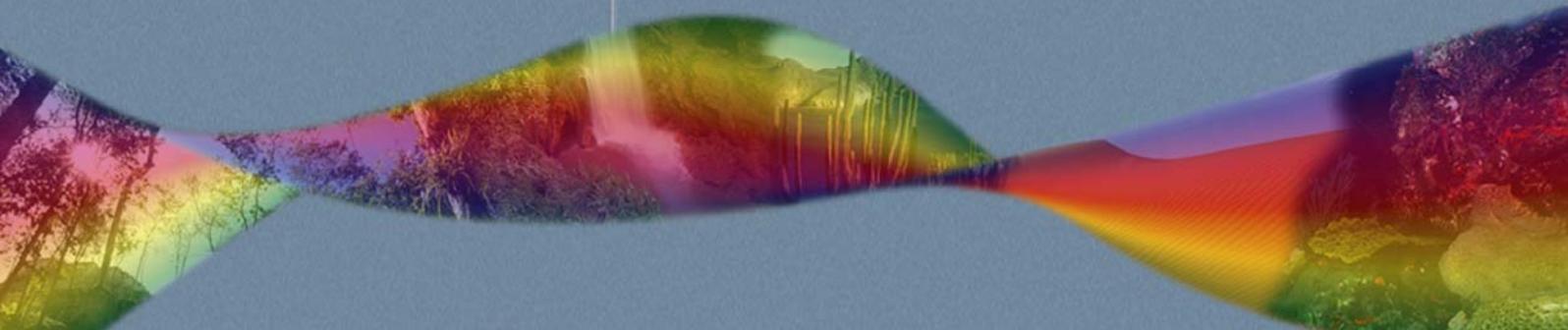




ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL “ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA ISLA COZUMEL”, QUINTANA ROO, MÉXICO.



DICIEMBRE 2007



DIRECTORIO

Ing. Juan Rafael Elvira Quesada
*Secretario de Medio Ambiente y Recursos
Naturales*

Dr. Ernesto Enkerlin Hoeflich
*Presidente de la Comisión Nacional de Áreas
Naturales Protegidas*

Biol. Alfredo Arellano Guillermo
Director Regional Península de Yucatán

Biol. Amaya Bernárdez de la Granja
*Coordinadora de Asesores del Comisionado
Nacional de Áreas Naturales Protegidas*

El presente Estudio Previo Justificativo (EPJ) toma como base el documento elaborado por: Biol. Albert Franquesa Rinos, M. en C. Gonzalo Merediz Alonso y Biol. Marco A. Lazcano-Barrero, con la participación del Dr. Alfredo D. Cuarón (INCODECAM), M. en C. Sandra Bautista Denis, M. en C. Miriam Reza Gaona y Biol. Yazmín Paredes Vega.

La realización del estudio fue posible gracias a Amigos de Sian Ka'an, A.C. y al financiamiento de North American Wetland Conservation Council (NAWCC) y The Nature Conservancy (TNC), con el apoyo de Investigación, Conservación y Desarrollo del Caribe Mexicano (INCODECAM), así como de Robert B. Cudney Bueno y Ricardo González Lozano del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel.

La revisión estuvo a cargo de Biol. Amaya Bernárdez de la Granja, Coordinadora de Asesores del Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Cítese:

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, 2007.

Autorizó por la CONANP:

Biol. Amaya Bernárdez de la Granja
Cédula Profesional: 1895330

ÍNDICE

I.	INFORMACIÓN GENERAL	5
1.	Nombre de la organización que elabora el estudio.....	5
2.	Nombre del área propuesta.....	5
3.	Entidad federativa y municipios en donde se localiza.....	5
4.	Superficie, rango altitudinal y rango batimétrico.....	6
5.	Vías de acceso.....	6
5.1.	Carretera de la zona hotelera norte.....	6
5.2.	Carretera transversal.....	6
5.3.	Vía marítima.....	7
5.4.	Vía aérea.....	7
6.	Mapa con la descripción limítrofe.....	7
II.	EVALUACIÓN AMBIENTAL	8
1.	Características físicas.....	8
1.1.	El sustrato físico.....	8
1.2.	Climatología.....	12
1.3.	Oceanografía.....	14
1.4.	Hidrología.....	14
2.	Características biológicas.....	18
2.1.	Fisionomía vegetal y plantas vasculares.....	18
2.2.	Invertebrados.....	25
2.3.	Ictiofauna.....	25
2.4.	Herpetofauna.....	26
2.5.	Avifauna.....	28
2.6.	Mastofauna.....	30
2.7.	Ambiente marino.....	32
2.8.	Razones que justifiquen el régimen de protección.....	35
2.9.	Estado de conservación de los ecosistemas, especies o fenómenos naturales..	44
2.10.	Ubicación respecto a las regiones prioritarias para la conservación determinadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).....	44
III.	DIAGNÓSTICO SOCIAL	45
1.	Características históricas y culturales.....	45
1.1.	Asentamientos humanos.....	46
1.2.	Empleo.....	47
1.3.	Infraestructura vivienda y servicios.....	49
1.4.	Educación.....	49
1.5.	Agua y drenaje.....	50
2.	Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental.....	52
3.	Usos y aprovechamientos, actuales y potenciales de los recursos naturales.....	52
4.	Proyectos de investigación que se hayan realizado o que se pretendan realizar.....	56
5.	Aspectos legales.....	57
5.1.	Antecedentes de protección del área y las zonas próximas.....	57
5.2.	Situación jurídica de la tenencia de la tierra.....	58
6.	Problemática específica que deba tomarse en cuenta.....	60

IV. PROPUESTA DE MANEJO.....	62
1. Tipo o categoría de manejo.	62
2. Zonificación.....	62
3. Administración.	62
4. Operación.	62
5. Financiamiento.	63
V. BIBLIOGRAFÍA.....	65
VI. ANEXO 1: MAPAS	71
1. Mapa 1: Localización	71
2. Mapa 2: Áreas Naturales Protegidas	72
3. Mapa 3: Edafología	73
4. Mapa 4: Vegetación.....	74
5. Mapa 5: Geología	75
6. Mapa 6: Aguas superficiales.....	76
7. Mapa 7: Calidad del agua	77
8. Mapa 8: Distribución de Strombus gigas en la Isla de Cozumel.....	78
9. Mapa 9: Plan Director de Desarrollo Urbano de Cozumel (1996).....	79
10. Mapa 10: Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Isla de Cozumel (2002) 80	
11. Mapa 11: Sitios arqueológicos	81
12. Mapa 12: Tenencia de la tierra	82
13. Mapa 13: Zonificación	83
14. Mapa 14: Caracterización arrecifal.....	84
15. Mapa 15: Puntos de muestreo y batimetría	85
VII. ANEXO 2: LISTA DE ESPECIES	86
1. Vegetación.....	86
2. Invertebrados de aguas continentales.	87
3. Ictiofauna de aguas continentales.....	88
4. Herpetofauna (González-Baca, 2006).	89
5. Avifauna.	90
6. Mastofauna (Cuarón et al., datos publicados).	100
7. Flora y Fauna Marina	101
VIII. ANEXO 3: TEXTOS DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE COZUMEL (2002).....	113

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Balance hidrometeorológico de la Isla de Cozumel según varios autores. Se puede observar como las descargas superficiales son nulas. También se muestran las estimaciones del volumen extraído, el cual es pequeño en comparación con la recarga natural	16
Cuadro 2: Superficie de las comunidades vegetales y el uso del suelo en la Isla de Cozumel según el Inventario Nacional Forestal (INEGI, 2000). La vegetación predominante en la isla es la Selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia, mientras los asentamientos humanos representan un escaso 2.71% de la superficie insular.....	19
Cuadro 3: En Cozumel se encuentran un total de 105 familias de plantas terrestres. La mayor parte de especies se agrupan tan solo en 15 de esas familias. (Téllez y Cabrera, 1987).....	24
Cuadro 4: La avifauna endémica de la Isla de Cozumel está compuesta por un total de 4 especies y 15 subespecies, De todas ellas, 2 se encuentran en peligro de extinción y 3 en régimen de protección especial (Macouzet y Escalante-Pliego (no pub.); Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1999).	28
Cuadro 5: Proporción de especies marinas en Cozumel y en el APFFC. Se observa como el área propuesta incluye más de tres cuartas partes de los corales escleractíneos de la isla (García y Loreto, 1997).	35
Cuadro 6: Especies de Cozumel endémicas o incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001. Se contabilizan un total de 31 especies endémicas y 12 de distribución restringida (Quintana Roo, Península de Yucatán o del Caribe mesoamericano). Al mismo tiempo, encontramos 26 especies sujetas a protección especial, 17 especies amenazadas y 8 especies en peligro de extinción.....	36
Cuadro 7: Habitantes por localidad en el Municipio de Cozumel. Se observa como la gran mayoría de pobladores se localizan en San Miguel de Cozumel (INEGI, 2004b).	45
Cuadro 8: Viviendas habitadas y servicios en la Isla de Cozumel. La mayor parte de las viviendas de la isla cuentan tanto con agua entubada como con drenaje y energía eléctrica (INEGI, 2004b).	50
Cuadro 9: Tenencia de la tierra en Cozumel, Quintana Roo (SIG-ASK y FIDECARIBE, 2003).....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Perfil geológico de la Isla de Cozumel en el que se muestran los cuatro estratos principales y los pozos sondeados, los cuales se distribuyen en un transecto SO-NE (Lesser et al., 1978).	10
Figura 2: Huracán Wilma sobre la Isla de Cozumel (National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA), U. S. Department of Commerce).....	13
Figura 3: Sección del acuífero de la Isla de Cozumel mediante el muestreo en 5 sondeos. Se observa como la capa de agua aprovechable de un máximo de 23m se localiza de forma desigual; presentando mayor grosor en el lado noroeste (Lesser et al., 1978). .	17
Figura 4: Microatolones formados por algas coralináceas en el lado este de la isla. Son formaciones únicas en el Caribe oriental (foto: Claudio Contreras).	32
Figura 5: Especies arrecifales en Cozumel y en el APFFC. En todos los grupos existe una gran representatividad dentro del área propuesta (García y Loreto, 1997)	33
Figura 6: Población en el Municipio de Cozumel según su origen mostrando el gran porcentaje de personas con origen fuera de la entidad (Tomado de INEGI, 2004b). ..	47
Figura 7: Empleo en el Municipio de Cozumel. Existe una mayor número de hombres en edad de trabajar, pero en ambos sexos la tasa de desempleo es igual de baja (0.5%) (INEGI, 2004b).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8: Bancos de <i>S. gigas</i> en Quintana Roo y producción total en Kg (WWF y Univ. La Salle, 2004).	53
Figura 9: Densidad media de <i>S. gigas</i> en el banco de Cozumel (SEMARNAP-INP, 1998)	54

I. INFORMACIÓN GENERAL

1. *Nombre de la organización que elabora el estudio.*

El presente estudio fue elaborado por un grupo de varias instituciones del sector social, académico y gubernamental, con interés en la conservación de la diversidad biológica y cultural, y los servicios ambientales de la Isla de Cozumel:

Amigos de Sian Ka'an, (referida como ASK de aquí en adelante). ASK es una asociación civil, sin fines de lucro, establecida en 1986 cuya misión es la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de procesos ecológicos para beneficio de las generaciones humanas actuales y futuras. Concentra sus esfuerzos en el estado de Quintana Roo y colabora con otras organizaciones e instituciones en Mesoamérica. Entre los logros más significativos de amigos destacan el establecimiento de ocho áreas naturales protegidas cubriendo una superficie superior a las 440,000 hectáreas, el diseño del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an; la generación y promoción de la iniciativa internacional para la conservación de los arrecifes de Mesoamérica; la asistencia técnica y entrenamiento para docenas de comunidades mayas y cooperativas pesqueras entre otros grupos; la producción de más de 50 publicaciones incluyendo revistas científicas, manuales, boletines y materiales educativos; apoyo al desarrollo de investigación para la conservación de la biodiversidad, proporcionando información, asistencia logística, técnica y recursos a estudiantes e investigadores adscritos a más de 30 universidades y centros de investigación nacionales y extranjeros en la generación de tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado.

2. *Nombre del área propuesta.*

“Área de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel”, referido de aquí en adelante como APFFC.

3. *Entidad federativa y municipios en donde se localiza.*

El APFFC se encuentra en la región norte de la parte insular del municipio de Cozumel en el estado de Quintana Roo. Este estado, situado al sureste de México, en la Península de Yucatán, posee una extensión de 50,425 km² (según el SIG de INEGI) y su frente de costa se extiende por el Caribe Mexicano, siendo así el único estado con salida a este mar. Es precisamente a lo largo de toda esta costa que se extiende el Sistema Arrecifal Mesoamericano; llegando hasta las Islas de la Bahía en Honduras y pasando por Belice y Guatemala.

Los límites del municipio incluyen la Isla de Cozumel, con una extensión de 47,567.29 ha, así como dos polígonos en la parte continental. El que está situado más al norte, de 421.92 ha, incluye los terrenos que la empresa CALICA utiliza para la extracción y exportación de materiales. El segundo, con una extensión de 83.32 ha, se encuentra en la caleta de Xel-Ha. En total, el municipio representa un 0.95% de la superficie del estado, mientras la isla representa el 0.94%.

La Isla de Cozumel está localizada a 17.5 km. de la costa de la ciudad de Playa del Carmen, al noreste de la Península de Yucatán. Sus coordenadas extremas son: 87°02'W

20°16'N ; 86°43'W 20°36'N, siendo así el territorio más oriental de México; lo cual queda plasmado en la heráldica del municipio por un sol saliendo por el horizonte. La isla, la cual tiene una longitud máxima de 45 km y una anchura de 15 km., colinda con el municipio de Solidaridad al este, aunque quede separada del mismo por el llamado canal de Cozumel, y por el oeste se extiende el mar Caribe. Las porciones continentales del municipio limitan al norte, sur y oeste con el municipio de Solidaridad y con el mar Caribe al este (Mapa 1: Localización).

4. Superficie, rango altitudinal y rango batimétrico.

El polígono propuesto para el APFFC tiene una superficie de 46,356.83 ha (Mapa 13: Zonificación); cubriendo el 8.3 % del territorio insular. Este polígono incluye porciones tanto marinas* (42,419.21 ha) como terrestres (3,937.62 ha).

Esta área quedaría complementada por una zona protegida de carácter estatal también ilustrada en el mismo mapa, y la cual se está elaborando en coordinación con el Municipio y el Gobierno Estatal. Dicha área protegida tendrá una superficie de 23,060.86 ha totalmente terrestres y será coadministrada con la presente propuesta federal bajo la misma dirección.

El rango altitudinal en toda la isla es de 0 a 10 m sobre el nivel del mar con un promedio de 3 m.s.n.m (Miranda, 1959; Macouzet, no publicado), con lo que el APFFC tiene una elevación mínima.

En cuanto al rango baimétrico, las aguas del APFFC abarcan des de profundidades de 0 m en la zona costera de la isla, hasta alcanzar los 300 m en el lado occidental.

5. Vías de acceso.

Es posible llegar a la Isla de Cozumel por vía marítima o aérea. Una vez en la Isla de Cozumel, saliendo del centro de población o furdo legal denominado San Miguel de Cozumel, existen principalmente tres vías de acceso al APFFC. Existen en la isla sólo dos carreteras pavimentadas. Una recorre la mitad sur de la isla bordeando su perímetro durante aproximadamente 50 km y se conecta con un tramo de 14.5 km que cruza transversalmente la isla desde San Miguel hacia el extremo oriental. La otra carretera pavimentada es la que va desde San Miguel hasta la zona hotelera norte.

5.1. Carretera de la zona hotelera norte

La carretera pavimentada que recorre desde San Miguel hasta la zona hotelera norte por 5 km, sigue durante casi 2 km más ladeando la costa en dirección a Punta Norte y se termina unos 600 m antes de llegar a ésta.

5.2. Carretera transversal

Es una continuación de la Avenida Juárez, que sale al oriente de San Miguel y que cruza transversalmente la isla, hasta llegar a la costa oriental de la misma. De ahí, la carretera costera permite llegar a la zona federal marítimo terrestre de la APFFC tanto hacia el norte como hacia el sur.

* En el cálculo de esta área se han incluido las zonas de lagunas costeras.

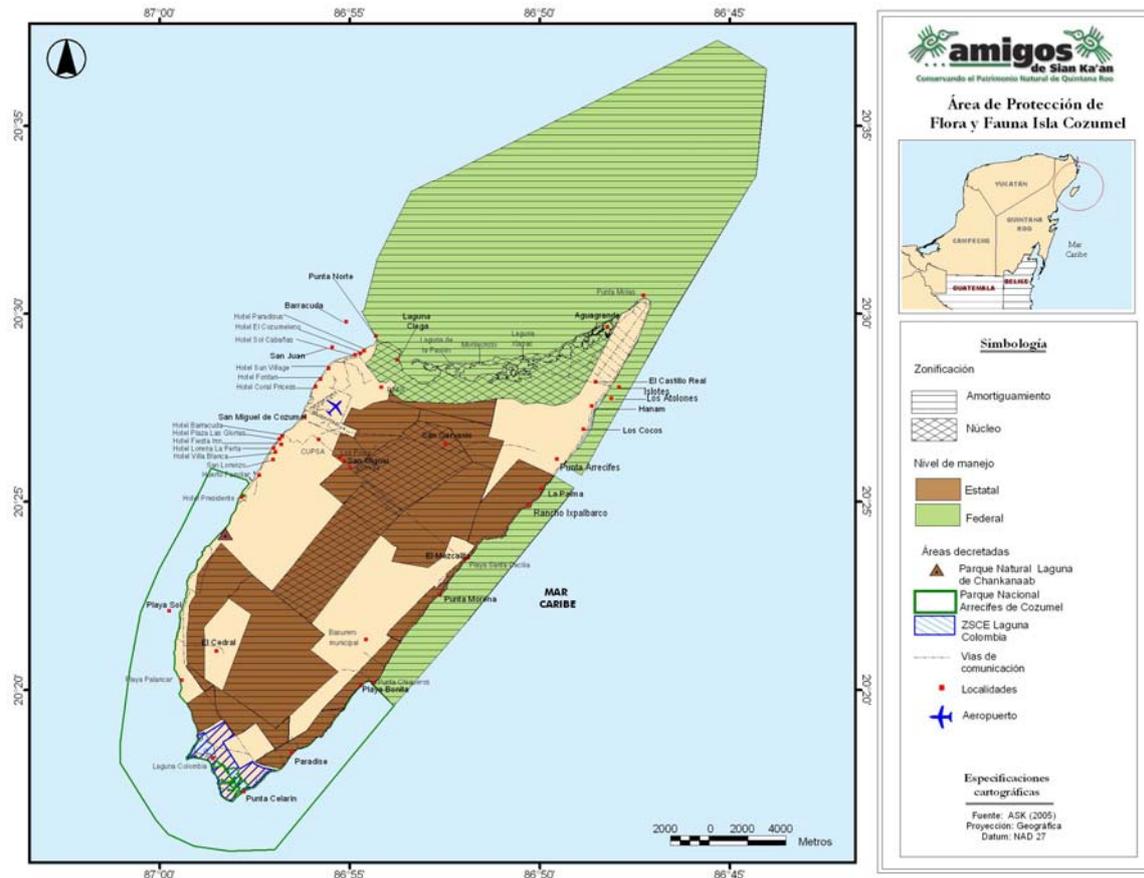
5.3. Vía marítima

Es posible llegar al APFFC por vía marítima desde el continente, tanto directamente a cualquier punto de la costa, como mediante las dos compañías que operan transbordadores de pasajeros. En este último caso, éstas operan desde Playa del Carmen a la Isla de Cozumel cada hora durante todo el día y con una duración por trayecto de 40 minutos; llegando estos al mismo centro de San Miguel de Cozumel, cabecera municipal. También existen servicios desde Puerto Morelos y Calica, los cuales son menos frecuentes pero permiten el transporte de mercancías y vehículos.

5.4. Vía aérea

El Aeropuerto Internacional de Cozumel está situado al lado norte de San Miguel. Desde allí, el acceso por carretera al APFFC queda a menos de 5 km por cualquiera de las carreteras pavimentadas mencionadas anteriormente.

6. Mapa con la descripción limítrofe



Todos los mapas comentados en el texto y utilizados para la elaboración de este estudio se han incluido en el ANEXO I del presente documento.

II. EVALUACIÓN AMBIENTAL

1. Características físicas.

1.1. El sustrato físico.

a) Geología descriptiva, histórica y estructural.

La Península de Yucatán está constituida por sedimentos calcáreos de origen marino del periodo Terciario y Reciente. Las calizas con mejores características acuíferas y que ocupan una gran área son las del Eoceno y las del Mio-Plioceno. En el periodo entre estas dos últimas edades geológicas en las que se encuentra la denominada Formación Carrillo Puerto, la cual se encuentra en la porción oriental de la Península de Yucatán. (CNA, 2002), y engloba en su totalidad la Isla de Cozumel.

