- Manglar sin cambios
- Pérdida de Manglar

Porcentajes de cambios de manglar de 2005 a 2010



Fuente:

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2013. Cambios de la superficie de los manglares en México (2005-2010). Escala 1:50,000. CONABIO, México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- INEGI, 1998. Carta topográfica digital F16-11 Escala 1:250,000.



- Proyección: Universal Transversa de Mercator.
Zona 16. Datum: WGS84



Tabla 1. Extensión del uso de suelo y vegetación en Cozumel, Quintana Roo

Clase	1981		2005		2010		Ganancias-Pérdidas (1981 a 2005)		Ganancias-Pérdidas (2005 a 2010)	
	ha	%	ha	%	ha	%	Netas (+/-)		Netas (+/-)	
1.- Desarrollo antrópico	678	3	1,235	5	1,547	7	557		312	
2.- Agrícola - Pecuaria	451	2	381	2	387	2	-69		6	
3.- Otra vegetación	16,726	74	15,377	68	15,863	70	-1,350		486	
4.- Sin vegetación	109	0	96	0	126	1	-12		30	
5.- Manglar	2,311	10	2,118	9	1,773	8	-194		-345	
6.- Manglar perturbado	0	0	0	0	394	2	0		394	
7.- Otros humedales	1,205	5	1,092	5	1,590	7	-113		498	
8.- Cuerpos de agua	1,224	5	1,382	6	1,024	5	158		-358	
9.-Otros (nubes y sombras)	0	0	1,023	5	0	0	n.a.		-1,023	
Total	22,704	100*	22,704	100	22,704	100*				

Todas las cifras fueron redondeadas a números enteros

*La cifra es aproximada al 100% considerando el redondeo de todos los números decimales

i) Conservación y manejo

Estado de conservación del manglar: alto⁹

Presencia de grupos organizados:

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas³⁵
- Amigos de Sian Ka'an A.C.³⁵
- Investigación, conservación y desarrollo del Caribe mexicano (INCODECAM)³⁵

Instrumentos legales y de planeación en el sitio:

- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Respecto a las zonas de manglar en la Sección V, Evaluación de Impacto Ambiental, Artículo 28²⁵
- Ley General de Vida Silvestre. Título VI Conservación de la vida silvestre, Capítulo I Especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación, Artículo 60 TER. Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos²⁶
- 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 riesgo²⁷
- Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar²⁸
- Plan Nacional de Desarrollo (2007-2012)²⁹
- Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2007-2012)³⁰
- Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable 2007-2012³¹
- Programa de Desarrollo Regional Sustentable³²
- Programa de desarrollo urbano del centro de población de Cozumel, Quintana Roo³⁶

Proyectos de conservación, restauración o rehabilitación del manglar:

Sin descripción

Categorías de priorización del sitio:

- **Área Natural Protegida**¹⁸: no
- **Región Terrestre Prioritaria**¹⁹: no
- **Región Marina Prioritaria**²⁰: sí (100 % del sitio de manglar). RMP Cozumel
- **Región Hidrológica Prioritaria**²¹: sí (95 % del sitio de manglar). RHP Cozumel
- **Área de Importancia para la Conservación de las Aves**²²: sí (100 % del sitio de manglar). Isla Cozumel
- **Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: Océanos, costas e islas (GAP-marino y costero)**²³: sí (19 % del sitio de manglar). Isla Cozumel
- **Ramsar**²⁴: no

Elementos biológicos que hacen único a este sitio

A nivel global:

Cozumel es reconocida como la isla mexicana con mayor riqueza de especies de anfibios y reptiles. Además de las presencia de especies endémicas (un reptil, 7 mamíferos y 19 aves)³⁵

A nivel regional:

Cozumel junto con la Isla Contoy son los únicos lugares de anidación de la paloma de corona blanca (*Columba leucocephala*) en México³⁴

La zona marina adyacente a este sitio de manglar forma parte de la segunda barrera arrecifal más grande del mundo, la mesoamericana³⁴

A nivel local:

La flora de Cozumel representa aproximadamente el 40 % de la reportada para todo el estado de Quintana Roo. Esta flora se compone 105 familias de plantas vasculares³⁴

Argumento central por el cual se debe conservar este sitio:

Sin descripción

j) Observaciones generales

- En la isla Cozumel la comunidad de manglar oscila entre los 5 y 10 metros de altura, con un promedio de 6 metros, especialmente al norte de la isla. Las especies de manglar que se encuentran en el sitio son: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*³⁵
- En la isla se reporta la presencia de *Boa constrictor*, considerada como una especie introducida y amenaza para la biota nativa de Cozumel³⁵
- Es necesario realizar estudios de riqueza avifaunística en la zona de manglares de la isla Cozumel³⁵
- Las comunidades de arrecife de coral en isla Cozumel se han visto afectadas por fenómenos naturales y actividades antrópicas
- A partir de la década de los noventa Cozumel se posiciona como uno de los primeros destinos para cruceros a nivel nacional e internacional, tan solo con el funcionamiento de 3 muelles¹¹

k) Personas a contactar relacionadas con el contenido de esta ficha:

Nombre	Profesión	Institución	Experiencia	Teléfono y correo electrónico
Biól. Alma Delia Vázquez Lule	Biología	CONABIO	3 años	avazquez@conabio.gob.mx
Dr. José Reyes Díaz Gallegos	Biología	UNICACH	10 años	jreyesdi@gmail.com
Dra. María Fernanda Adame	Biología marina	CINVESTAV, The University of Queensland	1 año	m.adame@uq.edu.au

l) Referencias citadas

1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2003. División política estatal de México 1:250,000. Extraído de Conjunto de datos vectoriales y toponimia de la carta topográfica. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1999). y Marco Geoestadístico Municipal, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2000). Escala 1:250,000.
2. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2006. División municipal de México, 2005. Escala 1:250,000.
3. García, E. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. Climas. Escala 1:1,000,000.
4. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 2008. Buscador de trayectorias de ciclones CENAPRED. Consultado en: www.cenapred.unam.mx.
5. Cervantes-Zamora, Y.; S. L. Cornejo-Olgín; R. Lucero-Márquez; J. M. Espinoza-Rodríguez; E. Miranda-Viquez y A. Pineda-Velázquez. 1990. Provincias Fisiográficas de México. Extraído de Clasificación de Regiones Naturales de México II, IV.10.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4,000,000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
6. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. Conjunto de datos vectoriales edafológicos. Escala 1:250,000 Serie I. Continuo nacional. Escala 1:250,000.
7. Dirección General de Geografía, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Conjunto de datos vectoriales geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:250,000. Rasgo rocas. Escala 1:250,000.
8. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática; Instituto Nacional de Ecología; Comisión Nacional de Agua. 2007. Cuencas hidrográficas de México, 2007. Escala 1:250,000. Elaborada por Priego A.G., Isunza E., Luna N. y Pérez J.L. México, D.F.