La litología de Cozumel se estructura de este modo en tres unidades que, al ser elevada la jerarquía litoestratigráfica de la Formación Carrillo Puerto al rango de Grupo (Lesser et al., 1978), quedan denominadas como: Formación Mirador, Formación Abrigo y Formación Chankanaab. Existe un estrato todavía más antiguo denominado Formación Cozumel y que, como los tres anteriores, pertenece al Terciario (*Mapa 5: Geología* y Figura 1).

Formación Cozumel

Es la formación más antigua y no aflora en ningún lugar de la isla. Se formó durante el Oligoceno hace unos 40 millones de años por la acumulación de calizas y dolomías en un ambiente de baja energía. Estas son de un color verde oscuro, compactas y muestran una estratificación delgada. La presencia en dichas rocas de agua salada, así como la ausencia de conductos de disolución, confirman que nunca han sido expuestas en la superficie marina.

Formación Chankanaab

Fue en el Mioceno superior y principios del Plioceno cuando se originaron las dos fallas normales situadas a este y oeste de la costa insular. Estas fallas, producidas por la actividad tectónica del momento, provocaron una inestabilidad y un consiguiente levantamiento o 'horst' que al ir emergiendo dio origen a la isla. Del mismo modo, se detecta la presencia de un anticlinal con orientación NE-SO y formador de la amplitud de la isla.

Esta explicación es la aceptada por la mayoría de autores (Davidson, 1975; Lesser et al., 1978; Weidie, 1985; SARH, 1989; CIM, 1993; CNA, 2002). Sin embargo, existen otros autores (e.g., Jordán, 1988) que, basándose en Uchupi (1973), sostienen que la isla no se formó por la acumulación de calizas arrecifales sobre fallas subsidentes, sino que probablemente por un desprendimiento del margen continental de la península durante la formación de la cuenca de Yucatán entre el Mesozoico tardío y el Cenozoico temprano.

Asumiendo la primera hipótesis como correcta, fue entonces, en el Plioceno inferior, cuando se acumuló la lodosa arenosa que constituye la Formación Chankanaab. Esta tiene una coloración crema y gris y presenta oquedades de disolución de un tamaño promedio de 7 cm recubierta con dragonita amarilla de color café claro. En ocasiones presenta fósiles de caracol marino (*Strombus sp.*) de hasta 20 cm. Esta formación aflora solamente en una pequeña área inmediatamente al norte del Hotel Presidente, a la altura del km 6 de la

carretera costera y a 2.5 km al norte de la Laguna de Chankanaab. Su espesor es de unos 20 metros y presenta cimas a diferentes profundidades (7 y 21 metros) debido a movimientos ascendentes y descendentes.

Formación Abrigo

La acumulación de esta formación se produjo en el transcurso del Plioceno medio y dio a lugar a tres miembros o estratos (Inferior, Medio y Superior) distinguidos por su estructura y formados por rocas carbonatadas deleznales. El primero, compuesto por un sedimento compacto arenoso de calcarenita consolidada, no está estratificado y tiene un espesor de 2 a 6 m. El segundo, también con calcarenita de granos redondeados pero con matriz de calcita fina, muestra una estratificación cruzada en capas individuales de 3 a 4 mm y espesor variable pero con un promedio de 0.8 m. Mientras que el tercero, con una arenisca calcárea muy consolidada, presenta una estratificación bien definida y aflora en gran parte de la zona central de la isla y tiene un espesor de 2 m.

Los cambios en la estratificación de los miembros descritos anteriormente indican que existió actividad tectónica regular durante el periodo en que la formación se originó.

Formación Mirador

Formada por dos miembros que se depositaron durante el Plioceno superior. El inferior se compone de calizas y areniscas estratificadas y con espesor de 3 m. El superior, con sedimentos calcáreos compactos pero suaves y estratificación gris, tiene un espesor promedio de 7 m. Ninguna de las anteriores contiene fósiles.

Esta formación aflora predominantemente en la franja oriental de la isla, dejando a la Formación Abrigo en la mayor parte centro-occidental de la isla y muy localmente a la Formación Chankanaab; como se ha descrito arriba. Este hecho es debido al movimiento emergente que tuvo lugar en el Pleistoceno y que expuso a la intemperie los estratos aquí descritos; sometidos a la erosión, infiltración, disolución y fracturas que dejaron al descubierto los estratos inferiores a la vez que desplazaron el agua salada que estos contenían.

Cuaternario

Los sedimentos acumulados durante este periodo son principalmente médanos de arena y depósitos de pantano. Los primeros se generan por la acción del viento y oleaje; que producen acumulaciones de calcarenitas, conchas y pedacerías arredondeadas de arenas y gravillas calcáreas de color blanco en las playas costeras. Se observan formando fajas alargadas en la costa oriental y tienen unos 5 m de espesor por unos 400 m de ancho.

En lo que se refiere a los depósitos de pantano, son sedimentos de las zonas inundadas por aguas salobres que se generan principalmente por la acumulación de limos y humus derivados de la vegetación de manglar que allí se encuentra. Su grosor es bastante reducido y se localiza casi en su totalidad en el extremo de la costa sur y a lo largo de toda la costa norte.

Existe otra capa superficial de unos 4 m de espesor. En su parte superior está compuesta por caliza dura, masiva, de color blanco y beige con tonalidad rojiza por el óxido de hierro. En cambio, la inferior contiene materiales arcillo-calcáreos, deleznales, consistentes de

sílice y carbonatos producto de la alteración de las calizas, la cual incluye la formación de minerales como el talco.

La Isla de Cozumel está rodeada por una terraza submarina que termina abruptamente entre las isóbatas de 20 a 30 m (Mapa 15: Puntos de muestreo y batimetría), dando lugar a un talud continental que cae casi en vertical superando los 400 metros de profundidad en el lado occidental (Jordán, 1988). Esta terraza, formada probablemente por la exposición alternada a ambientes subaéreos y submarinos durante las transgresiones marinas del Pleistoceno, se estrecha en los costados occidental y oriental de la isla; particularmente en el primero. En cambio, se extiende ampliamente hacia el norte, conformando el denominado Bajo de Cozumel; parte norte marítima del APFFC.

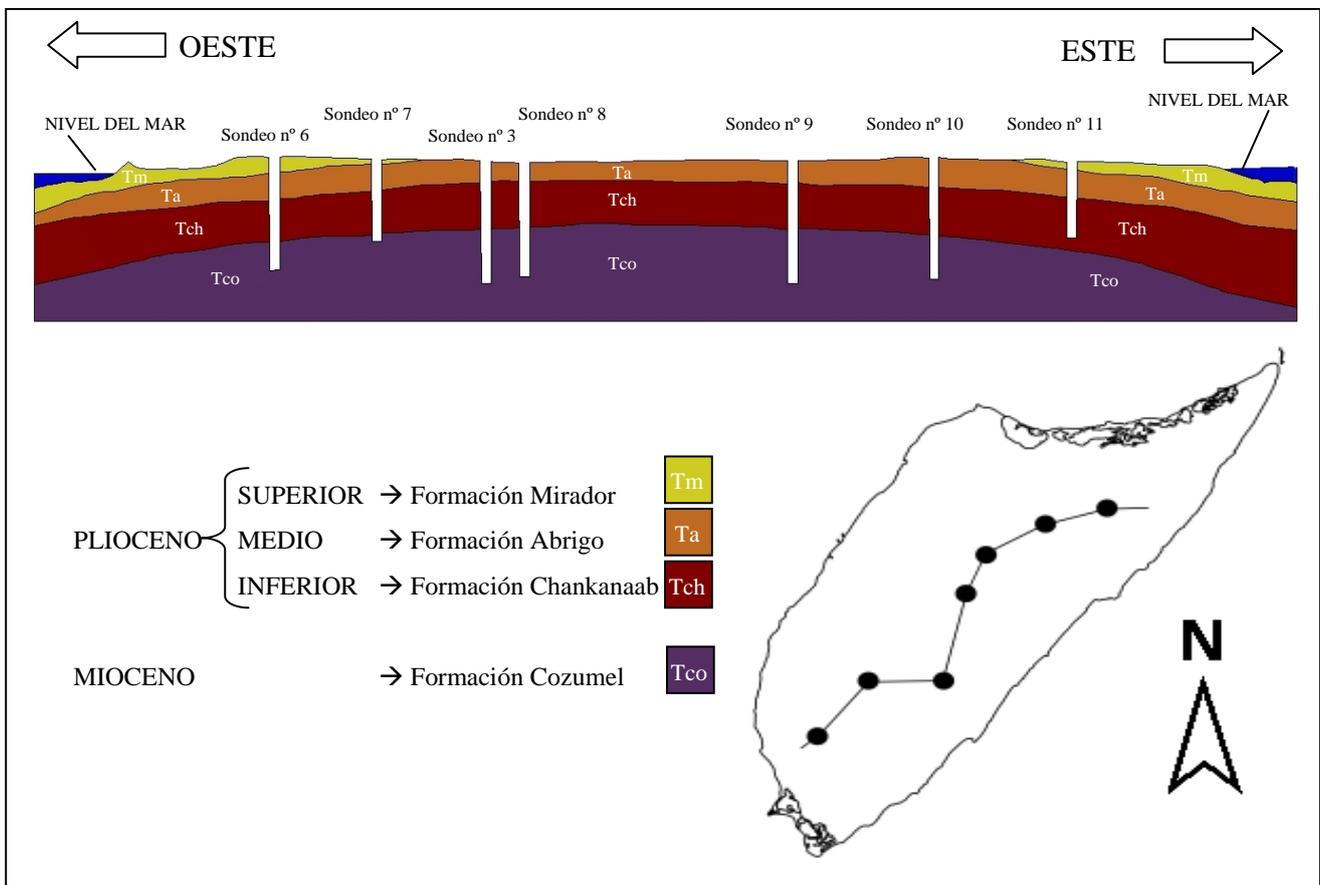


Figura 1: Perfil geológico de la Isla de Cozumel en el que se muestran los cuatro estratos principales y los pozos sondeados, los cuales se distribuyen en un transecto SO-NE (Lesser et al., 1978).

b) Edafología.

Se distribuyen en la superficie insular cuatro grupos principales de suelos con extensiones muy desiguales (INIFAP-CONABIO, 1995). El principal es el Rendzina (actualmente Leptosol según SICS-ISRIC-FAO, 1999), que ocupa un 86.51% de la

superficie insular repartiéndose por su zona central. El segundo en cobertura es el Solonchak, que abarca el 10.86% de la superficie del territorio y se distribuye principalmente en las zonas pantanosas de los extremos sur, norte y en una porción de la costa nororiental (siendo en el primer caso de tipo órtico y en los otros dos de tipo gléyico). El tercero es el suelo denominado Gleysol (de tipo mólico), el cual ocupa un 1.05% de la superficie y se encuentra en la costa oriental inmediatamente al norte de la carretera transversal. Finalmente, el Regosol (de tipo calcárico) ocupa un 0.5% de la superficie insular y se sitúa en una estrecha franja de la costa al norte de San Miguel de Cozumel (Mapa 3: Edafología).

c) **Hidrogeología.**

Como se comentó, los sustratos geológicos de Cozumel están formados básicamente por diferentes rocas calizas que confieren una gran porosidad y permeabilidad al subsuelo. Por lo tanto, la presencia de aguas superficiales se limita básicamente a algunas pequeñas lagunas (que quedan práctica o totalmente secas de forma estacional), ya que el agua de lluvia se infiltra rápidamente al acuífero. Así, el grado de escurrimiento superficial es casi nulo en toda la isla y no se han formado cuencas ni estructuras hidrográficas superficiales (Lesser et al., 1978; CIM, 1993, *Mapa 6: Aguas superficiales*). Sin embargo, existen lagunas costeras con cuerpos de agua permanentes en dos zonas de la isla. Estas son las lagunas costeras en los humedales situados en el extremo sur (ZSCE Laguna Colombia) con una extensión de 261.86 ha, y las que se hallan en el norte del APFFC con una extensión de 1,006.68 ha que constituyen el mayor sistema lagunar de la isla, con 5 lagunas de límites bien definidos y un conjunto de áreas más o menos interconectadas y con niveles de inundación variables. Tres de las lagunas tienen comunicación directa con el mar. La más occidental de ellas es la Laguna Ciega que, con un área de 307.70 ha, posee una apertura más grande hacia el mar (casi 1 km) y en donde se localiza la Isla de la Pasión; parcialmente transformada por el huracán Gilberto y ahora conectada a tierra firme por un brazo de arena. La segunda, ubicada hacia el este, es la Laguna de la Pasión, con una extensión de 38.47 ha y sin salida al mar. La Laguna Río de la Plata (antes denominada Xlapac), con 387.56 ha y una salida al mar de apenas 100 metros y otra laguna de 96.97 ha. A partir de esta zona el sistema adquiere una complejidad mayor y es difícil distinguir los cuerpos de agua unos de otros, pues se ramifican e interconectan ampliamente, formando un conjunto difuso de áreas más o menos inundadas. La superficie ocupada por la Laguna Montecristo (antes Aguagrande) se estima en 168.92 ha y es la laguna más oriental que tiene contacto directo con el mar mediante una boca de no más de 50 metros.

La naturaleza cárstica del subsuelo de la isla y su gran solubilidad facilita la formación de cuevas subterráneas, cenotes y dolinas (Lesser et al., 1978). La mayor parte de cenotes y ríos subterráneos se encuentran en la mitad sur de la isla. De hecho existen tres sistemas: Chankanaab, Aerolito de Paraíso y Cocodrilo. El primero es el más grande con una longitud de 8,921 m y cuenta con 6 diferentes cenotes conectados. El segundo es un poco más pequeño, con 4,440 m y tiene salida al mar por La Caleta. El tercero, con 1,600m de longitud, está conectado a 2 cenotes y termina a 40 m antes de llegar al mar. Todos ellos con flujo de agua hacia el este, son cuevas hanquialinas con profundidades máximas entre los 12 y 27 m. A parte, existen 4 dolinas en la isla de entre 18 y 50 m de profundidad sin sistema cavernoso horizontal (Germán Yáñez, com. pers.).

El hecho de que no se tengan registros de sistemas subterráneos en el APFFC podría deberse a la falta de exploración de estos sitios por su grado de inaccesibilidad, pues no hay ningún dato *a priori* que haga pensar que estos sistemas deban estar restringidos a una zona de la isla en concreto.

Si bien la rápida infiltración del agua en el subsuelo en toda la isla y la ausencia de desniveles pronunciados no permiten la formación de una red de drenaje superficial, favorecen enormemente la transparencia de las aguas marinas costeras, ya que el agua que emana del acuífero hacia el mar no acarrea los sedimentos que llevaría si proviniera de la superficie.

1.2. Climatología.

El clima en Cozumel es del tipo Am W (I), cálido húmedo con abundantes lluvias en verano según el sistema modificado de Köppen (García, 1973).

a) Temperatura.

La temperatura media es de 25,5°C con pocas oscilaciones diarias. Las máximas se dan en agosto (valor extremo registrado de 39°C) y las mínimas en enero. En los meses de invierno las temperaturas pueden llegar a ser un poco más bajas (20°C), habiéndose registrado un mínimo extremo de 6°C.

b) Precipitación.

Precipitación promedia anual de 1570 mm con un máximo en septiembre-octubre (250 mm mensuales) y un mínimo en marzo-abril (con 40 mm mensuales). Teniendo en cuenta la superficie de la isla, esto representa un volumen total precipitado al año de 714 hm³ (millones de metros cúbicos).

c) Humedad atmosférica.

Las humedades relativas más altas se dan durante la época de lluvias; entre julio y octubre y particularmente en el mes de septiembre. Los valores más bajos se registran por el contrario durante la época de secas; durante los meses de marzo, abril y mayo (INE-SEMARNAP, 1998).

d) Vientos.

Bajo la influencia de los Alisios soplan vientos del E y SE de entre 15 y 20 nudos durante la mayor parte del año. Esto deja la cara oriental de la isla expuesta a un fuerte oleaje y cierta tendencia a la erosión, lo cual ha generado una orografía en forma de escalones y pequeños acantilados en ciertos puntos de la costa. Esta situación cambia en invierno, cuando los vientos del norte y noroeste provocan una mayor exposición de la costa occidental.

La isla se encuentra en la trayectoria de los ciclones que se forman en el Atlántico durante los meses de verano y otoño (junio a noviembre pero con mayor incidencia en agosto y septiembre); momento en el que se dan una serie de circunstancias favorables para estos fenómenos, a saber: el ecuador climático se encuentra desplazado hacia el polo haciendo coincidir las fuerzas de Coriolis con las inestabilidades atmosféricas producidas por la elevada temperatura superficial del mar y las capas bajas atmosféricas (Moshinsky y Sánchez-Sesma, 1990). Esos ciclones, que pueden desarrollarse en tormentas tropicales o huracanes, dependiendo de la intensidad de sus vientos, ingresan en el Caribe y siguen una trayectoria predominante hacia el oeste-noroeste, siendo la costa de Quintana Roo el lugar de México con mayor riesgo de afectación (Jáuregui et al., 1980). De hecho, Cozumel fue la localidad afectada por un mayor número de ciclones (8) y con un tiempo de recurrencia menor (1 ciclón cada 14 años); teniendo en cuenta la serie temporal de 1871-1978.

La fuerza destructiva de estos fenómenos no se hace notar solamente en las infraestructuras y construcciones humanas, sino que también son probablemente el factor ecológico más importante en lo que se refiere al impacto sufrido por los ecosistemas de la isla (Cuarón et al., 2004). Esto queda puesto de manifiesto cuando se observan las velocidades a las que pueden llegar estos vientos (desde 120 hasta 300 Km/hora) y se tiene en cuenta que arrastran aerosoles compuestos de agua, sal y arena del mar hacia el interior; provocando así verdaderos estragos a la vegetación que recibe tal impacto (Moshinsky y Sánchez-Sesma, 1990). Actualmente, varios investigadores se encuentran evaluando los impactos del paso de los recientes huracanes Emily (17 de julio de 2005) y Wilma (21 de octubre de 2005) en la parte terrestre de la Isla de Cozumel. Ambos meteoros, siendo de

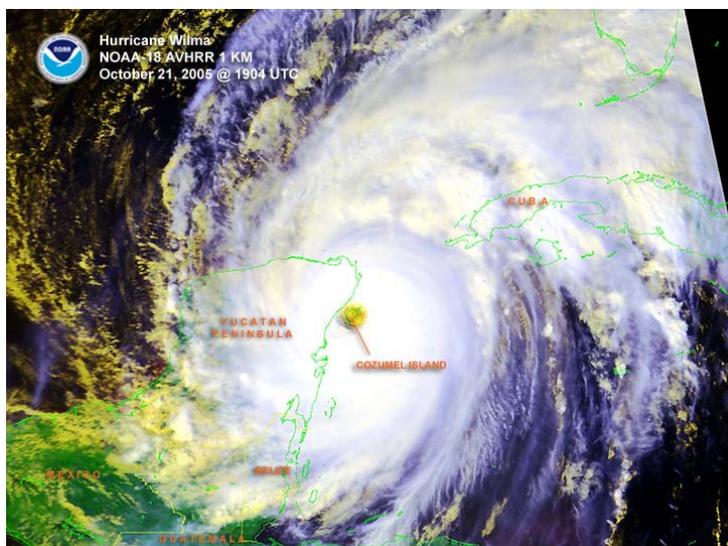


Figura 2: Huracán Wilma sobre la Isla de Cozumel (National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA), U. S. Department of Commerce).

categoría 4, se distinguieron tanto por su baja velocidad de desplazamiento como la cercanía a la isla. Fue en el caso de Wilma donde estos dos factores representaron un efecto más devastador, pues su baja velocidad, gran tamaño y trayectoria por encima de la isla (Figura 2) dañaron severamente la vegetación, lo cual va a suponer un aumento del riesgo de incendios. Aún cuando el riesgo de incendios forestales incrementa durante la época de seca después de dichos fenómenos meteorológicos, el riesgo de tener incendios catastróficos en Cozumel es bajo a diferencia de la península de Yucatán. Esto se debe, entre

otras cosas, a que las plantas de los bosques tropicales estacionales secos, como los de Cozumel, acumulan agua en sus tejidos durante la época seca, por lo que no son combustibles y, la influencia de la sal del agua marina que rodea a la isla inhibe el fuego.

Además, las limitadas actividades agropecuarias y las vastas áreas deshabitadas en la isla implican un riesgo menor de incendio.