9. Espinoza-Avalos, J., G. A. Ríos-Saís y J. R. Díaz-Gallegos. Criterios para la selección del sitio de manglar Cozumel, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
10. Instituto Nacional de Ecología y SEMARNAP. 1998. Programa de manejo parque marino nacional arrecifes de Cozumel, México. Instituto Nacional de Ecología, México. En: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2007. Estudio previo justificativo para el establecimiento del área de protección de flora y fauna Isla de Cozumel, Quintana Roo, México. México. 126 pp.
11. Palafox-Muñoz, A. y Zizumbo-Villarreal, L. 2009. Distribución territorial y turismo en Cozumel, Estado de Quintana Roo, México. *Gestión Turística* 11:69-88.
12. Arriaga-Cabrera, L.; E. Vázquez-Domínguez; J. González-Cano; R. Jiménez-Rosenberg; E. Muñoz-López y V. Aguilar-Sierra (coordinadores). 1998. Cozumel. En: Arriaga-Cabrera, L.; E. Vázquez-Domínguez; J. González-Cano; R. Jiménez-Rosenberg; E. Muñoz-López y V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
13. Aguilar, V.; M. Herzig y A. Córdoba. 2007. Propuesta de clasificación de humedales para el Inventario Nacional de Humedales. Documento de trabajo para el Grupo Interinstitucional del Inventario Nacional de Humedales. México.
14. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2005. Localidades de la república mexicana 2005. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. II conteo de población y vivienda 2005.
15. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática – Dirección General de Geografía – INEGI (ed.). 2005b. Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000, Serie III. Continuo Nacional. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Aguascalientes, Ags., México.
16. CONABIO. Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB-CONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. Consultado en SNIB-CONABIO en marzo de 2008.
17. Rodríguez-Zúñiga, M. T.; C. Troche-Souza; A. D. Vázquez-Lule; J. D. Márquez-Mendoza; B. Vázquez-Balderas; L. Valderrama-Landeros; S. Velázquez-Salazar; M. I. Cruz-López; R. Ressler; A. Uribe-Martínez; S. Cerdeira-Estrada; J. Acosta-Velázquez; J. Díaz-Gallegos; R. Jiménez-Rosenberg; L. Fueyo-Mac Donald y C. Galindo-Leal. 2013. Manglares de México/Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 128 pp.
18. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2008. Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Morelia, Michoacán, México.
19. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2004. Regiones terrestres prioritarias. Escala 1:1,000,000. México.
20. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Escala 1:4,000,000. México. Financiado por -USAID-Packard Foundation-CONABIO-WWF-FMCN.
21. Arriaga, L.; V. Aguilar y J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Escala 1:4,000,000 México.
22. Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves CIPAMEX- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1999. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Escala 1:250,000. México. Financiado por CONABIO-FMCN-CCA.
23. CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. Sitios Marinos Prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Escala 1:1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Aéreas Naturales Protegidas. The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura. México.
24. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2008. Sitios Ramsar en México. Morelia, Michoacán. México.
25. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario oficial, 28 de enero de 1988.
26. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Diario oficial, 3 de julio de 2000.
27. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo. Diario Oficial, 30 de diciembre de 2010.
28. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Diario Oficial, 10 de abril de 2003.

29. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República. 2007. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República. 323 pp.
30. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012. Diario oficial, 21 de enero de 2008.
31. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Comisión Intersecretarial para el Desarrollo Rural Sustentable. 2007. Programa Especial concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable 2007-2012. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República. 125 pp.
32. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005. Acuerdo por el que se establece las Reglas de Operación para el Programa de Desarrollo Regional Sustentable. Decretado el 1 de junio de 2005. Consultado en: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/acuerdos.aspx>. Accesado el 25 de febrero de 2009.
33. Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México. AICA Isla Cozumel. Consultado en: <http://www.conabio.gob.mx>. Accesado el 1 de noviembre de 2010.
34. CONABIO-CONANP-TNC-Pronatura. 2007. Isla Cozumel. CONABIO-CONANP-TNC-Pronatura. 2007. Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. The Nature Conservancy – Programa México, Pronatura. México.
35. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2007. Estudio previo justificativo para el establecimiento del área de protección de flora y fauna Isla de Cozumel, Quintana Roo, México. México. 126 pp.
36. Ayuntamiento constitucional de Cozumel. 2005. Programa de desarrollo urbano del centro de población de Cozumel, Quintana Roo. Consultado en: <http://www.cozumel.gob.mx/pdf/desurbano/PDU.pdf>. Accesado el 11 de noviembre de 2010.
37. McFadden, K. W.; D. García-Vasco; A. D. Cuarón; D. Valenzuela-Galván; R. A. Medellín y M. E. Gompper. 2010. Vulnerable island carnivores: the endangered endemic dwarf procyonids from Cozumel island. *Biodiversity Conservation* 19:491-502.
38. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto Nacional de Ecología; Comisión Nacional Forestal; Comisión Nacional del Agua e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2006. Minuta. 14 de agosto de 2006. Consultada en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/redes/doctos/reunion.pdf>. Accesado el 14 de agosto de 2008.

Anexos

Anexo 1: [Mapa con la ubicación de Cozumel](#)

Anexo 2: [Catálogo fotográfico](#)

Anexo 3: [Listado de algas, hongos y plantas presentes en Cozumel](#)

Anexo 4: [Listado de fauna invertebrada y vertebrada de Cozumel](#)

Nota: [Consultar la ficha de criterios para este sitio.](#)

Forma de citar:

Vázquez-Lule, A. D.; J. R. Díaz-Gallegos y M. F. Adame. Caracterización del sitio de manglar Cozumel, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.