Además de constatar estos efectos, personal de ASK (con el apoyo de EcoTour, S. A. de C. V.) y otras instituciones han podido verificar mediante vuelos alrededor de Cozumel, que tanto las zonas costeras como selváticas quedaron gravemente afectadas por el paso de Wilma. Extensas áreas quedaron inundadas, la línea de costa se vió severamente modificada y las entradas donde las lagunas se comunican con el mar quedaron ensanchadas o se formaron allí donde antes no existían. La información sobre los daños en la flora y fauna de la isla está siendo analizada en estos momentos. Los resultados preliminares indican que la destrucción del hábitat y fuentes de alimento tienen efectos negativos sobre la comunidad de aves del sotobosque (Perdomo, en proceso) y para los carnívoros silvestres (Copa-Alvaro, en proceso), así como para los ratones endémicos (Cuarón et al. en proceso). Por otra parte, las extensas inundaciones y la destrucción de los nidos de tortuga marina pueden haber provocado impactos que requieren ser evaluados. Por otro lado, la marejada asociada a ese fenómeno meteorológico impactó en los arrecifes de Cozumel, los cuales fueron afectados por la acción física de los huracanes y el consiguiente aumento de materiales en suspensión y el agua descargada desde los sistemas costeros.

Aún y así, no todos los efectos de los ciclones tropicales son negativos, pues el abastecimiento de agua en amplias zonas del país depende de la visita de estos sistemas atmosféricos (Jauregui, 1980).

1.3. Oceanografía.

La influencia de las mareas es mínima en la isla, siendo la diferencia media entre mínimo y máximo de 0.24 metros.

El patrón de corrientes regionales viene definido por la Corriente del Caribe, que a su vez es generada por la Nor-ecuatorial y la de Guyana cuando éstas ingresan en este mar a través de las antillas menores. El resultado es una rama principal con una velocidad de 1-2 nudos y que atraviesa el canal del Yucatán por el lado oeste a unos 3-4 nudos. En cuanto a las corrientes locales, predominan en la dirección sur-norte en el canal de Cozumel y con una velocidad media de 1.5 nudos, aunque se han detectado contracorrientes temporales en sentido opuesto de hasta 2 nudos.

De especial importancia es la contracorriente local situada en la zona frente a Punta Norte, ya que se ha apuntado como uno de los factores determinantes para que las larvas de caracol rosado (*Strombus gigas*) sean retenidas en esa área. Este fenómeno, aunado posiblemente al transporte de larvas desde la zona sur de la isla por las corrientes dominantes, es el que mantiene este banco de *S. gigas* y lo define como un área importante de reclutamiento (Martínez, 1998).

1.4. Hidrología.

Debido a las características geológicas de la isla, casi la totalidad del subsuelo forma parte del acuífero. Este está contenido principalmente en las Formaciones Chankanaab y Abrigo (Sección II.1.1.a) como un único cuerpo de agua que viaja fácilmente debido a la porosidad de dichos estratos. De este modo el acuífero está formado por una gran lente de agua dulce que flota por su menor densidad sobre una de agua salada, es decir, la mayor

parte de la isla debe ser considerada como un acuífero del tipo libre de aguas freáticas (Lesser, 1978; CAPA, 2002).

Éste tiene una extensión de 288 km² (60% del total de la isla) y los espesores mayores se encuentran en los ejes de captación 2 y 3 al norte de la carretera transversal.

La parte de mayor recarga y grosor del acuífero es la zona central. Luego el agua fluye hacia la costa a través del subsuelo de manera radial hasta llegar al mar (Mapa 6: Aguas superficiales). Eso significa que las zonas inundables del APFFC se nutren tanto del agua directa de la lluvia como de la que fluye desde el acuífero hasta la costa y que termina por mezclarse con la influencia marina. Estos, junto a la zona de Laguna Colombia, constituyen las únicas zonas de inundación en la isla, aunque existen también pequeños estanques temporales en otras partes.

En lo que respecta a la estructura hidrogeológica del acuífero, la interfase salina se encuentra entre los 15 y 23 m en su parte central, pero el grosor de la lente de agua dulce disminuye hacia la costa hasta alcanzar un valor de 0 m. Esto se debe en parte al bajo relieve del terreno, con lo que se hace imposible el aprovechamiento de agua en esa zona (Mapa 7: Calidad del agua). Por este motivo, los pozos de aprovechamiento se localizan en la parte central, ligeramente hacia el noroeste, donde el espesor de agua dulce es mayor y tiene valores de sólidos totales disueltos aceptables para el consumo.

La delgada capa de agua dulce de la costa norte muestra el riesgo al que se enfrenta el APFFC, ya que una disminución del grosor de esa capa o su contaminación salina por una mala o excesiva explotación del acuífero, podría reducir el aporte de agua dulce hacia el humedal y provocar incrementos en la salinidad del subsuelo. Si este cambio llegara a producirse de una forma amplia y sostenida, la vegetación de la parte terrestre del APFFC podría verse severamente afectada. Este factor debe ser tomado en cuenta en los planes de desarrollo y la planificación del crecimiento en la isla.

Se han detectado espesores de agua de calidad aceptable (<2000 ppm STD) entre 0 y 15 m, pero sólo alcanzando grosores máximos en la zona centro. Eso implica de 155 a 310 hm³ en el total de la isla (Lesser et al., 1978; Mapa 7: Calidad del agua).

En cambio, el espesor de agua con mejor calidad (salinidad <1000 ppm) sólo es de 0 a 10 m pero la zona con más de 3,5 m de espesor es muy pequeña y localizada en el centro-norte de la isla. Eso implica de 42 a 84 hm³ en el total de la isla, de los cuales sólo entre 9 y 17 hm³ se encuentran por encima del nivel del mar (Lesser et al., 1978), con lo que el volumen aprovechable es todavía menor (Figura 3).

Cuadro 1: Balance hidrometeorológico de la Isla de Cozumel según varios autores. Se puede observar como las descargas superficiales son nulas. También se muestran las estimaciones del volumen extraído, el cual es pequeño en comparación con la recarga natural

Balance (hm ³ /año)	Lesser et al., 1978		SARH, 1989	CIM, 1993	CNA, 2002
Entradas exclusivamente debidas a la lluvia	714	720		683	777.46
Salidas por evapotranspiración	574 ^a	576		665.55	568.73
Salidas por descargas superficiales	0	0		0	0
Salidas por descargas subterráneas	138.7 ^b	134		13.318 ^c	200.53
Salidas por extracción mediante bombeo	1.3	10 [†]	Público urbano 7.5	4.132	8.2
			Turismo 1		
			Industria 1		
TOTAL (Entradas – Salidas)	0	0		0	0

Nota: Debido a la falta de uniformidad en la presentación de los balances en los diferentes estudios, algunos parámetros del cuadro han tenido que ser calculados de la forma que se especifica en cada caso.

a = Entradas – Recarga Natural, b = Recarga Natural – Extracción, c = Entradas – Evapotranspiración – Extracción.

Teniendo en cuenta los valores de pluviometría y evaporación, se han estimado los volúmenes de recarga (CIM, 1993). Así, se ha calculado una evaporación real de 1,062.19 mm que implica un total para toda la isla de 509.85 hm³, es decir, que un 74% de los 683 hm³ precipitados anualmente se evaporan a la atmósfera. Del resto, aproximadamente 17.3 hm³ se infiltran en el acuífero y los 155.7 hm³ sobrantes quedan retenidos en la vegetación y luego se evaporan.

Otros autores han estimado recargas muy dispares con estos valores. Lesser et al. (1978) describen una recarga natural (precipitación menos evapotranspiración) de 140 hm³/año, mientras la CNA (2002) publica un valor de 208.73 hm³/año. Estos valores son del orden de un 800% y 1200% del dato reportado por CIM (1993) con lo que algunos de los datos deben ser erróneos. En el Cuadro 1 se observa que esta discrepancia es debida probablemente a una subestimación de la precipitación y sobretodo a una sobreestimación de la evapotranspiración por parte de este último estudio.

[†] La pequeña discordancia entre este dato y la suma de los valores desglosados proviene de la misma fuente.

La extracción real estimada por Lesser et al. (1978) fue de 40 L/seg teniendo en cuenta los pozos de CAPA (Comisión de Agua Potable y Alcantarillado), otros tantos en ranchos y algunos pozos costeros particulares en la zona hotelera. Esto supone un volumen anual de 1.3 hm^3 (un 0.93 % de la recarga reportada por Lesser et al. 1978). Por otro lado, el dato más reciente indica una extracción de $8.2 \text{ hm}^3/\text{año}$ (CNA, 2002), poco menos del volumen concesionado ($8.571010 \text{ hm}^3/\text{año}$) y un 3.9% de la recarga reportada por este último estudio.

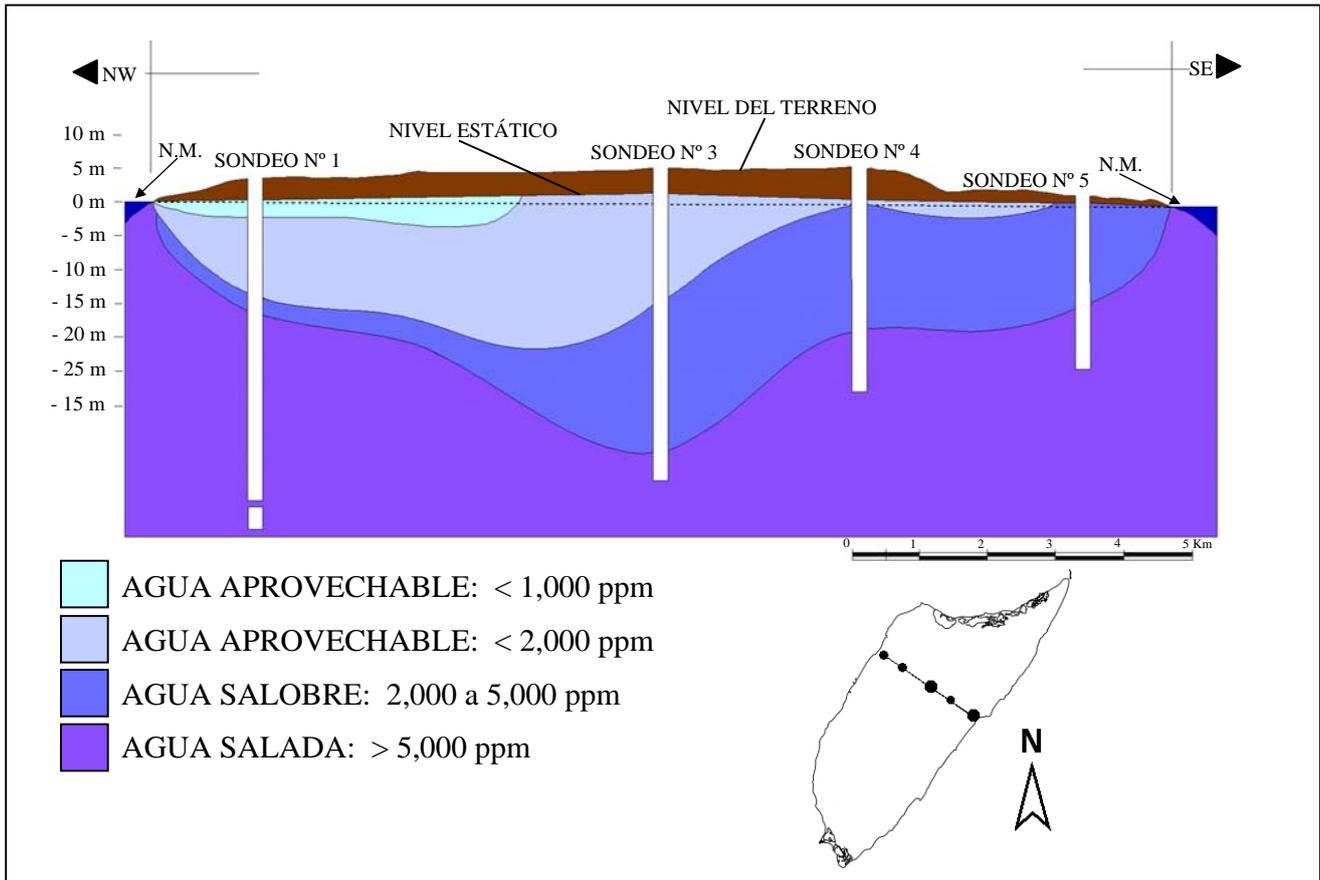


Figura 3: Sección del acuífero de la Isla de Cozumel mediante el muestreo en 5 sondeos. Se observa como la capa de agua aprovechable de un máximo de 23m se localiza de forma desigual; presentando mayor grosor en el lado noroeste (Lesser et al., 1978).

Existe todavía otra fuente (SARH, 1989) que describe su propio balance hidrometeorológico, el cual se muestra en el Cuadro 1 conjuntamente con los demás.

En lo que coinciden todos los trabajos es que la extracción enfrenta problemas técnicos debido al poco grosor del acuífero, su contacto directo con el frente de agua marina en su límite externo y la reducida superficie y altura de las áreas en que se sitúan por encima del nivel del mar. Por ello, los abatimientos provocados deben ser muy pequeños para evitar una contaminación por salinización de los pozos debido a la intrusión de agua marina. Esto motivó que se recomendara y adoptara un sistema de pozos extensos y poco profundos que permitieran una mayor extracción sin provocar abatimientos locales que inutilizaran a los

misimos, ya que la desalinización del agua de mar o la construcción de un acueducto submarino que comunicara con el continente eran opciones económicamente inviables. Según este diseño, se indicó que podía llegar a obtenerse 1 hm³/año más de los extraídos durante el estudio (Lesser et al. 1978).

Existe consenso en que el volumen de extracción es despreciable respecto a las salidas por escurrimiento subterráneo (CIM, 1993), con lo que el problema no es el volumen explotado sino la forma en que es extraído. Según el método estipulado en la NOM-011-CNA-2000, existe todavía un volumen de hasta 39.729 hm³ anuales para nuevas concesiones, muy superior al mencionado más arriba (CNA, 2002).

A esto debe añadirse que la alta permeabilidad del acuífero también lo expone a sufrir fácilmente contaminación de origen microbiano por la infiltración de residuos especialmente procedente de actividades humanas como son las aguas residuales. De hecho, la SARH (1978) ya recomendó la declaración del acuífero de Cozumel como fuente reservada exclusivamente para satisfacer las necesidades de agua potable debido a su fragilidad. Posteriormente, se decretó (D.O.F. del 23 de marzo de 1981) la veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en el municipio de Cozumel. Por lo anterior, con base en el artículo 18 de la Ley de Aguas Nacionales el alumbramiento, uso, aprovechamiento y explotación de las aguas del subsuelo comprendidas dentro de las zonas vedadas requiere de autorización de la CNA, la cual es expedida mediante Título de Concesión (CNA, 2002).

Con el fin de evitar este tipo de contaminación se recomendó (Lesser et al. 1978) que no se usaran fosas sépticas para la eliminación de las aguas negras y que en lugar de esto se inyectaran a profundidades donde la salinidad fuera superior a 2,000 ppm, impidiendo así el retorno de los desechos a la superficie (ver Sección III.1.5 para comentarios sobre la depuración de aguas residuales). Lesser et al. (1978) también comentaron la existencia de un pozo de absorción de 60 m de profundidad con tubería cementada dónde se eliminaban las aguas pluviales urbanas de San Miguel.

2. Características biológicas.

2.1. Fisionomía vegetal y plantas vasculares.

La vegetación de Cozumel se encuentra entre las más desarrolladas de las islas de la península de Yucatán (Flores, 1992). En general existe un gradiente de vegetación bien definido que inicia a partir de la franja costera Este con la vegetación de dunas costeras seguida por el tasistal, el manglar, la selva baja caducifolia y que culmina con la selva mediana subcaducifolia en la porción central de la isla, la cual se extiende hasta la costa oeste donde también persisten manchones de manglar (Romero-Nájera, 2004). Hay variaciones sobre este patrón general, existiendo diferentes gradientes en la parte norte, sur, occidental y diversas secciones de la costa oriental que tienen diferentes implicaciones para la biota de la isla.

A pesar del desarrollo turístico sufrido en la isla durante los últimos años, la mayor parte de éste se ha localizado en la ciudad de San Miguel y sus alrededores, incluyendo el frente costero oeste. Allí es donde se concentra la población humana y algunas áreas de uso antropogénico como son los ranchos, zonas hoteleras, club de golf y muelles; dejando una

gran área deshabitada en el resto de isla. Esto ha permitido que se conserve una amplia superficie de vegetación natural, lo cual proporciona una amplia variedad de hábitats disponibles para las especies existentes (Romero-Nájera, 2004). De hecho, un estudio sobre el periodo entre los años 1970 y 1990 en la península de Yucatán (Carranza et. al., 1996) indicaba que Cozumel no presentaba cambios detectables en el uso del suelo ni ningún área con perturbación aparente. Este hecho contrasta ligeramente con la información más actualizada presentada a continuación, lo cual puede ser debido a la falta de precisión de las fuentes existentes cuando Carranza, et al. realizaron su estudio.

Como puede observarse (Cuadro 2), los asentamientos humanos ocupan sólo un 2.71% del territorio, que sumado a las zonas con uso agrícola y ganadero (Pastizal cultivado) y a las zonas con vegetación secundaria (Selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea) da un total de 8.49%; dejando un 91.51% de vegetación inalterada.

Cuadro 2: Superficie de las comunidades vegetales y el uso del suelo en la Isla de Cozumel según el Inventario Nacional Forestal (INEGI, 2000). La vegetación predominante en la isla es la Selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia, mientras los asentamientos humanos representan un escaso 2.71% de la superficie insular.[‡]

Comunidad vegetal o uso del suelo en la Isla de Cozumel	Área (ha)	Porcentaje
TASISTAL	619.71	1.30%
ASENTAMIENTO HUMANO	1,298.15	2.71%
MANGLAR	5,933.15	12.41%
PASTIZAL CULTIVADO	1,775.99	3.71%
POPAL-TULAR	429.52	0.90%
SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	32,787.80	68.56%
SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y MEDIANA SUBCADUCIFOLIA CON VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA Y HERBÁCEA	2,282.30	4.77%
VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS	2,697.54	5.64%
TOTAL	47,824.16	100.00%

Debe precisarse que parte de la zona de “Pastizal cultivado” localizada en el suroeste corresponde en realidad al Ejido de El Cedral, y por lo tanto a una zona agro-ganadera que contiene un asentamiento humano. Por otro lado, las zonas de “Selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea” situadas en el frente noroccidental y suroccidental, son la Zona Hotelera Norte y una zona desmontada anexa, y desarrollos de servicios turísticos y residenciales respectivamente (Mapa 4: Vegetación). Estos detalles no afectan a las proporciones mencionadas anteriormente en cuanto al área cubierta todavía por vegetación inalterada. De hecho, la zona catalogada con esta misma categoría y localizada al sur de la carretera transversal cerca de la costa este, es también una zona afectada por la expansión agrícola. Esta zona linda con la zona de “Pastizal cultivado” al otro lado de la carretera, en la cual también se están llevando a cabo actividades extractivas.

[‡] El área total de la isla difiere ligeramente del área indicada en apartados anteriores debido a que han sido obtenidas de diferentes fuentes.

En cuanto a la localización de los asentamientos humanos, estos corresponden a San Miguel y al Aeropuerto.

Cabe mencionar que en el inventario no se han tenido en cuenta las áreas cubiertas por las carreteras pavimentadas o las veredas abiertas en la zona de captación de agua potable situada en el centro de la isla; ocupando estas últimas una superficie de 80 ha, es decir, sólo un 0.17% del total de la isla. Los valores son pues reducidos y el efecto negativo de estas infraestructuras, la carretera perimetral en particular, son más bien debidos a la fragmentación del hábitat que producen y no a la superficie que ocupan.

De acuerdo con lo descrito por Téllez et al. (1989) y al Inventario Nacional Forestal (INEGI, 2000) podemos distinguir cinco comunidades diferentes en la isla: La Selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia, el manglar, el tular-saibal, la vegetación halófila o de dunas costeras y el tasistal. Las dos primeras constituyen asociaciones de vegetación primaria que por su mayor extensión, complejidad y estabilidad determinan las condiciones del lugar que dominan, mientras las otras tres se encuentran intercaladas entre estas (probablemente por esto los tulares-saibales no se describan como tales en el Inventario Nacional Forestal). Por otro lado existen asociaciones de vegetación de tipo secundario, es decir, aquellas que se desarrollan cuando las primarias quedan total o parcialmente destruidas debido a causas antropogénicas o naturales, y que recuperan su estado de comunidad clímax original cuando esas perturbaciones cesan (Rzedowski, 1978). En términos cuantitativos, se muestra en el Cuadro 2 el área y porcentaje cubierto por cada tipo de vegetación (INEGI, 2000)^{§**}.

a) **Selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia**

La selva mediana subcaducifolia es el tipo de vegetación predominante y se concentra en la porción central de la isla. Merece especial mención que esto es lo contrario de lo que ocurre en la parte peninsular del Estado, donde esta comunidad ocupa sólo una pequeñísima parte en su frontera con Yucatán; mientras que en este otro es bastante abundante (Espejel y Flores, 1994). Su estructura consiste en árboles de 8 y hasta 20 metros de altura, con escaso estrato arbustivo-herbáceo y alrededor del 50% de las especies son caducifolias. El suelo en el que crecen está poco desarrollado y es pobre en materia orgánica. Este hecho varía bastante en diferentes zonas de la isla, lo que provoca marcadas diferencias entre las selvas de diferentes partes de esta. A modo de ejemplo, las zonas del centro tienen una mayor acumulación de suelo y selvas más complejas, con un estrato arbustivo bien definido y con pocas trepadoras y epífitas.

Entre las especies más importantes en la isla están *Enriquebeltrania crenatifolia*, *Pithecellobium mangense*, *P. dulce* y *Diospyros nicaraguensis*. Las epífitas y trepadoras

[§] Las categorías incluidas en el Inventario Nacional Forestal (INEGI, 2002) son: "Selva alta y mediana subperennifolia" y "Selva alta y mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea". Estas categorías se han cambiado por "Selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia" y "Selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea" de acuerdo con Téllez et al., 1989; Flores, 1992 y Flores y Espejel, 1994.

^{**} La categoría "Área sin vegetación aparente" del Inventario Nacional Forestal (INEGI, 2002) ha sido reclasificada como "Tasistal" de acuerdo a lo observado en vuleos de reconocimiento por parte del personal de ASK y a Téllez et al., 1998.

más representativas son *Brassavola nodosa*, *Microgramma nitida*, *Aporocactus flabelliformis*, *Selenicereus testudo* y *Dioscorea floribunda* (Téllez, 1989).

Hay especies de árboles con altura y diámetro importante de *Manilkara achras* y *Lysiloma latisiliquum*. Por otra parte, las dominantes son *Guazuma ulmifolia*, *Coccoloba cozumelensis*, *Cedrella odorata*, *Randia longiloba*, *Metopium brownei*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Piscidia piscipula*, *Bursera simauruba*, *Vitex gaumeri*, *Cecropia obtusifolia*, *Gliricidia sepium*, *Hampea trilobata*.

Las especies herbáceas más abundantes son: *Sida acuta*, *Borreria verticillata*, *Morinda yucatanensis*, *Cyperus complanatum*, *Piper yucatanense*, *Parthenium hysterophorus*, *Hamelia patens*, *Bidens pilosa*, *Malvaviscus arboreus*, *Achirantes aspera*, *Chamaesyce buxifolia*, *Boerhavia erecta*, *Eupatorium dalioides*.

b) Manglar

La comunidad de Manglar, con alturas arbóreas de 5 a 10m y un promedio de 6m especialmente en el norte de Cozumel (Mapa 4: Vegetación), es caracterizada en general por su alta humedad y temperatura, y el terreno periódica o permanentemente inundado en aguas saladas o salobres, lo que dificulta la supervivencia de muchas especies vegetales no adaptadas a estas duras condiciones y, por lo tanto, determina una baja diversidad en comparación con otras comunidades. Los suelos de estas comunidades tienen un gran contenido en materia orgánica y las especies dominantes encontradas son las cuatro especies típicas de la región: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y Mangle negro (*Avicennia nitida*)^{††}. A estas las acompañan *Rhabdadenia biflora*, *Batis maritima* y ocasionalmente *Manilkara zapota* y *Annona glabra*; ya que toleran las condiciones anteriormente descritas. En Cozumel encontramos también presentes en el manglar algunas epífitas y trepadoras como *Brassavola nodosa*, *Selenicereus testudo*, *Schomburgkia tibicinis*, *Aechmea bracteata*, *Echites yucatanenses* y *R. biflora* (Téllez, 1989). También se encuentran asociadas al manglar o limítrofes a este: *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Hampea trilobata*, *Cordia sebestena*, el helecho *Acrostichum aureum* y varias gramíneas y ciperáceas (Flores, 1992).

Esta comunidad, junto con los demás asociaciones presentes en los humedales costeros, son especialmente importantes por el hecho de formar el ecosistema intermedio entre la selva media subcaducifolia y el sistema arrecifal situado en el bentos marino frente a las costas. Es en este punto en el que zonas salobres con niveles de agua superficial variables de forma estacional, albergan especies adaptadas exclusivamente a este tipo de condiciones de salinidad y grado de inundación variables. A su vez, las lagunas y manglares sirven de refugio para muchas especies de peces e invertebrados que se encuentran allí resguardadas de sus depredadores o a individuos en estado juvenil y reclutas de especies de ambientes arrecifales que necesitan de estos lugares para sobrevivir durante las primeras fases de su desarrollo. Por eso también sirven como lugares de alimentación de peces y otros animales marinos (Talbot, 2001). En la Isla de Cozumel este tipo de vegetación es sumamente importante para la conservación del mapache endémico (*Procyon pygmaeus*) dado que diversos estudios (Cuarón *et al.*, 2004; MacFadden, 2004; García Vasco, 2005; Cop-

^{††} Citada así por varios autores pero como *A. germinans* por Flores (1992) y Flores y Espejel (1994).

Alvaro datos no publicados) han encontrado que en estos sitios la población de esta especie, aunque pequeña, es estable y existen evidencias de reproducción. Por lo anterior, es necesario la protección de la zona costera y el manglar de la isla. Del mismo modo estos humedales sirven de refugio para diversas especies de aves tanto residentes como migratorias.

El sistema de humedales está estrechamente ligado al flujo de aguas subterráneas. El agua infiltrada en el subsuelo en los hábitats selváticos en el interior de la isla, termina por desembocar en la zona de humedales y finalmente esta agua se mezcla con la del mar influyendo en los hábitats arrecifales que se encuentran frente a la costa.

Los manglares y la vegetación de dunas costeras representan una barrera natural que protege a la costa de los embates del oleaje y el mal tiempo así como de los fenómenos climáticos como las tormentas, ciclones y huracanes, amortiguando su efecto y disminuyendo el daño producido tierra adentro. En términos generales, se ha comprobado que este tipo de vegetación protege incluso de desastres naturales como los tsunamis (Danielsen et al., 2005).

c) Tular-Saibal

Los tulares-saibales son asociaciones xerales que habitan en suelos periódica o permanentemente inundados, lodosos, algo firmes y en ocasiones con aguas salobres. Se distribuyen en ampliamente en la península de Yucatán y normalmente se encuentran asociadas a zonas de lagunas costeras.

En Cozumel, su composición es dominada por *Typha dominguensis*^{‡‡} o *Cladium jamaicense* con algunos elementos más en los ecotonos con otras asociaciones como: *Acrostichum danaeifolium*, *Dalbergia brownei* y *Rhabdadenia biflora*.

Dentro del APFFC, se encuentra la principal comunidad de este tipo en la isla, ocupando pequeños lugares inundados de suelos rojizos (Flores, 1992).

d) Vegetación Halófito o de Dunas Costeras

La vegetación halófito o de dunas costeras se encuentra en todo el litoral de la península y normalmente se encuentra limitada por el mar y el manglar y mide entre 60 y 100 metros de ancho. Las plantas que la componen están adaptadas a vivir en condiciones bastante extremas, a saber: fuertes vientos, elevada salinidad, temperatura e insolación, suelos poco asentados compuestos de arena calcárea casi pura en que el agua se filtra rápidamente dejando una superficie seca donde muy pocas semillas pueden germinar, presencia de pocas partículas de materia orgánica y arcilla que retengan la humedad y los nutrientes en dicho suelo arenosos y finalmente escaso nitrógeno por la nula descomposición de materia orgánica. Por todo esto, las plantas presentes en estas asociaciones son halófitas, de hojas crasas, hierbas rastreras y arbustos muy ramificados de escasa altura que toman la humedad proveniente del manto freático.

El papel ecológico de estas comunidades es fundamental en la creación de suelos en los primeros estadios de la sucesión. Además, afianzan las dunas arenosas del litoral

^{‡‡} Mientras Téllez et al. (1989) la citan con este nombre, Flores (1992) lo hace con el nombre de *Typha angustifolia*.

impidiendo su erosión por la acción del viento y el oleaje, lo que protege a las comunidades que habitan un poco más al interior.

La componen formas arbustivas o herbáceas erectas y postradas entre las que se encuentran: *Ipomoea pes-carpe*, *Suriana maritima*, *Coccoloba uvifera*, *Tourneifortia gnaphalodes*, *Hymenocallis americana*, *Cenchrus echinatus*, *Flaveria linearis*, *Ambrosia hispida*, *Cakile edentula* y *Caesalpinia bonduc*. De éstas, las tres primeras son las más frecuentes e incluso se encuentran como pioneras en lugares rocosos.

Esta comunidad presenta gran variabilidad en su composición específica en diferentes lugares de la isla, pudiéndose identificar ocho asociaciones diferentes: 1) *Ambrosia hispida*, *Opuntia stricta*, *Ipomoea pes-caprae*, 2) *Canavalia rosea*, *Tephrosia cinerea*, *Sophora tomentosa*, 3) *Tournefortia gnaphalodes*, *Suriana maritima*, *Coccoloba uvifera*, 4) *Thrinax radiata*, *Hymenocallis caribaea*, *I. pes-caprae*, 5) *T. radiata*, *Caesalpinia bonduc*, 6) *Rachicallis americana*, *Erithalis fruticosa*, *Ernodea littoralis*, 7) *Salicornia bigelovii*, *Batis maritima*, 8) *Vallesia antillana*, *Capparis incana*, *Enriquebeltrania crenatifolia* (Téllez et al., 1989).

e) Tasistal

El tasistal es una asociación de poca diversidad o monoespecífica, de palmas de 3 a 10m de altura, en ocasiones relacionada con otras comunidades como tular, saibal, etc. y en suelos periódica o permanentemente inundados. En el APFFC ocupa un manchón continuo en el extremo cercano a Punta Norte y a la planta de tratamiento de aguas residuales (Mapa 4: Vegetación), aunque también hay áreas amplias a lo largo de la costa oriental. En su mayoría consiste en una extensión de tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*^{§§}), pero también están presentes *Cladium jamaicense*, *Acrostichum danaeifolium*, *Schomburgkia tibicinis*, *Dichromena colorata*, y *Elaeocharis caribaea* como especies acompañantes. En esta área también se existe una zona más perturbada, con abundante *Bletia purpurea* y otras especies entremezcladas con el tasiste como *Metopium brownei* y *Pithecellobium keyense*. Esta comunidad es frecuentemente sometida a la acción provocada del fuego con la intención de reducir su área, pero eso, por lo contrario, favorece la germinación y expansión de dicha población. (Téllez et al., 1989). Existen también poblaciones importantes de la Palma Chit (*Thrinax radiata*), amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2001.

f) Vegetación secundaria

La vegetación secundaria está formada por varios estratos arbóreos pequeños de entre 5 y 15 m, varios arbustivos y un herbáceo, con gran cantidad de trepadoras y algunas epífitas.

^{§§} Citada por Téllez (1989) con este nombre pero con el de *Acoelorrhaphe wrightii* por Flores (1992).

Se caracteriza por la presencia de especies con alta eficiencia dispersora, rapidez de crecimiento o en ocasiones con resistencia al fuego. Estas asociaciones se encuentran en lugares donde existe una influencia humana, como son los márgenes de carreteras y caminos, alrededor de asentamientos humanos, así como en lugares donde se han establecido tendidos de líneas eléctricas o de agua. También se encuentra en áreas donde perturbaciones naturales como los ciclones o el fuego han producido algún impacto. Las especies típicamente encontradas en estos ambientes en la isla son: *Cecropia obtusifolia*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Trichilia havanensis*, *Leucaena leucocephala* y *Callicarpa acuminata*. (Téllez, 1989).

Cuadro 3: En Cozumel se encuentran un total de 105 familias de plantas terrestres. La mayor parte de especies se agrupan tan solo en 15 de esas familias. (Téllez y Cabrera, 1987).

FAMILIAS	ESPECIES	%
Leguminosae	64	11.8
Gramineae	35	6.4
Euphorbiaceae	32	5.9
Compositae	28	5.1
Rubiaceae	23	4.2
Rutaceae	17	3.1
Verbenaceae	16	2.9
Solanaceae	15	2.7
Apocynaceae	14	2.5
Malvaceae	13	2.3
Convolvulaceae	12	2.2
Sapotaceae	12	2.2
Myrtaceae	12	2.2
Sapindaceae	10	1.8
Malpighiaceae	10	1.8
TOTAL	313	57.1
TOTAL DE LAS 105 FAMILIAS:	542	100

En cuanto a la composición florística, Cozumel posee casi el 40% de la flora presente en todo el estado (Sousa y Cabrera, 1983 citado por Téllez, 1987). Las 542 especies presentes en la isla se distribuyen en un total de 105 familias (Téllez, 1987).

Del Cuadro 3 se desprende que existen 15 familias que aglutinan más del 40% (313 especies) de todas las especies de la flora de Cozumel, mientras que el resto de familias están compuestas por menos de 5 especies cada una (Téllez, 1987).

De todas las especies encontradas en las diferentes comunidades de la isla, 7 están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. De éstas, cinco se han registrado en el APFFC. Las primeras cuatro són las especies de mangle, que se encuentran sujetas a protección especial (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*). La otra es la Palma chit (*Thrinax radiata*), que ha sido ampliamente

usada para la construcción en toda la península y está catalogada como amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2001.

En total se han registrado 40 especies de plantas superiores en el APFFC, incluyendo las mencionadas en el párrafo anterior y a las especies de pastos marinos *Thalasia testudinum* y *Siringodium filiforme* (Sección VI.1 Vegetación.), las cuales se encuentran en los fondos someros de la Laguna Ciega (Miranda et al., 1988) y en un extenso pasto del frente costero norte (García y Loreto, 1997).

Se considera probable la presencia en la zona de selva mediana subcaducifolia de la especie *Coccothrinax readii*, ya que ha sido registrada en la isla y es típica de dichas comunidades. Esta especie es endémica de la península (Olmsted y Durán, 1990) y está catalogada por la NOM-059-SEMARNAT-2001 como amenazada.

2.2. Invertebrados.

Sin tener en cuenta a los invertebrados marinos, se han registrado 7 especies de invertebrados acuáticos (anfípodos, isópodos y decápodos) que habitan en cenotes y cuevas (ANEXO 2: LISTA DE ESPECIES). Aunque no se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, han sido citadas por otros autores (Arriaga et al., 2000; Holsinger, 1992) como endémicas de Cozumel (4 especies: *Agostocaris bozanici*, *Bahadzia setodactylus*, *Janicea antiguensis* y *Yagerocaris cozumel*) o la península de Yucatán (2 especies: *Bahadzia bozanici* y *Bahalana mayana*). Todas ellas son susceptibles de estar en el APFFC, dado que el terreno es propicio para la existencia de cenotes (Martínez-Morales, 1996; Romero-Nájera, 2004; Cuarón obs. Pers.). Sin embargo, es necesario realizar más exploraciones para documentar otros cenotes debido a que el sustrato es propicio para este tipo de accidentes geológicos. Recientemente se ha documentado la presencia de invertebrados endémicos a cenotes particulares de Cozumel, encontrando especies diferentes en distintos cenotes (L. Mejía, com. pers.); es decir, los cenotes de Cozumel se comportan como islas ecológicas dentro de una isla geográfica.

La fragilidad de estas especies se debe a su confinamiento en ambientes aislados que no permiten migraciones o flujo genético entre poblaciones, y que los lugares que habitan pueden ser gravemente afectados por las actividades humanas. La hidrología de estos sitios está íntimamente ligada con la dinámica del acuífero, por lo que un cambio en la descarga de éste podría afectar a su composición. Por otro lado, son lugares potencialmente contaminables ya sea por la infiltración al subsuelo de sustancias contaminantes relacionadas con las actividades humanas, como por el vertido directo de las mismas.

Conjuntamente con estas especies, se han recolectado anfípodos marinos de las familias Phoxcephalidae, Synopiidae y del género *Grandidierella sp* en las cuevas submarinas exploradas (Holsinger, 1992).

2.3. Ictiofauna.

En las aguas continentales de Cozumel se han encontrado 8 especies de peces diferentes, de las cuales 3 son endémicas (Schmitter-Soto, 1998).

Poecilia velifera es endémica de la península de Yucatán, concretamente de los cenotes costeros del norte de Quintana Roo, con Tulum como límite meridional de su distribución. También en manglares, esteros y rías salobres de Yucatán y la Laguna de Términos en

Campeche. Es importante señalar que aunque su distribución geográfica sea más o menos amplia (gran parte de la península), su hábitat es muy restringido (cenotes), lo que dificulta enormemente la migración y el flujo genético. Si añadimos el hecho que estos ambientes se encuentran en zonas de alta demanda de suelo para fines turísticos veremos que la amenaza para esta especie es significativa. Eso explica porqué esta especie se encuentra catalogada dentro de la NOM-059-SERMARNAT-2001 como amenazada (ANEXO 2: LISTA DE ESPECIES).

Cyprinodon artifrons, también es endémico de la península y su distribución en Quintana Roo es en la franja costera peninsular y en las lagunas interiores de Cozumel e Isla Mujeres. Es extremadamente eurihalino y soporta rangos de temperatura y oxígeno disuelto muy grandes. Abunda en los manglares y lagunas costeras y sirve de alimento a aves acuáticas al concentrarse en charcas con poca agua en la época de secas.

Floridichthys polyommus es la tercera especie endémica de la península, presente en los tres estados. Es común en lagunas costeras dónde hay manglar y praderas de *Thalassia sp.* en aguas someras y salobres. Se encuentra muchas veces asociado a *C. artifrons*.

Atherinomorus stipes, tiene costumbres pelágicas durante el día, pero se acerca a los fondos fangosos y a los ambientes con ramas de mangle durante la noche para alimentarse. Esta especie es usada como carnada viva, y es muy frecuente en manglares y cuerpos de agua salobre. Su distribución es amplia, desde Florida a Venezuela, aunque en México se encuentre sólo en Campeche y Quintana Roo.

Gambusia yucatanica yucatanica es de las dos subespecies existentes, la que ocupa ambientes de latitudes más al norte de Tulum. Vive en los márgenes costeros refugiándose en los mangles y juncos. Puede vivir en condiciones muy variadas de salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y es extremadamente abundante en el Estado. Su distribución abarca desde Veracruz hasta Belice. Aunque su dieta principal son las algas y plantas vasculares, su carácter como larvívoro es útil para el control de los mosquitos.

Heterandria bimaculata se encuentra desde Veracruz hasta Nicaragua. Tiene preferencia por lugares con baja salinidad en riberas con vegetación.

Garmanella pulchra, esta presente desde Yucatán hasta Belice y es común en las lagunas costeras y manglares.

Bathygobius soporator es de los anteriores el que tiene una distribución geográfica más amplia, abarcando desde Carolina del Norte (EE. UU.) hasta Rio de Janeiro (Brasil). Es una especie marina y eurihalina que abunda en fondos fangosos, arenosos, rocosos y con pradería. En Quintana Roo sólo se ha encontrado en ambientes lénticos, incluyendo las lagunas de Cozumel y los cenotes anquihalinos de Tulum y la laguna Nichupté.

2.4. Herpetofauna.

Cozumel es la isla mexicana con mayor riqueza de especies de anfibios y reptiles (Calderón-Patrón *et al.* 2004). Campbell (1998) y Lee (2000) reconocen 31 especies, de las cuales, 13 están en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y en la IUCN (2004) y una de ellas es una lagartija endémica de Cozumel, *Aspidoscelis cozumela*. Particularmente esta especie tiene la característica que todos los individuos son hembras que se reproduce por partenogénesis, fenómeno poco estudiado en vertebrados. Además, se

han registrado dos especies de serpientes que no habían sido reportadas para la isla (González-Baca, 2006; ANEXO 2: LISTA DE ESPECIES). De hecho se deben considerar además tres especies endémicas de la península de Yucatán o región y una endémica de Cozumel según lo señalado por otros autores (Lee, 1996; Lee, 2000 y Arriaga et al., 2000).

Existe otra especie, *Boa constrictor*, que también está considerada en dicha Norma Oficial Mexicana, pero en este caso existen estudios que indican que es una especie introducida que representa una amenaza para la biota de Cozumel, ya que esta especie está ampliamente distribuida y es abundante en Cozumel, además de ser un potente depredador generalista (Martínez-Morales y Cuarón, 1999; Romero-Nájera 2004; González-Baca, 2006; Romero-Nájera et al., en prensa).

En lo que se refiere a las tortugas marinas, toda la costa este fue considerada y como área de protección de la tortuga marina por el Plan de Desarrollo Urbano (1996) por ser una zona de anidación. Sin embargo, sólo existen dos campamentos tortugueros en la isla, (en San Martín y en Punta Sur) y los dos están localizados en la costa sur del lado oriental (Perla García, com. pers.). De este modo, no existe control, vigilancia ni monitoreo de las poblaciones de tortugas que anidan a lo largo de toda la costa situada más al norte.

Por último, enfatizar el valor de los humedales del APFFC en lo que respecta a el cocodrilo de río o americano (*Crocodylus acutus*), lo cual fue puesto de manifiesto en el “Conservation Priority-Setting Workshop for American Crocodiles” (WCS y UF, 2002), dónde se declaró esta área como una CCU (Unidad de Conservación de Cocodrilos, por sus siglas en inglés). Aunque su rango geográfico abarque desde Colombia y Venezuela hasta Florida en EE.UU., se encuentra sujeta a protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2001.

2.5. Avifauna.

Cozumel es una de las islas que a pesar de su pequeño tamaño alberga la mayor variedad de especies invernantes así como de especies en tránsito; que luego de alimentarse, continúan su viaje hacia Centro y Sudamérica y otras islas del Caribe. Aunque algunos autores describen la existencia de hasta 206 aves en la isla entre migratorias y residentes

Cuadro 4: La avifauna endémica de la Isla de Cozumel está compuesta por un total de 4 especies y 15 subespecies, De todas ellas, 2 se encuentran en peligro de extinción y 3 en régimen de protección especial (Macouzet y Escalante-Pliego (no pub.); Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1999).

Especies	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2001
		CATEGORIA
<i>Chlorostilbon forficatus</i>	Colibrí esmeralda o tijereta, Esmeralda de Cozumel	
<i>Toxostoma guttatum</i>	Cuitlacoche de Cozumel	P
<i>Troglodytes beani</i> (=Troglodytes aedon beani)	Matraquita, chivirín saltapared de Cozumel	Pr
<i>Vireo bairdi</i>	Cozumel vireo	Pr
Subespecies		
<i>Attila spadiceus cozumelae</i>	Atila de ancas brillantes, Atila de Cozumel	
<i>Buteo magnirostris gracilis</i>	Aguililla caminera de Cozumel	
<i>Cardinalis cardinalis saturata</i>	Cardenal	
<i>Crax rubra grisei</i>	Hocofaisán de Cozumel	P
<i>Cyclarhis gujanensis insularis</i>	Vireón ceja rufa de Cozumel, Vireón Cejirrufo	Pr
<i>Dendroica petechia rufivertex</i>	Chipe amarillo	
<i>Melanerpes aurifrons leei</i>	Carpintero frente dorada	
<i>Melanerpes pygmaeus pygmaeus</i>		
<i>Melanoptila glabrirostris cozumelana</i>		
<i>Myiarchus tyrannulus cozumelae</i>		
<i>Myiarchus yucatanensis lanyoni</i>		
<i>Piranga roseogularis cozumelae</i>	Tángara Yucateca	
<i>Polioptila caerulea cozumelae</i>	Bolsero azul-gris	
<i>Spindalis zena benedicti</i>	Tángara cabecirrayada	
<i>Tiaris olivacea intermedia</i>	Semillero oliváceo (Cozumel)	

(Escalante-Pliego et al., doc. electr.); estudios exhaustivos de los registros museísticos, citas en la bibliografía científica y trabajos de campo han corroborado que existen 166 especies confirmadas (Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado) (ANEXO 2: LISTA DE ESPECIES).

La extrema dificultad de registrar absolutamente todas las especies presentes en un área determinada, ha llevado a la estimación del número total más probable mediante el uso de diferentes algoritmos aplicados a los datos sobre registros reales (Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado). Los resultados obtenidos mediante estas técnicas son de 157, 181 y 198 especies según el método aplicado.

Las especies todavía no registradas (diferencial con las estimadas) es muy posible que se encuentren en los manglares, especialmente los de la zona norte, ya que por su poca

accesibilidad no se han realizado muestreos todavía (Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado).

Por otro lado hay autores que describen a 44 especies potencialmente presentes en la isla (Howell y Webb, 1995), con lo que son posibles candidatos a cubrir ese diferencial entre el número de especies confirmadas y las estimadas.

La NOM-059-SEMARNAT-2001 incluye 2 especies (Vireo de Cozumel - *Vireo bairdi* y Cuitlacoche de Cozumel - *Toxostoma guttatum*) y 3 subespecies (Hocofaisán de Cozumel - *Crax rubra griscomi*, Vireón cejirrufo - *Cyclarhis gujanensis insulares* y Matraquita - *Troglodytes beani*) como endémicas, de las cuales 2 (*T. guttatum* y *C. rubra griscomi*) están en peligro de extinción y las demás están sujetas a protección especial^{***}. Si se tiene en cuenta el trabajo de varios autores (Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado; Curry, 2004; Escalante-Pliego et al., doc. electr.; INE-SEMARNAT, 1998; Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1999) este número aumenta a 4 especies (*T. guttatum*, *V. bairdi*, *Troglodytes beani* y *Chlorostilbon forficatus*) y 15 subespecies, de las cuales 1 se encuentra en peligro crítico de extinción (la ya mencionada) y 2 más de las anteriores están amenazadas (Cuadro 4).

Toxostoma guttatum es de todas estas la especie probablemente en un estado más crítico. De acuerdo con una carta del Dr. Mittermier de la institución "Conservación Internacional", enviada al Presidente Vicente Fox Quezada con fecha 11 de noviembre de 2004, la especie solía ser relativamente abundante en la isla pero sus números han descendido espectacularmente. De hecho no se había avistado desde el huracán Gilberto en 1988, que causó estragos en la isla, hasta el 1995 que se observaron muy pocos ejemplares (Macouzet y Escalante-Pliego, 2001). El paso del huracán, posiblemente aunado a los efectos de una intensa temporada de seca en 1989 y el paso del huracán Roxanne en 1995, así como los efectos de *Boa constrictor* y los gatos y perros ferales, provocó que pasara de ser una especie abundante en la isla a estar en peligro crítico de extinción global, pues es el único lugar del mundo donde se encuentra. Recientemente se ha detectado en las zonas de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia que colindan a los humedales. Por otro lado, esta especie es además la única de su género en el sureste de México (Howell y Webb, 1995), con lo que su conservación es todavía de mayor importancia.

También merece una especial mención *Crax rubra griscomi*, el cual se encuentra en riesgo de extinción debido a su endemismo y reducido tamaño poblacional (Martínez-Morales, 1999). Sus hábitats son la selva mediana subcaducifolia y la selva baja caducifolia; con preferencia por la primera.

Existen por otro lado varias especies que residen o se encuentran en Cozumel de forma estacional. Por ejemplo, en el APFFC se han observado grupos temporales de flamencos (*Phoenicopterus ruber*) (Jorge Correa, com. pers.), amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2001, así como colonias de águila pescadora (*Pandion haliaetus*) y de paloma cabeciblanca (*Columba leucocephala*), la cual se encuentra también amenazada según la misma Norma Oficial Mexicana.

^{***} En la NOM-059-SEMARNAT-2001 sólo se especifica el endemismo de especies que se encuentran dentro de sus listas, y por lo tanto están bajo el régimen de protección especial, amenazadas o en peligro de extinción.

2.6. Mastofauna.

En Cozumel existen 13 especies de mamíferos no voladores, al menos 4 especies de mamíferos voladores y 1 especie de mamífero marino, de los cuales siete son taxa endémicos (3 especies y 4 subespecies), lo que la hace una de las islas con más taxa endémicos en México (Martínez-Morales 1996, Reid 1997, Ceballos *et al.* 1998, Cuarón *et al.* 2004). Además, en los mamíferos endémicos de la isla se pueden observar diferencias significativas de tamaño en comparación con sus contrapartes continentales (*e.g.*, Cuarón *et al.* 2004, García Vasco 2005). Se tienen 8 mamíferos (5 especies y 3 subespecies) en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2001 (ANEXO 2: LISTA DE ESPECIES).

De entre todas estas hay que mencionar algunos casos de singular importancia:

Nasua nelsoni (Merriam, 1901) – Coatí de Cozumel:

La catalogación como especie de este carnívoro endémico de Cozumel es controversial debido a los pocos datos existentes, pero siguiendo el principio precautorio Cuarón *et al.* (2004) sugieren que se considere como especie válida (y observaciones recientes parecen confirmar esta visión; Cuarón *et al.*, datos no publicados). Algunos autores defienden su estado taxonómico actual, mientras otros indican que puede que deba ser considerada como subespecie *Nasua narica nelsoni* (Decker, 2001). En cualquier caso, su población estimada en un estudio durante los años 1994-95 (Martínez-Morales, 1999) fue de 150 ± 95 individuos, aunque en el 2001 no se reportó ningún encuentro durante otra incursión en la zona; lo que indica la rareza de esta especie y su categoría de en peligro crítico de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y en la lista roja de IUCN (Cuarón *et al.*, 2004). Cabe mencionar que su diferencia con *N. narica* son principalmente su menor tamaño corporal y craneal así como una morfología más grácil, lo cual es una tendencia observada en la fauna presente en islas (Foster, 1964; Case, 1978; Heaney, 1978; Lomolino, 1985; Anderson y Handley, 2002). Tanto los restos encontrados en zonas arqueológicas mayas que datan entre los años 100 y 1500 d.C. como las observaciones de los pobladores locales en la actualidad indican que esta especie de procyónido era mucho más abundante en el pasado; especialmente antes del huracán Gilberto.

Aunque esta especie es típica de selvas y ha sido observada en la selva mediana y alta subcaducifolia de los alrededores de la zona arqueológica de San Gervasio colindante con los humedales de la costa norte, no puede descartarse su presencia o incursiones en dicha zona de humedales, pues existen registros en áreas con vegetación de ese tipo (Cuarón *et al.*, 2004).

Procyon pygmaeus (Merriam, 1901) - Mapache de Cozumel:

Esta especie, también endémica de Cozumel, se diferencia de su congénere en el continente (*Procyon lotor shufeldti*) por su menor tamaño corporal, craneal y de los dientes, presenta una banda negra ancha que cubre la parte inferior del cuello, una cola color amarillo dorado y un hocico redondeado y posteriormente ensanchado. También ha sido encontrado en restos arqueológicos mayas, en los que los huesos confirman el reducido tamaño de los individuos (Hamblin, 1984). Se ha registrado en diversas ocasiones a varios individuos a lo largo de la terracería que se adentra en los humedales del norte de Cozumel por la parte costera occidental (Cuarón *et al.*, 2004). También se tienen reportes en la Isla La Pasión (Navarro y Suárez, 1989) anteriores al huracán Gilberto de 1998. Los hábitos de

esta especie son claramente nocturnos, y prefiere las zonas con manglar y suelos arenosos; lo que junto a los registros ya mencionados, resalta la importancia de conservar los humedales del norte de Cozumel como medida de protección del hábitat de esta especie endémica en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Potos flavus (Schreber, 1774) - Martucha:

Los registros de esta especie indican su existencia en la isla (Cuarón et al., 2004), aunque su abundancia parece muy reducida y no está claro si forman una población estable en Cozumel. Los datos actuales sugieren que se trata de una especie introducida a Cozumel (Cuarón et al., datos no publicados), y cabe mencionar que no se han encontrado restos óseos en las ruinas mayas excavadas en Cozumel. Tampoco parece que los individuos observados sean significativamente diferentes de la especie continental, con lo que no parecemos estar en frente de otro endemismo (Cuarón et al., 2004). La NOM-059.SEMARNAT-2001 la cataloga como sujeta a protección especial.

Urocyon cinereoargenteus (Schreber, 1775) – Zorra gris:

Puede merecer la categoría de subespecie en presentar un menor tamaño que individuos continentales, pero el hecho de que todos los registros son sólo visuales y que no existan datos fidedignos acerca de su estatus imposibilita determinar su estado taxonómico de una forma clara (Cuarón et al., 2004). Según el mismo autor, se han encontrado restos de *U. cinereoargenteus* en sitios arqueológicos maya de Cozumel que hacen pensar que esta especie fue algún día abundante en la isla, aunque actualmente es muy difícil encontrar algún ejemplar.

Pecari tajacu nanus – Jabalí de collar enano

Esta subespecie, descrita por Merriam (1901), es endémica de Cozumel y es entre los mamíferos medianos de Cozumel el más abundante en términos relativos (Cuarón et al., datos no publicados). Por el contrario, *P. tajacu* tiene una amplia distribución, desde el sur de EEUU. hasta el norte de Argentina, pero de forma heterogénea (Merediz, 1995). Cabe mencionar que de todas las islas del Caribe, sólo Cozumel y Trinidad poseen individuos nativos de esta especie (de la subespecie en el primer caso).

Reithrodontomys spectabilis Jones y Lawlor, 1965 – ratón de Cozumel

Es un roedor endémico de la Isla Cozumel (Jones y Lawlor, 1965). Es actualmente un ratón extremadamente escaso, ausente en amplias áreas de la isla (Gutiérrez Granados, 2003; Fortes 2004). Sus poblaciones además muestran una marcada fluctuación temporal, lo cual lo hace vulnerable. Parece tener una función ecológica importante en la regeneración de la selva de Cozumel, existiendo una relación positiva entre su abundancia y la riqueza de especies de plántulas (Gutiérrez Granados, 2003). Como comportamiento antidepredatorio, es activo durante las noches con luna nueva, pero no tiene actividad durante la fase de luminosa (luna llena) del mes (Fortes, 2004).

Peromyscus leucopus cozumelae (Merriam, 1901) – ratón de Cozumel

Era un roedor endémico de la Isla Cozumel. Era la especie de mamífero más común en la isla a mediados de la década de 1980 (Engstrom et al., 1989). Sin embargo, a pesar de un gran esfuerzo de muestreo (más de 45,000 noches-trampa), iniciado en el año 2001, distribuido en sitios a lo largo y ancho de la isla, la especie no se ha vuelto a encontrar y

todo indica que está extinta (Gutiérrez Granados, 2003; Fortes 2004; Cuarón et al., datos no publicados). Dado que hay en la isla amplias porciones de hábitat adecuado para la especie, la extinción de este roedor parece estar ligada a la depredación por perros y gatos ferales, y especialmente por *Boa constrictor*.

2.7. Ambiente marino

De todas las especies marinas presentes en el APFFC, existen 3 catalogadas por la NOM-059-SEMARNAT-2001 como sujetas a protección especial; todas ellas cnidarios coloniales (*Acropora palmata*, *Acropora cervicornis* y *Plexaura homomalla*). No existe en el resto de la isla, con excepción del coral negro (*Antipathes sp.*) y las tortugas marinas (Sección II.2.4), otra especie considerada por dicha Norma Oficial Mexicana.

De acuerdo con los estudios de caracterización arrecifal realizados por Amigos de Sian Ka'an (García y Loreto, 1997) en la que se muestrearon 168 sitios (Mapa 15: Puntos de muestreo y batimetría), los arrecifes de Cozumel pueden dividirse en 8 regiones (Mapa 14: Caracterización arrecifal) atendiendo a su grado de desarrollo, cobertura arrecifal y fisiografía. De estas, 5 quedan total o parcialmente dentro del APFFC. Además, algunas de estas zonas presentan ciertas particularidades que les confieren un valor especial.

La primera y más destacada es la situada en el extremo suroriental, entre la playa Los Cocos y El Castillo (región XXIX). En esta región se encuentran unas formaciones de algas coralináceas llamadas microatolones por sus pequeñas dimensiones (10-25 metros de diámetro) y su morfología de pilar ascendente con una altura de unos 2-3 metros, sobresaliendo del agua en unos 25-50 centímetros y con una pequeña laguna interior de no más de 10 cm de profundidad. La especie que los conforman son *Porolithon pachydermum*, *Lithophyllum congestum*, *Paragoniolithon sp.*, *Peyssonnelia sp.*, *Neogoniolithon imbricatum* y *Polystrata sp.* en cuanto a las algas y *Homotrema rubrum*, un foraminífero. También se encuentran en los costados algas carnosas, algunas colonias de *Diploria strigosa* y muy escasas esponjas incrustantes. En la laguna interior se hallan algas verdes y cafés (*Asparagopsis sp.*, *Turbinaria turbinata* y *Laurencia poiteau*).

Los microatolones, son más típicos del Caribe oriental, y éstos son los únicos reportados en el Caribe occidental (Steneck et. al., 2003). Si bien se han encontrado formaciones similares en Panamá, las de Cozumel son las únicas que están enteramente formadas por algas coralináceas, mientras que las del país centroamericano son coberturas de estas algas generadas encima de viejas formaciones arrecifales.



Figura 4: Microatolones formados por algas coralináceas en el lado este de la isla. Son formaciones únicas en el Caribe oriental (foto: Claudio Contreras).

Los microatolones se sitúan a unos 150 metros de la orilla, de modo que funcionalmente actúan como una cresta arrecifal. Esto permite que se den las condiciones para que se haya desarrollado una franja de arrecife posterior donde abundan las especies del género *Gorgonia*.

En lo que se refiere a la transición a barlovento y el arrecife frontal interior, estos son muy someros, pero presentan un espectacular desarrollo arrecifal.

Al mismo tiempo la región presenta densidades muy elevadas de gorgonáceos ($3.14 \text{ ind/m}^2 \pm 2.97$) en comparación con el resto de la isla. Estos valores son todavía más altos si tenemos en cuenta sólo las densidades en el arrecife posterior ($5.191 \text{ ind/m}^2 \pm 2.47$). De entre estos cnidarios merece especial mención la presencia en el arrecife frontal exterior de *Plexaura hommolla*, catalogada por la NOM-059-SEMARNAT-2001 como "sujeta a protección especial".

Los macizos del arrecife frontal interior alcanzan los 3 metros de altura y 30 de longitud y presentan una baja cobertura algal. En cambio, se encuentran colonias muy desarrolladas de *Acropora palmata* (sujeta a protección especial), *Diploria clivosa* y *D. strigosa*, así como enormes colonias de *Montastrea annularis* de hasta 4 metros de altura por 5 o 6 de diámetro.

La región XXIX posee un arrecife frontal exterior con macizos cortos y poco altos pero con coberturas de coral ($34.66 \pm 14.73\%$) que superan las de cualquier otro lugar del este de Cozumel y que alcanzan valores realmente altos en algunos lugares concretos (59%).

La región que sigue desde El Castillo hasta Punta Molas (región XXX), presenta un perfil rocoso en forma de un pequeño acantilado. Aunque el desarrollo coralino es poco pronunciado, se han detectado zonas con presencia potencial de arrecifes a profundidades superiores a los 60 metros. Por otro lado, la rompiente arrecifal se prolonga más allá de Punta Molas, generando una curiosa morfología en la que el arrecife posterior no se sitúa

entre la costa y la rompiente, sino entre el bajo de arena situado más al oeste y la misma rompiente.

Es importante destacar que en la zona de arrecife posterior abunda también el gorgónido *Plexaura hommolla* (ver más arriba).

En este punto, se encuentra un banco poco profundo que tiene por límites las dos punta más septentrionales de la isla; Punta Molas y Punta Norte. Este bajo, denominado Bajo de Cozumel, se extiende varias millas hacia el noreste con poco desnivel y una profundidad media de 12 m (región XXXI). A lo largo de toda esa costa se

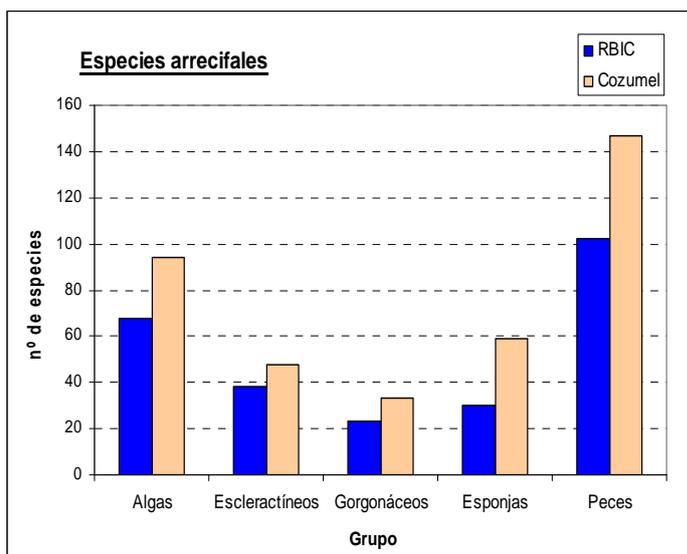


Figura 5: Especies arrecifales en Cozumel y en el APFFC. En todos los grupos existe una gran representatividad dentro del área propuesta (García y Loreto, 1997)

encuentra además el sistema de humedales más extenso de la isla, el cual forma parte del APFFC. Es en este bajo donde se encuentran los llamados bolones; formaciones arrecifales en forma de grandes cabezos aislados y que quedan repartidos por todo el bajo. Los bolones se alzan hasta quedar a 2 o 3 metros de la superficie, presentan una importante cobertura de corales masivos y en su parte inferior se encuentran llenos de resquicios y oquedades que sirven de refugio a las langostas (*Panulirus argus*), peces y otros organismos. Estas cavidades o refugios hacen que los bolones actúen como centros de congregación, pues el resto del sustrato marino en esa zona está constituido solamente por el arenal y no ofrece refugio alguno.

Además de su peculiar morfología única en la isla, en los bolones también se encuentran individuos de la especie *Plexaura homomalla* (ver más arriba), aunque estos no sean muy abundantes.

Por otro lado es importante el desarrollo del pasto de *Thalassia testudinum* mezclada con *Siringodium filiforme*, que ocupa una franja de entre 500 y 1,000 metros de ancho frente a la costa y que queda separada de los bolones por un canal de arena de anchura variable. Esta zona asegura una buena conectividad entre los diferentes ecosistemas costeros representados en esta región; los humedales, los pastos marinos y los arrecifes.

Otra peculiaridad importante de la región XXXI es su papel en cuanto a la pesquería de *Strombus gigas*. En el bajo se localizan dos bancos diferenciados. El primero se sitúa frente a Punta Norte, donde se produce una contracorriente en sentido Norte-Sur que favorece el aporte de larvas de esta especie; algunas de las cuales probablemente provenientes de las costas sureñas de la isla. Esto hace que la zona sea un área de reclutamiento para individuos de esta especie, que al llegar a una cierta talla migran parcialmente hacia el segundo banco; situado frente a Punta Molas (Martínez, 1998). Aunque la población de *S. gigas* que se encuentra en este otro banco presenta un crecimiento reducido y una concha más gruesa (características las dos que lo hacen menos rentable), sus densidades, abundancia y las mejores condiciones del mar lo hacen ser el banco más explotado en la isla. Cabe mencionar que también hay algunos pescadores que trabajan en aguas del lado noreste, donde existe otro banco, más pequeño pero con individuos más grandes y de mejor calidad.

Finalmente, más allá de Punta Norte, se encuentran los arrecifes de Barracuda y San Juan (extremo norte de la región XXXII). Esta zona representa el límite entre el Bajo y el Canal de Cozumel, formándose un cantil que separa las dos unidades geomorfológicas. Según los comentarios de pescadores y buceadores, así como el estudio de García y Loreto (1997), aquí la corriente hacia el norte acostumbra a ser muy fuerte, y el desarrollo arrecifal no es muy importante especialmente en la parte más somera, aunque tiende a aumentar hacia el cantil en la localidad de Barracuda. Allí se encuentran coberturas coralinas de hasta el 31.66%.

Aunque la citada localidad de San Juan no constituye una estructura arrecifal propiamente dicha, no por ello merece menos atención, pues su atractivo lo hace ser un lugar de buceo utilizado por los centros de la isla. Consiste en una extensa planicie algal dominada por *Halimeda opuntia*, *Amphiroa*, *Tríbulus* y *Dictyota* sp. y con un espesor de 20-30 cm. Esta tupida matriz de algas alberga una rica variedad tanto de pequeñas algas como de anélidos, moluscos y equinodermos. Además, se encuentran esparcidos en esa zona parches de *Porites porites* muy bien desarrollados. También repartidas entre el sustrato se

encuentran esponjas masivas como *Xetospongia muta*. Esta y otras especies con todo tipo de morfologías abundan ampliamente en la zona del cantil a 24 metros de profanidad. Allí las esponjas se entremezclan con gran cantidad de algas carnosas lo que da a lugar a un peculiar paisaje submarino. Esta gran variedad va acompañada de una importante composición en peces pelágicos que acuden en busca de alimento; incluyendo barracudas, tiburones y tortugas.

Cuadro 5: Proporción de especies marinas en Cozumel y en el APFFC. Se observa como el área propuesta incluye más de tres cuartas partes de los corales escleractíneos de la isla (García y Loreto, 1997).

Grupo	APFFC	Cozumel	%
Algas	68	94	72.34%
Escleractíneos	38	48	79.17%
Gorgonáceos	23	33	69.70%
Esponjas	30	59	50.85%
Peces	102	147	69.39%
TOTAL	261	381	68.50%

En cuanto a la representatividad de las especies marinas del total de la isla, el APFFC contiene una alta proporción de casi todos los grupos (Figura 5). En concreto, comprende el 68.50% de las especies de la isla (Cuadro 5), aunque este porcentaje es mayor en el caso de los corales, que representan más de tres cuartas partes de las especies encontradas en Cozumel (79.17%). La proporción más baja pertenece al grupo de las esponjas, aunque tampoco quedan

subrepresentadas en el área, pues la mitad de las especies se encuentran en ésta.

Para información más detallada en cuanto a las especies marinas presentes en el APFFC ver el ANEXO 2: LISTA DE ESPECIES 7 Flora y Fauna Marina.

2.8. Razones que justifiquen el régimen de protección.

De acuerdo al Art. 37 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas las áreas que se incorporen al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas deberán presentar especial relevancia en algunas de las siguientes características.

a) Riqueza total de especies

En el APFFC se han registrado^{†††} un total de 788 especies (ANEXO 2: LISTA DE ESPECIES) que se distribuyen en diferentes grupos de la siguiente forma: 68 algas (72.34% de las especies de algas en Cozumel), 295 plantas superiores, 7 invertebrados de aguas continentales, 38 escleractíneos (79.17%), 23 gorgónidos (69.70%), 30 esponjas (50.85%), 102 peces marinos (69.39%), 8 peces de aguas continentales, 5 anfibios y 28 reptiles, 166 aves y 18 mamíferos.

b) Presencia de endemismos

Cozumel es clasificada como una isla oceánica de origen coralino (Davidson, 1975), la cual nunca estuvo conectada al continente (ver Sección II.1.1.a)). Este aislamiento, la convirtió en un lugar propicio para la evolución de endemismos ya que, exceptuando algunos grupos taxonómicos, sus poblaciones no pueden migrar hacia otros territorios y a lo

^{†††} Especies que se han registrado dentro del APFFC o en sus cercanías, o que por su hábitat y distribución las hacen susceptibles de ser encontradas dentro de estos.

largo de miles de años estas especies se han reproducido sin entrar en contacto con los congéneres de tierra firme.

A continuación se muestran en el Cuadro 6 los taxa endémicos encontradas^{†††} en el APFFC y su grado de endemismo. De este modo, existen 4 taxa de invertebrados, 1 reptil, 19 de aves y 7 de mamíferos que son endémicas de Cozumel; sumando un total de 31 taxa (3.93% de las especies de Cozumel).

Es importante considerar que dentro de las categorías de riesgo consideradas por la NOM-059-SEMARNAT, las especies o poblaciones sujetas a **Protección Especial (Pr)** son aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

La categoría de especies o poblaciones **Amenazadas (A)** se refiere a que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto y mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

La especies en **Peligro de Extinción (P)**, son aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Cuadro 6: Especies de Cozumel endémicas o incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001. Se contabilizan un total de 31 especies endémicas y 12 de distribución restringida (Quintana Roo, Península de Yucatán o del Caribe mesoamericano). Al mismo tiempo, encontramos 26 especies sujetas a protección especial, 17 especies amenazadas y 8 especies en peligro de extinción.

Grupo	Especie	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2001
Vegetación	<i>Avicennia germinans</i>		Pr
	<i>Coccothrinax readii</i>		A
	<i>Conocarpus erecta</i>		Pr
	<i>Guaiacum sanctum</i>		Pr
	<i>Laguncularia racemosa</i>		Pr
	<i>Pseudophoenix sargentii</i>		A
	<i>Rhizophora mangle</i>		Pr
	<i>Thrinax radiata</i>		A
Invertebrados dulceacuícolas	<i>Agostocaris bozanici</i>	Endémica Cozumel	
	<i>Bahadzia bozanici</i>	Endémica Península Yucatán	
	<i>Bahadzia setodactylus</i>	Endémica Cozumel	

Cuadro 6: Especies de Cozumel endémicas o incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001. Se contabilizan un total de 31 especies endémicas y 12 de distribución restringida (Quintana Roo, Península de Yucatán o del Caribe mesoamericano). Al mismo tiempo, encontramos 26 especies sujetas a protección especial, 17 especies amenazadas y 8 especies en peligro de extinción.

Grupo	Especie	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2001
	<i>Bahalana mayana</i>	Endémica Península Yucatán	
	<i>Janicea antiquensis</i>	Endémica Cozumel	
	<i>Yagerocaris cozumel</i>	Endémica Cozumel	
Invertebrados marinos	<i>Acropora palmata</i>		Pr
	<i>Acropora cervicornis</i>		Pr
	<i>Plexaura homomalla</i>		Pr
Ictiofauna continental	<i>Cyprinodon artifrons</i>	Endémico Península Yucatán	
	<i>Floridichthys polyommus</i>	Endémico Península Yucatán	
	<i>Poecilia velifera</i>	Endémico Península Yucatán	A
	<i>Aristelliger georgensis</i>	Endémica del Caribe mesoamericano	
	<i>Aspidoscelis cozumela</i>	Endémica de Cozumel	Pr
	<i>Boa constrictor</i>		A
	<i>Caretta caretta</i>		P
	<i>Crocodylus acutus</i>		Pr
	<i>Ctenosaura similis</i>		A
	<i>Chelonia mydas</i>		P
	<i>Eretmochelys imbricata</i>		P
	<i>Eumeces schwartzii</i>	Endémica Península de Yucatán	
	<i>Geomyda areolata</i>		
	<i>Hemidactylus frenatus</i>		
	<i>Iguana iguana</i>		Pr
	<i>Kinosternon cruentatum</i>		
	<i>Kinosternon scorpioides</i>		Pr
	<i>Lectodeira frenata</i>		
	<i>Leptodactylus labialis</i>		
	<i>Leptotyphlops goudotii</i>		
	<i>Mabuya braquipoda</i>		
	<i>Mabuya unimarginata</i>		
	<i>Oxibelis aeneus</i>		
	<i>Oxybelis fulgidus</i>		
	<i>Pseudemys scripta</i>		
	<i>Rhinoclemmys areolata</i>		A
	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Endémica Península de Yucatán	Pr
	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>		Pr
	<i>Sphaerodactylus millepunctatus</i>		
	<i>Thamnophis proximus</i>		A
	<i>Trachemys scripta</i>		Pr
Avifauna	<i>Amazona xantholora</i>		Pr
	<i>Asio stygius</i>		Pr
	<i>Attila spadiceus cozumelae</i>	Endémica de Cozumel	

Cuadro 6: Especies de Cozumel endémicas o incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001. Se contabilizan un total de 31 especies endémicas y 12 de distribución restringida (Quintana Roo, Península de Yucatán o del Caribe mesoamericano). Al mismo tiempo, encontramos 26 especies sujetas a protección especial, 17 especies amenazadas y 8 especies en peligro de extinción.

Grupo	Especie	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2001
	<i>Buteo magnirostris gracilis</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Buteogallus anthracinus</i>		Pr
	<i>Cardinalis cardinalis saturata</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Columba leucocephala</i>	Costa Carib Mesoamer. e islas Hond.	A
	<i>Crax rubra griscomi</i>	Endémica de Cozumel	P
	<i>Crotophaga ani</i>		A
	<i>Cyclarhis gujanensis insularis</i>	Endémica de Cozumel	Pr
	<i>Chlorostilbon forficatus</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Dendroica petechia rufivertex</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Egretta rufescens</i>		Pr
	<i>Limnothlypis swainsonii</i>		Pr
	<i>Melanerpes aurifrons leei</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Melanerpes pygmaeus pygmaeus</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Melanoptila glabrirostris cozumelana</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Myiarchus yucatanensis lanyoni</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Phoenicopterus ruber</i>		A
	<i>Piranga roseogularis cozumelae</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Polioptila caerulea cozumelae</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Spindalis zena benedicti</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Sterna antillarum</i>		Pr
	<i>Tachybaptus dominicus</i>		Pr
	<i>Tiaris olivacea intermedia</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Toxostoma guttatum</i>	Endémica de Cozumel	P
	<i>Troglodytes aedon beani</i>	Endémica de Cozumel	Pr
	<i>Viero bairdi</i>	Endémica de Cozumel	Pr
	<i>Zenaida aurita</i>		Pr
Mastofauna	<i>Artibeus jamaicensis yucatanicus</i>	Quintana Roo	
	<i>Artibeus phaeotis phaeotis</i>	Quintana Roo	
	<i>Micronycteris schmidtorum</i>		A
	<i>Nasua nelsoni</i>	Endémica de Cozumel	A
	<i>Oryzomys couesi cozumelae</i>	Endémica de Cozumel	A
	<i>Pecari tajacu nanus</i>	Endémica de Cozumel	
	<i>Peromyscus leucopus cozumelae</i>	Endémica de Cozumel	A
	<i>Potos flavus</i>		Pr
	<i>Procyon pygmaeus</i>	Endémica de Cozumel	P
	<i>Reithrodontomys spectabilis</i>	Endémica de Cozumel	A
	<i>Trichechus manatus</i>		P

c) Presencia de especies de distribución restringida

Junto con las especies descritas en el apartado anterior, ciertas especies presentes^{†††} en el APFFC tienen una distribución restringida. Dichas especies y su distribución se detallan también en el Cuadro 6, donde se observa que hay 12 de ellas que habitan exclusivamente en el Caribe mesoamericano, en la Península de Yucatán o en el estado de Quintana Roo. Específicamente encontramos 2 especies de invertebrados, 3 piscícolas continentales, 3 reptiles, 1 ave y 3 mamíferos.

En el mismo cuadro se observa que existen un total de 31 taxa endémicos de la isla, de entre las cuales hay: 4 invertebrados (*Agostocaris bozanici*, *Bahadzia setodactylus*, *Janicea antiguensis*, *Yagerocaris cozumel*), 1 reptil (*Aspidoscelis cozumela*), 19 aves (*Attila spadiceus cozumelae*, *Buteo magnirostris gracilis*, *Cardinalis cardinalis saturata*, *Crax rubra griscomi*, *Cyclarhis gujanensis insularis*, *Chlorostilbon forficatus*, *Dendroica petechia rufivertex*, *Melanerpes aurifrons leei*, *Melanerpes pygmaeus pygmaeus*, *Melanoptila glabrirostris cozumelana*, *Myiarchus tyrannulus cozumelae*, *Myiarchus yucatanensis lanyoni*, *Piranga roseogularis cozumelae*, *Polioptila caerulea cozumelae*, *Spindalis zena benedicti*, *Tiaris olivacea intermedia*, *Toxostoma guttatum*, *Troglodytes beani*, *Vireo bairdi*) y 7 mamíferos (*Didelphis marsupialis cozumelae*, *Nasua nelsoni*, *Oryzomys couesi cozumelae*, *Pecari tajacu nanus*, *Peromyscus leucopus cozumelae*, *Procyon pygmaeus*, *Reithrodontomys spectabilis*).

d) Presencia de especies en riesgo

La situación geográfica de la isla en la trayectoria de muchos de los huracanes y ciclones tropicales del Caribe, es un factor de riesgo y amenazas natural constante para las especies que allí se encuentran. Aunque estos organismos han tenido que estar expuestos a dichas condiciones durante mucho tiempo, sólo ahora el impacto de la acción del hombre se añade a dicho factor. Así pues, la falta de protección podría ser crítica si en momentos en que las poblaciones de la fauna y flora pasaran por un estadio de perturbación natural, se le añadiera el impacto de las actividades humanas. El caso contrario –el efecto de una perturbación natural sobre los ecosistemas ya debilitados previamente por factores antrópicos– sería igualmente dañino. Esto sería especialmente cierto en los casos de especies endémicas y raras en el presente como *Procyon pygmaeus*, *Crax rubra griscomi*, *Nasua nelsoni*, *Reithrodontomys spectabilis*, y *Toxostoma guttatum*; probablemente los vertebrados en mayor peligro de México y que se enfrentan inminentemente a la extinción global (Fortes, 2004; Gutiérrez Granados, 2003; Cuarón et al., 2004; Cuarón et al., datos no publicados;). A pesar de ser una especie común a mediados de la década de 1980, la evidencia disponible indica que *Peromyscus leucopus cozumelae* ya se ha extinto (Cuarón et al., datos no publicados; Fortes, 2004; Gutiérrez Granados, 2003).

En el Cuadro 6 se muestran las 48 especies del APFFC que corren algún peligro de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001, las cuales representan el 6.09% de todas las especies registradas en Cozumel.

e) Diferencia de especies con respecto a otras áreas protegidas previamente incorporadas en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Según la caracterización arrecifal realizada por ASK (García y Loreto, 1997), existen 24 especies en el APFFC que no se encuentran en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel;

la única área natural marina protegida de la isla. De entre estas especies se distinguen, 5 algas (*Codium isthmocladum*, *Dictyota mertensii*, *Laurencia papillosa*, *Litophyllum sp.* y *Padina jamaicensis*), 1 escleractíneo (*Scolymia lacera*), 1 esponja (*Verongula rigida*) y 17 peces (*Caranx bartholomaei*, *Epinephelus striatus*, *Equetus acuminatus*, *Gobionellus saepepallens*, *Gymnothorax miliaris*, *Haemulon chrysargyreum*, *Halichoeres poeyi*, *Hemipteronotus splendens*, *Holocentrus vexillarius*, *Myripristis jacobus*, *Narcine brasiliensis*, *Ophioblennius atlanticus*, *Priacanthus cruentatus*, *Rypticus sp.*, *Sparisoma chrysopterum*, *Sparisoma radians* y *Synodus saurus*). Los taxa de vertebrados terrestres endémicos de Cozumel señalados anteriormente no se encuentran en otras áreas protegidas.

f) Diversidad de ecosistemas presentes

En el APFFC se encuentran representados todos los ecosistemas de la isla (arrecifes, pastos marinos, manglares y lagunas costeras, selvas, tasistales-saibales, y vegetación halófila y de dunas costeras), con lo que su protección permitiría la preservación de la riqueza natural de Cozumel. Si bien la zona de selva no está suficientemente representada, esta quedará complementada con la inclusión de la parte estatal que acompaña a esta propuesta (Sección IV.1 Tipo o categoría de manejo.).

g) Presencia de ecosistemas de distribución restringida

La selva mediana subcaducifolia, ocupaba un 27% de la superficie de la Península de Yucatán, sin embargo en la actualidad sólo quedan fragmentos aislados en la zona del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax, en el norte de Quintana Roo y en Cozumel (Carranza et al. 1996, Merediz et al. 2004). En Cozumel, la protección de una porción importante de dicho ecosistema tiene pues un triple valor: 1) este tipo de selva es casi inexistente en el estado, 2) no existen otras ANPs en la isla que comprendan extensiones considerables de dicha vegetación y 3) es en estas comunidades donde se encuentra una buena parte de los endemismos de la isla.

h) Presencia de fenómenos naturales importantes o frágiles

El APFFC engloba la zona de humedales y lagunas costeras más extensa y geomorfológicamente más compleja de la isla, la cual no goza de ningún tipo de protección formal (Sección III.5.1). Además, allí se encuentran poblaciones de las cuatro especies de manglar de la región; comunidades vegetales costeras que forman parte fundamental de la conectividad entre los ecosistemas terrestres y marinos (ver siguiente sección).

Por otro lado, las formaciones de algas coralináceas denominadas microtalonones que se encuentran frente a la costa oriental (Sección II.2.7) son fenómenos únicos en el Caribe occidental y tampoco se presentan en ninguna otra parte de México.

Existen de manera estacional agregaciones de mantarrayas en áreas específicas frente a la costa de la Isla de Cozumel. Existen importantes playas de anidación de tortugas marinas (*Chelonia mydas* y *Caretta caretta*) en la costa oriental de la isla. Existieron importantes movimientos diarios de grandes grupos de loros (*Amazona xantholora*) entre Cozumel y el continente, que ya no se observan desde hace años. De manera semejante, ya no se observan las grandes agregaciones vespertinas de golondrinas (*Hirundo rustica*) que se reportaban en la zona urbana de Cozumel.

i) Integridad funcional de los ecosistemas

El APFFC no solamente engloban una gran variedad de ecosistemas, sino que lo hacen manteniendo extensiones considerables de estos (teniendo en cuenta las zonas de selvas que quedarán incluidas en la parte estatal. Ver la Sección IV.1 Tipo o categoría de manejo.) y de forma que se asegura la conectividad entre ellos. Esto es un hecho fundamental, teniendo en cuenta la interdependencia típica de estos ecosistemas y la necesidad de su manejo integrado, así mismo como la preservación de porciones suficientemente grandes y no fragmentadas para asegurar la viabilidad de las poblaciones allí presentes.

Esta interdependencia queda claramente definida por la circulación de las aguas subterráneas, las cuales se infiltran al acuífero a través de los suelos donde domina la vegetación selvática, pero que fluye posteriormente a través del sistema cárstico hasta la zona de humedales costeros (Mapa 4: Vegetación y Mapa 6: Aguas superficiales), para terminar mezclándose con las aguas marinas adyacentes a las costas y los ambientes arrecifales que allí se encuentran.

Estos humedales, constituidos predominantemente por comunidades de manglar, son una pieza clave de la conservación de los ecosistemas costeros debido a su papel ecológico y socioeconómico, lo cual se especifica a continuación (English, 1997):

- Estas comunidades mantienen la calidad del agua filtrando y reteniendo materia orgánica, partículas y otras fracciones sólidas o solubles. Esto es de vital importancia teniendo en cuenta que en los arrecifes frente a esa zona existe una importante pesquería de *Strombus gigas* y *Panulirus argus* (García y Loreto, 1997) y que los ecosistemas de arrecife son particularmente sensibles a un exceso de sedimentos y materia orgánica.
- Reducen los efectos dañinos de las tormentas y huracanes, del impacto del oleaje y de las inundaciones costeras. Este efecto, compartido por la vegetación de duna costera, la cual ayuda a afianzar el terreno y evitar la erosión de playas y frentes de costa, es especialmente relevante en esta zona de la isla donde los embates del oleaje de barlovento y de las tormentas o huracanes que se repiten de manera más o menos periódica, quedan amortiguados y protegen los hábitats selváticos más al interior donde existen varias especies endémicas.
- Representan un área de cría y alimentación de especies con importancia pesquera, lo cual, conjuntamente con el punto siguiente, también es relevante teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado respecto al sistema arrecifal.
- También es un hábitat importante para la alimentación de muchas especies bentónicas y pelágicas marinas y para muchas aves.
- Es una fuente de productos maderables si estos son explotados de manera racional y sustentable; aunque este no sea un aprovechamiento constatado en la isla.

Como ya se ha comentado, el agua que nutre a estos humedales proviene en buena medida de las aguas freáticas que se acumulan en el centro de la isla (Figura 3 y Mapa 7: Calidad del agua). Es en esta zona donde la parte estatal de la propuesta que se corresponde con el área de extracción de CAPA (Mapa 12: Tenencia de la tierra) juega un papel importante, ya que protegiendo la zona de captación del acuífero se asegura el aporte de agua al resto de los ecosistemas de la isla y se previene su contaminación. Además, los

animales suelen acudir a los lugares donde hay pequeñas fugas en las instalaciones de CAPA, con lo que se favorece su supervivencia en épocas de sequía.

Por último mencionar que, si bien ciertas especies tienen cierta preferencia por ciertos hábitat (Cuarón et al., 2004; García Vasco 2005), en general la fauna terrestre de la isla puede encontrarse tanto en las zonas de selva como las de manglar o de duna costera, con lo que la preservación de todos los ecosistemas incluidos en el APFFC es parte fundamental para permitir los movimientos de dichas especies entre los diferentes hábitats y preservar su distribución.

j) Viabilidad social para su conservación

Por un lado, la ausencia de asentamientos humanos en el APFFC (15 habitantes según INEGI, 2000) va a facilitar la gestión y manejo de los mismos en no entrar en conflicto con personas que estén residiendo dentro del área.

Por otra parte, aún y no haber cifras concretas sobre el número de visitantes el APFFC y de lo que eso representa en términos de la producción bruta total, se constata que la zona representa tanto un área de visita turística como una fuente de capturas para la comunidad local de pescadores artesanales.

En el primer caso se conoce de un mínimo de 9 operadores turísticos locales que venden paquetes para cruceristas y otro tipo de turistas. Éstos acceden a la Isla de la Pasión y a las playas del frente norte de Cozumel, recorren la terracería a Punta Molas donde visitan sitios arqueológicos y practican snorkel, o bien se dedican a la pesca deportiva en las lagunas costeras situadas en el sistema de humedales del APFFC. También se han detectado 107 casas de buceo (INE-ASK, 2002), algunas de las cuales ofrecen la posibilidad de visitar los arrecifes dentro del APFFC. En cuanto a la zona arqueológica de San Gervasio administrada por el INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia), es visitada anualmente por 114,438 personas, lo que supone unos ingresos de 3,170,752 pesos (INEGI, 2004a). Según estas cifras, San Gervasio es la tercera zona arqueológica más visitada en todo el estado; después de la de Tulum y Cobá. Precisamente en referencia al valor histórico-cultural y arqueológico, la parte federal y estatal de esta propuesta circunscriben a 15 sitios con evidencias de asentamientos prehispánicos (Mapa 11: Sitios arqueológicos), lo cual es de especial importancia teniendo en cuenta la relevancia que tuvo la isla a lo largo de la civilización maya (Sección III.1) y la importancia arqueológica y turística de las ruinas de San Gervasio.

En el caso de los pescadores, existe una sola Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera constituida por unos 94 pescadores y 35 embarcaciones, de las cuales sólo 15 se dedican a la pesca de *Strombus gigas* (ver la sección III.3 para más detalles acerca del número real de pescadores y embarcaciones). La producción media anual de esta especie es de 9,196 Kg. (12.25 % del promedio del estado) siendo la segunda más importante de Quintana Roo (WWF y Univ. La Salle, 2004). La cuota máxima permitida hasta el momento es de 12 toneladas (SEMARNAP-INP, 1998) y representa la segunda fuente de ingresos para la comunidad de pescadores de la isla.

Finalmente, se detallan a continuación todas las instituciones, organizaciones y sectores sociales que usan, aprovechan o administran ciertas partes del APFFC o de la parte estatal

de el área propuesta, y como la cooperación con estos sectores puede representar una buena estrategia para la viabilidad del área.

- Comisión de Agua Potable y Alacantarillado (CAPA): Esta dependencia paraestatal del Gobierno del Estado ha mostrado su predisposición para la conservación de los terrenos que tiene concesionados, y de los cuales sólo necesita una superficie mínima para el mantenimiento de sus instalaciones. Por ello, esos terrenos quedarán dentro de la parte estatal del área protegida.
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH): La visita por parte de turistas y residentes de los sitios arqueológicos administrados por esta institución es una actividad compatible con la conservación de la parte estatal de la propuesta. Además, la visita a estos lugares puede hacerse en paralelo al turismo contemplativo del entorno natural en que se emmarcan los sitios arqueológicos, con lo que no sólo se difunden los valores histórico-culturales de estas zonas de la isla sino también su importancia ecológica.
- Fundación de Parques y Museos de Cozumel (FPMC): Esta fundación ya administra en la isla dos Áreas Naturales Protegidas; la ZSCE Laguna Colombia y el Parque Natural Laguna de Chankanaab. También ha colaborado en diversos estudios científicos relacionados con la flora y fauna de Cozumel y tiene un papel activo en su conservación. Por todo esto, esta fundación puede desarrollar un papel importante en ayudar a proteger el APFFC.
- Casas de buceo: Cozumel tiene una larga tradición de buceo, y los operadores que ofrecen estos servicios saben de la importancia de preservar el recurso que les sustenta. Por otro lado, todos ellos están ya habituados al hecho de desarrollar su actividad dentro de un Área Natural Protegida (el PNAC), y además la mayoría de los lugares de buceo dentro del APFFC son muy poco frecuentados.
- Operadores turísticos: Es importante que se determine el grado de impacto que están produciendo los tours a la distintas zonas de la isla, y regular estas actividades así como concienciar a las empresas que las ofrecen de la necesidad de seguir dichas regulaciones.
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera: Aunque una parte sustancial de las capturas de los pescadores cozumeleños se hacen fuera de los límites del APFFC, será necesario que la dirección del parque se coordine adecuadamente con esta cooperativa para que la pesca se haga de forma sustentable y se respeten las restricciones que deban aplicarse.
- Propietarios: Aunque la gran mayoría del APFFC es de titularidad gubernamental, y federal, existen algunos predios de régimen privado y ejidal. En este sentido, se tendrá que establecer un diálogo con los propietarios y ejidatarios para asegurar que conozcan y respeten la normatividad aplicable, una vez publicado el Decreto de creación del APFFC, y otorguen las cartas de anuencia correspondientes. En cuanto a los terrenos propiedad del gobierno del estado, cabe mencionar que en la actualidad han sido traspasados al IPAE (Instituto del Patrimonio Inmobiliario de la Administración Pública del Estado de Quintana Roo) ya que anteriormente eran administrados por FIDECARIBE.

2.9. Estado de conservación de los ecosistemas, especies o fenómenos naturales.

Aproximadamente el 89% de la Isla de Cozumel cuenta con vegetación natural, la mayor parte de ella de manera continua (Romero- Nájera 2004; Romero-Nájera et al., en prensa). Hay áreas, especialmente a lo largo de la carretera transversal, donde la vegetación ha sido transformada a usos agropecuarios y urbanos, amenazando que queden dos grandes porciones de hábitat, una al norte y otra al sur de la carretera mencionada (Cuarón et al. 2004). Los huracanes Emily y Wilma del 2005 dañaron severamente la vegetación de la isla, pero esta se encuentra ya en proceso de regeneración.

En general, la mayor parte del APFFC presenta todavía un buen estado de conservación y no está siendo explotada, lo que da una inmejorable oportunidad para afianzar su protección sin entrar en conflicto con usos ya existentes.

Los microatolones ubicados frente a la costa oriental, fenómenos únicos en el Caribe occidental, presentan un buen estado de conservación. En esa misma costa siguen llegando a anidar una importante cantidad de tortugas marinas (González-Baca, com. pers.). Aunque a veces son perturbadas, las agregaciones de mantarrayas siguen ocurriendo frente a la costa de la isla. En cambio, las agregaciones y movimientos diarios de *Amazona xantholoroa* y de *Hirundo rustica* ya no se observan en la isla desde hace años.

Existe un grave problema en la isla con especies introducidas, entre las cuales están *Boa constrictor* (Martínez-Morales y Cuarón, 1999), gatos y perros ferales (Bautista 2006), así como ratas y ratones de casa (*Rattus rattus* y *Mus musculus*). Tanto las boas, como los perros y gatos ferales están ampliamente distribuidos en la isla y son muy abundantes (Martínez-Morales y Cuarón, 1999; Romero-Nájera 2004; Romero-Nájera et al., en prensa; Bautista 2006). Se alimentan de manera importante de vertebrados nativos, incluyendo especies endémicas (González-Baca, 2006; Bautista, 2006). Esta situación ha provocado que muchas de las especies endémicas sean extremadamente escasas y que estén en crítico peligro de extinción (Gutiérrez-Granados, 2003; Cuarón et al. 2004; Fortes, 2004). Además, se han introducido a la isla (sobretudo como mascotas) vertebrados silvestres congéneres de los vertebrados endémicos, que los ponen en riesgo por el potencial de hibridización y de transmisión de enfermedades (Cuarón et al. 2004).

2.10. Ubicación respecto a las regiones prioritarias para la conservación determinadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Las siguientes regiones prioritarias para la conservación según la CONABIO hacen referencia al total del territorio de la Isla de Cozumel y, por lo tanto, también al APFFC:

- Región hidrológica prioritaria no. 106.
- Región marina prioritaria no. 69.
- Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) - SE33.

III. DIAGNÓSTICO SOCIAL

1. Características históricas y culturales.

Cozumel, que en maya significa “Lugar de Golondrinas”, fue ocupada por los mayas desde el Preclásico Tardío (300 a. C. – 300 d. C.) hasta la Conquista. El lugar floreció desde 1250 d.C. como un centro ceremonial dedicado a la diosa Ixchel (diosa de la Luna, el nacimiento y el tejido), deidad de gran importancia en la cosmogonía y religión maya. Además, era parte del recorrido comercial que los mayas yucatecos, chontales y otros grupos mesoamericanos efectuaban a través de las islas del caribe para realizar trueques de sus productos (Ríos-Meneses, 1988). Es por eso que hoy en día se encuentran hasta 34 sitios con evidencias de ocupación prehispánica, de los cuales 15 están dentro del APFFC o de la parte estatal del área propuesta (Mapa 11: Sitios arqueológicos).

San Gervasio es, de todos los sitios arqueológicos, el más importante ya que fue posiblemente el centro político y económico de la isla. Está situado a poco menos de 2.5 km al sur de los humedales al norte del APFFC y unido a las lagunas de este lugar por varios caminos o *saché*; por dónde las mercancías desembarcadas en la costa eran trasladadas hacia el interior dónde se almacenaban. Posee cuatro conjuntos residenciales de la elite gobernante, también encontrados en Buena Vista y La Expedición.

Muchos de estos sitios debían tener función de altar y también como puestos de vigía y defensa, por encontrarse en la costa. Por ejemplo, El Real funcionaba como puerto o bien como marcador geográfico para la navegación (Ramírez y Azcárate, 2002).

Cuadro 7: Habitantes por localidad en el Municipio de Cozumel. Se observa como la gran mayoría de pobladores se localizan en San Miguel de Cozumel (INEGI, 2004b).

LOCALIDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
ESTADO	874,963	448,308	426,655
MUNICIPIO	60,091	31,060	29,031
COZUMEL	59,225	30,527	28,698
HUERTO FAMILIAR	59	34	25
SAN LORENZO	50	28	22
CEDRAL, EL	43	23	20
ESTRELLA	38	23	15
CUPSA	20	14	6
PINOS, LOS	19	9	10
RESTO DE LOCALIDADES	637	402	235

Grijalva arribó a la Isla de Cozumel en 1518 y Hernán Cortés desembarcó en 1519. Después de la llegada de los españoles la isla conservó su importancia comercial y religiosa por un tiempo. Sin embargo, la conquista española de la Península de Yucatán trajo consigo cambios en estas actividades y redujo la inmigración poblacional y aumentó la emigración. Además, la introducción de la viruela por los soldados españoles en 1520 redujo la población Maya en Cozumel. A partir de mediados del siglo XVII la isla estuvo deshabitada alrededor de 200 años (mediados de 1600 – mediados de 1800), siendo ocasionalmente ocupada por piratas. En 1847, con el inicio de la Guerra de Castas en la Península de Yucatán, comenzó el segundo repoblamiento de la Isla de Cozumel (Sabloff, 2002). En 1849 había una población humana de 350 habitantes y a finales del siglo XIX la población aumentó a 1000 habitantes. De 1902 (fin de la Guerra de Castas) a 1955, Cozumel se convierte en un importante puerto de abastecimiento de alimentos para las rutas del Caribe occidental, y con la explotación y comercialización del chicle (resina extraída de la corteza de *Manilkara zapota*) inicia un gran surgimiento económico. A partir de 1960, la población humana llega a 7 662 habitantes y fue en esta década donde cambia la actividad económica de la isla con el auge del turismo (Arnaiz-Burne, 1988; Dachary y Arnaiz-Burne, 1988; Martínez-Morales, 1996).

1.1. Asentamientos humanos.

Al 14 de Febrero del 2000 se contabilizaron en el Municipio de Cozumel a 60,091 habitantes en el Censo General de Población y Vivienda (INEGI, 2004b). De estos, la gran mayoría residentes en San Miguel de Cozumel (Cuadro 7), habiendo 31,060 hombres y 29,031 mujeres. En Cozumel vive el 6.87% de la población del Estado, aunque sólo el 41.6% es originaria de éste; siendo la mayoría de otras partes de México (Cuadro 7 y Figura 6).

Del cuadro anterior se desprende que existen sólo 7 localidades en la isla con un número significativo de habitantes y que el resto está constituido por un número elevado (154) de localidades con pocos habitantes cada una. La gran mayoría de la población insular se concentra en San Miguel de Cozumel (59,225; 98.6% del total).

Precisamente en cuanto al APFFC, ninguna de las localidades principales mostradas en la Cuadro 1 queda dentro de sus límites. No se detectó ningún núcleo habitado en las cercanías de la Laguna Ciega durante el vuelo de reconocimiento efectuados por el personal de ASK (con el apoyo de LightHawk) durante marzo del 2005. Las únicas construcciones observadas fueron palapas y otras instalaciones para servicios turísticos muy reducidas en número (alrededor de 5) y tamaño, y situadas en la Isla de la Pasión y en el frente de playa adyacente; donde se realizan actividades turísticas.

1.2. Empleo.

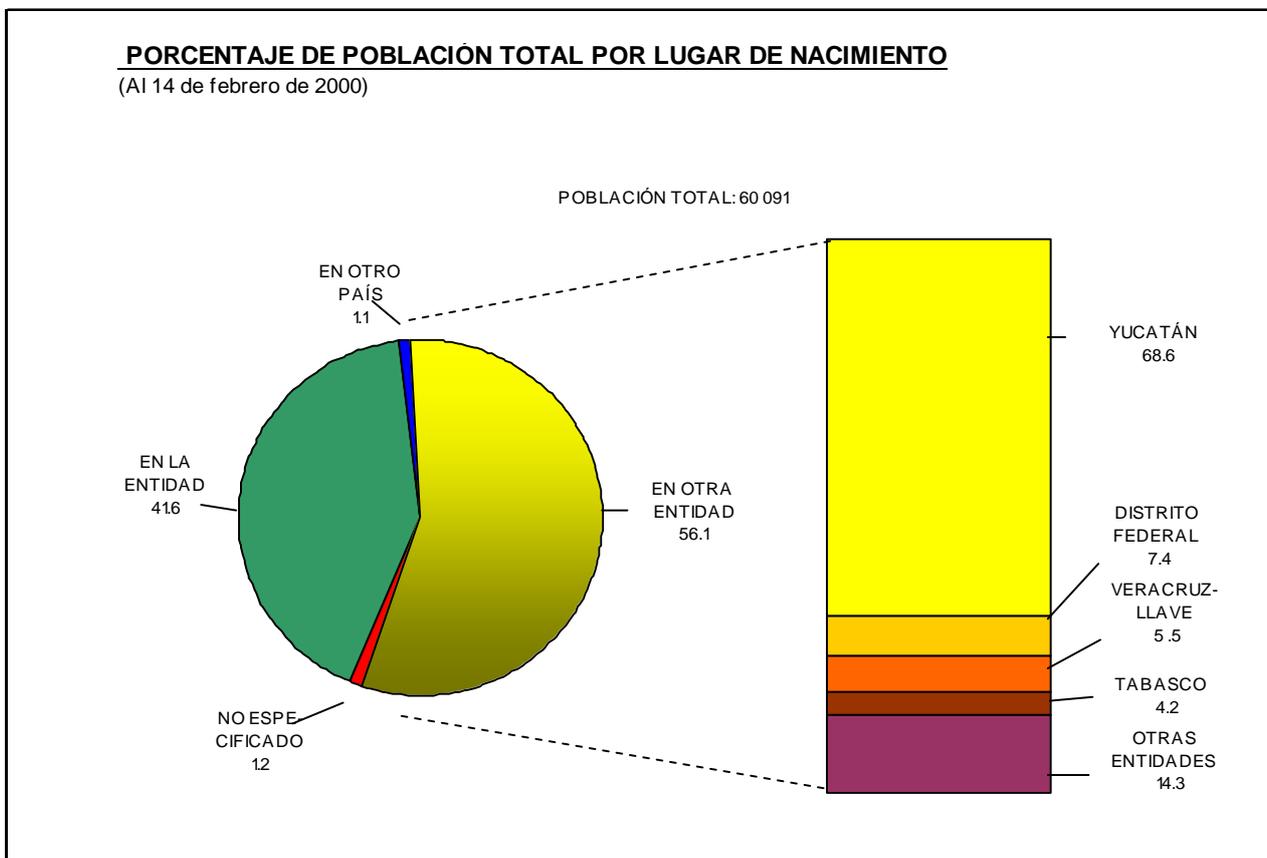


Figura 6: Población en el Municipio de Cozumel según su origen mostrando el gran porcentaje de personas con origen fuera de la entidad (Tomado de INEGI, 2004b).

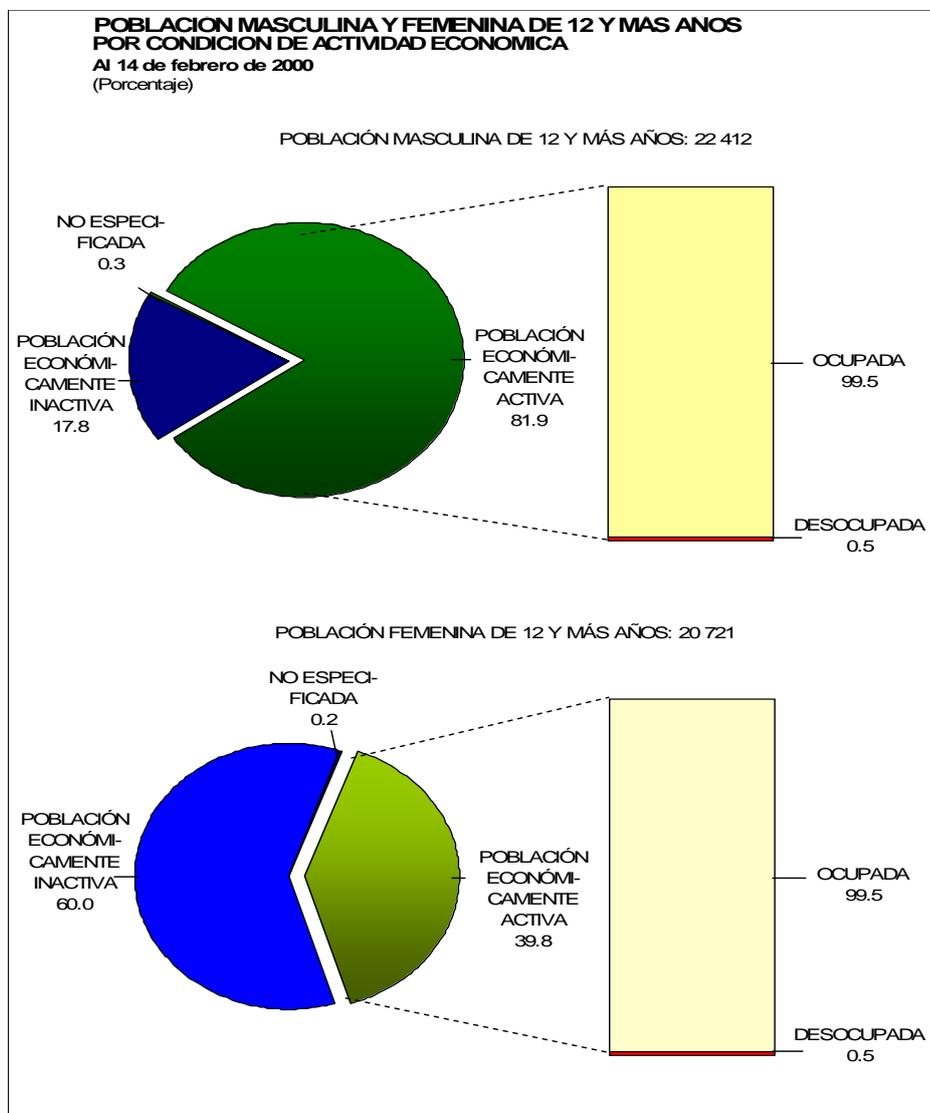


Figura 7: Empleo en el Municipio de Cozumel. Existe una mayor número de hombres en edad de trabajar, pero en ambos sexos la tasa de desempleo es igual de baja (0.5%) (INEGI, 2004b).

Para contextualizar la situación laboral de los habitantes próximos al APFFC, es necesario observar que el grado de desocupación en el municipio es mínimo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Merece la pena comentar que existen más mujeres que hombres consideradas económicamente inactivas. Esta categoría incluye en su mayoría a personas dedicadas al hogar (51.5%) y estudiantes (29.2%).

En cuanto al tipo de actividad al que se dedican las personas con ocupación (26,467), se observa que las que concentran mayor número de trabajadores (46.2%) son aquellas relacionadas directamente con el turismo (comercio, servicios de esparcimiento y culturales, y servicios de hoteles y restaurantes). Del resto de las actividades, ninguna supera el 10% de los ocupados. Cabe mencionar que las personas dedicadas a la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza representan sólo el 2.04% (INEGI, 2004b).

Las actividades económicas principales en el APFFC son la pesca, el turismo y los servicios (ver la sección III.2 “Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental.”, para una descripción más amplia de estas actividades). En el primer caso existen registros de la cantidad de personas implicadas, así como las capturas anuales, pero en el segundo, no hay datos específicos acerca de las empresas o empleados que trabajen en el área.

1.3. Infraestructura vivienda y servicios.

Existen un total de 14,908 viviendas habitadas en el municipio. La mayoría se concentran en San Miguel de Cozumel (98.23%), de las cuales una gran proporción disponen de agua entubada, drenaje y energía eléctrica (Cuadro 8).

Más preocupante es la situación del agua en las localidades menos pobladas, dónde en muchos casos ni tan solo la mitad de las viviendas poseen un sistema de drenaje. Incluso las que sí tienen dicho sistema, puede que se trate de simples fosas sépticas o desagües a barranca y grietas, con el consecuente problema de contaminación del acuífero e insalubridad. El problema puede que se esté agravando teniendo en cuenta el incremento de asentamiento irregulares que se está produciendo (Arq. Amir Mendoza, com. pers.); especialmente en las inmediaciones a los dos lados de la carretera transversal. En el futuro inmediato deberá prestarse atención a estos asentamientos.

De todo lo anterior se deduce que la mayor parte de la población, así como los servicios y actividad económica se centran en San Miguel y en las zonas hoteleras ubicadas al sur y norte de esta ciudad. El resto de la isla está mayoritariamente poblado por pequeñas localidades o ranchos con servicios limitados en muchos casos.

En cuanto a las localidades que se localizan dentro del APFFC se tiene que estas corresponden a pequeños ranchos o fincas.

1.4. Educación.

En el municipio se encuentran 2,039 personas sin conocimientos de lectura y escritura, lo que significa una tasa de analfabetismo del 5.12% teniendo en cuenta a la población de 15 o más años (INEGI, 2004b). Por el mismo grupo de edad, el 58.6% tiene una formación superior a la primaria, mientras que un 5.5% no han recibido ningún tipo de instrucción y el resto ha terminado la primaria o la ha cursado parcialmente.

Cuadro 8: Viviendas habitadas y servicios en la Isla de Cozumel. La mayor parte de las viviendas de la isla cuentan tanto con agua entubada como con drenaje y energía eléctrica (INEGI, 2004b).

LOCALIDAD	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS QUE DISPONEN DE AGUA ENTUBADA EN EL ÁMBITO DE LA VIVIENDA (1)		VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS QUE DISPONEN DE DRENAJE (2)		VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS QUE DISPONEN DE ENERGÍA ELÉCTRICA (3)	
ESTADO	210,482 (4)	189,354	89.96%	176,157	83.69%	200,632	95.32%
MUNICIPIO	14,726	12,571	85.37%	14,075	95.58%	14,523	98.62%
COZUMEL	14,465	12,523	86.57%	13,954	96.47%	14,324	99.03%
HUERTO FAMILIAR	18	0	0.00%	11	61.11%	17	94.44%
CEDRAL, EL	13	2	15.38%	9	69.23%	13	100.00%
SAN LORENZO	11	11	100.00%	4	36.36%	9	81.82%
ESTRELLA	11	0	0.00%	4	36.36%	10	90.91%
RESTO DE LOCALIDADES	208	35	16.83%	93	44.71%	150	72.12%

(1) Comprende viviendas que disponen de agua entubada dentro de la vivienda y fuera de ella pero dentro del terreno; asimismo, excluye a las viviendas donde no especificaron si disponen del servicio.

(2) Comprende viviendas que disponen de drenaje conectado a la red pública, a fosa séptica, con desagüe a barranca y grieta, y con desagüe a río, lago y mar; asimismo, excluye a las viviendas que no especificaron si disponen del servicio.

(3) Excluye a las viviendas que no especificaron si disponen del servicio.

(4) Excluye los refugios debido a que no se capturaron características en esta clase de vivienda. Se excluyen además 2 828 viviendas sin información de ocupantes.

En Cozumel, como en otras partes de la península, la herencia cultural de la civilización maya queda demostrada por el elevado número de hablantes de esa lengua hoy en día en la isla en comparación con otras lenguas indígenas también existentes (Náhuatl, Zapoteco, Chol, Tzotzil, Mixteco y otras). De los habitantes de Cozumel de 5 o más años de edad, un 17.56% hablan alguna de esas lenguas. De estos la gran mayoría son bilingües con el español. Cabe destacar que el número total de hablantes de alguna de esas lenguas ha incrementado desde el 1995, aunque no queda definido si es debido al crecimiento poblacional autóctono, a la inmigración o al aprendizaje por parte de los que no hablaban dichas lenguas (INEGI, 2004b).

1.5. Agua y drenaje.

Hoy en día existe una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) situada en las cercanías de la Laguna Ciega, en el camino que sale del norte de San Miguel hacia la mencionada laguna. Su manejo está a cargo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo (CAPA) y la calidad de las aguas residuales tratadas

descargadas está autorizada para cumplir con los Límites Máximos Permitidos en la Ley Federal de Derechos, la NOM-SEMARNAT-001-1996 y para cumplir con las Condiciones Particulares de Descarga para uso de cuerpo receptor en riego agrícola siendo los parámetros principales de control la DBO y SST en 150 mg/l, el Nitrógeno Total en 40 mg/l y los coliformes fecales en menos de 1000 NMP, entre otros (CAPA, 2005).

El 95% de las aguas residuales generadas en la isla quedan recogidas por el sistema de alcantarillado y de allí se mandan a 10 cárcamos de rebombeo que están interconectados entre sí mediante emisores a presión. Estos conducen todas las aguas servidas a la planta de tratamiento, que recibe el nombre de "San Miguelito". Actualmente se opera con un gasto (caudal) promedio diario de 100 L/seg (su capacidad máxima es de 125 L/seg) y las aguas tratadas y desinfectadas son inyectadas en dos pozos profundos de absorción de 80 metros cada uno (CAPA, 2005).

La planta funciona mediante un sistema de lodos activados que alcanza un nivel secundario de tratamiento. El proceso consta a grandes rasgos de tres etapas. La primera es el tratamiento físico, en el que se eliminan por filtración los sólidos de gran tamaño y las arenas. La segunda consiste en el tratamiento biológico, en que se airea y degrada la materia orgánica por la acción principalmente de bacterias. Finalmente se procede a un tratamiento químico por cloración para desinfectar el efluente de cualquier microorganismo que pudiera ser patógeno.

En lo que respecta al 5% de las aguas residuales no colectadas por el sistema de alcantarillado, se asume que es eliminada mediante el uso de fosas sépticas, ya que en la PTAR sólo llegan aguas procedentes de la mancha urbana (el resto de localidades de la isla no poseen servicio de agua potable ni de drenaje y alcantarillado).

También existen una serie de asentamientos humanos irregulares al norte de la carretera transversal que por carecer de servicios (Arq. Amir Mendoza, com. pers.) se deshacen de las aguas negras mediante fosas sépticas o métodos todavía más rudimentarios (pozos de absorción, desagües a barranca y grieta o sin sistema de drenaje). Lo mismo sucede en otras partes de la isla.

La captación de agua se hace en una serie de 256 pozos administrados por CAPA que se localizan en la zona al norte y sur de la carretera transversal (Mapa 10: Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Isla de Cozumel (2002). Esta es la única fuente de agua potable en la isla, ya que la desalinización o la construcción de un acueducto submarino para traerla desde el continente se estimaron económicamente inviables (Lesser et al., 1978).

Para más información sobre la captación y distribución del agua ver la sección II.1.4 Hidrología.

Finalmente, en lo correspondiente al drenaje pluvial, hasta la fecha está siendo atendido por el H. Ayuntamiento de Cozumel y el papel que tiene CAPA es el de participación y apoyo únicamente.

2. Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental.

Antes de los años 1930, Cozumel había vivido una época de crecimiento económico muy importante gracias al desarrollo del comercio, la navegación, el puerto chiclero y la copra. Pero fue a partir de ese año que la crisis generalizada en todo el entonces Territorio de Quintana Roo se dejó también sentir en Cozumel. Fue a partir de los años 1960 que hubo una gran reactivación económica gracias a las nuevas actividades del turismo y la pesca (Antochiw y César, 1991). Desde entonces el turismo ha jugado un papel central en la economía cozumeleña.

La producción bruta total en 1998 fue de 2,574,857,000 pesos, de la cual un 52% estuvo directamente relacionada con el turismo (comercio al por menor y servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas). Durante el 2003, se hospedaron en Cozumel un total de 364,798 turistas y fueron atendidos 455,676⁺⁺⁺ pasajeros de vuelos nacionales e internacionales (INEGI, 2004b)^{§§§}, lo que significa respectivamente un 607% y un 758% del total de la población residente.

A esto podemos añadir los visitantes que llegan por vía marítima y que se cifran en 4,044,869 pasajeros, sumando los que arriban en cruceros y los que llegan en transbordador desde el otro lado del canal (INEGI, 2004a). Comparando este número con los anteriores nos damos cuenta de la magnitud del número de visitantes que llegan por esta vía a la isla cada año.

Comparado con la entidad, en Cozumel se hospedaron el 6.26% de los turistas que visitaron Quintana Roo en el 2003 y los pasajeros de vuelos nacionales e internacionales atendidos en la isla representaron el 4.98% de los del estado para el mismo año (INEGI, 2004a).

La actividad agropecuaria es limitada en la Isla de Cozumel, por lo que no hay una ampliación importante de la frontera agropecuaria en la isla.

En resumen, el turismo es el eje central de la economía cozumeleña, y la gran afluencia de visitantes cada año superan en mucho el de los residentes. Esto puede representar un beneficio para los cozumeleños pero también una fuerte presión hacia los recursos naturales; que son precisamente los que atraen al turismo. Al final, si esos recursos son extraídos, contaminados o modificados negativamente, el impacto no lo recibirá sólo la naturaleza, sino la propia economía de Cozumel.

3. Usos y aprovechamientos, actuales y potenciales de los recursos naturales.

En la actualidad existen varias zonas del APFFC que están siendo usadas con fines turístico-recreativos y no menos de 9 operadores turísticos que ofrecen servicios en estos lugares (además de las casas de buceo). La primera es la situada en la Laguna Ciega y la Isla de la Pasión.

⁺⁺⁺ Incluye tanto las llegadas como las salidas del Municipio de Cozumel.

^{§§§} Los datos de esta fuente incluyen a todo el municipio de Cozumel, y por lo tanto a la parte continental donde se encuentra la caleta de Xel-Ha; lugar ampliamente visitado por turistas. Este hecho debe ser tomado en cuenta en la interpretación de las cifras de turistas y la derrama económica relacionada con este sector.

Esta zona recibe visitantes predominantemente de turistas provenientes de cruceros, y allí se les ofrece servicio de restaruant, kayaks y juegos. El camino de la PTAR a la Laguna Ciega es la vía de acceso utilizada por los autobuses que transportan a los turistas hasta la laguna; dónde los servicios de lanchas trasladan a estos a la Isla de la Pasión.

Por otro lado, la otra actividad predominante en la zona de lagunas costeras del norte (Laguna Ciega, Laguna Montecristo, Laguna de la Plata) es la pesca deportiva con números reducidos de personas (grupos de 2 o 4 personas por lancha) y durante tours de un día. Se pesca: Barracuda (*Sphyraena barracuda*), Macabí (*Albula culpes*), Palometa (*Trachinotus falcatus*), Robalo (*Centropomus undecimalis*) y Sábalo (*Megalops atlanticus*).

Algunos de los mismos pescadores de la cooperativa son los que están empezando a promocionar esta actividad.

Es también en los arrecifes de estas costas donde se encuentran tres sitios de buceo (Bajo de Molas, Islotes y Los Atolones) que por su distancia y fuertes corrientes son poco visitados (Nielsen, 2004).

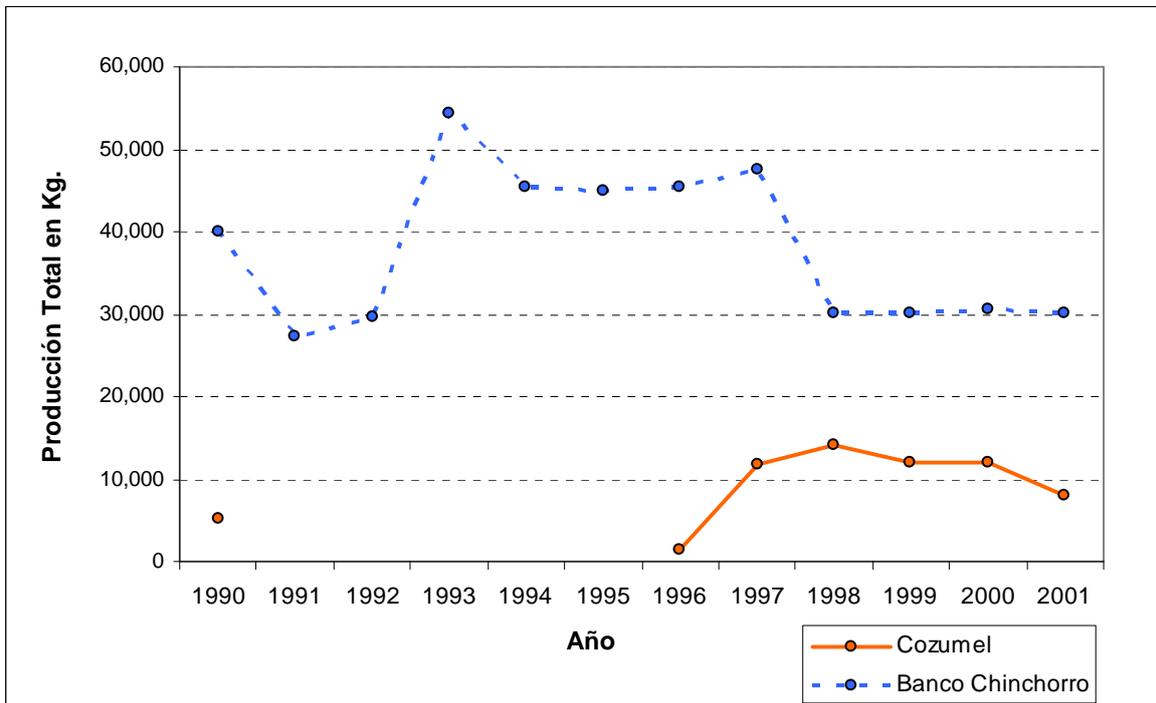


Figura 8: Bancos de *S. gigas* en Quintana Roo y producción total en Kg (WWF y Univ. La Salle, 2004).

En las cercanías de Punta Norte, se ubican los arrecifes Barracuda y San Juan, visitados por los centros de buceo. Si bien estos sitios son poco frecuentados en comparación con los situados al sur de San Miguel, existe una cierta intención de los operadores de buceo en ampliar sus servicios hacia el norte y potenciar el hundimiento de barcos para la generación de arrecifes artificiales frente la playa San Juan según Gustavo Maldonado Saldaña, presidente de la casa de buceo de la isla (Hernández, 2005).

Por otro lado, también se realizan actividades extractivas en el APFFC, pues existe en el bajo de Cozumel una pesquería de caracol rosa (*Strombus gigas*), la cual es aprovechada por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores de Cozumel" (Mapa 8: Distribución de *Strombus gigas* en la Isla de Cozumel). Esta cooperativa cuenta con 34 embarcaciones (25 según SEMARNAP-INP, 1998), 54 afiliados oficiales y 94 según la verificación de campo (WWF y Univ. La Salle, 2004), aunque no todos los recursos se dedican a la pesca de esta especie (15 lanchas según SEMARNAP-INP, 1998) y el número de afiliados varía ligeramente de año en año (de 45 a 55 según SEMARNAP-INP, 1998).

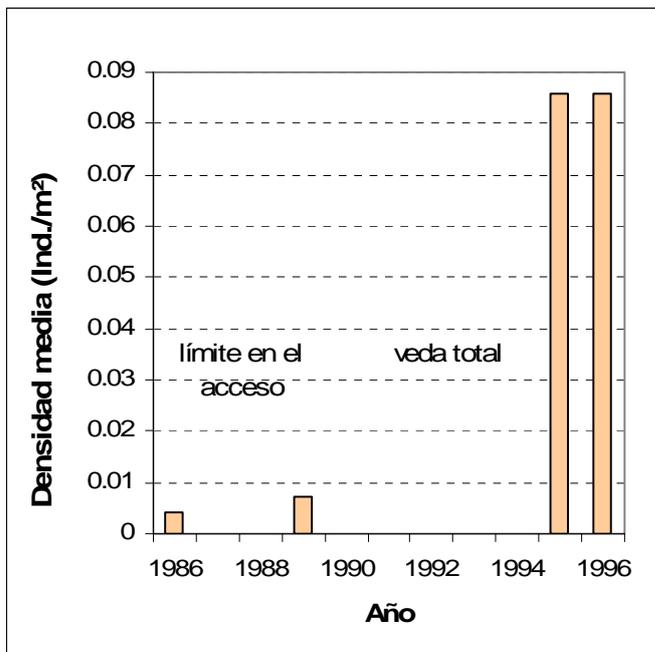


Figura 9: Densidad media de *S. gigas* en el banco de Cozumel (SEMARNAP-INP, 1998)

La actividad se efectúa principalmente en el banco existente en el Bajo de Cozumel, pues los otros bancos en el lado este de la isla son más reducidos y están expuestos a fuerte oleaje. Esta pesquería representó en el 2001 el 21.05% del total de capturas del estado (WWF y Univ. La Salle, 2004). Aunque no es la fuente principal de sustento para estos pescadores, representa la segunda en importancia y es una buena fuente alternativa de ingresos durante los dos primeros meses de los cuatro en que se aplica la veda para langosta (*Panulirus Aarhus*, marzo y junio); la cual se pesca en la parte continental y constituye la base de la economía de estos pescadores.

Durante el periodo de noviembre a febrero, cuando la pesca tanto de *S. gigas* como de *P. argus* está permitida, los pescadores dedican unos cinco días al mes a la captura de *S. gigas* (con los que cubren la cuota mensual) y el resto a *P. argus*. El banco de Cozumel es el único en la zona centro de la entidad y, junto al de Banco Chinchorro, los únicos activos para la pesca de *S. gigas* en la actualidad.

Los bancos del norte de la entidad están inactivos desde 1990, cuando se acordó cerrarlo junto al de Cozumel por su tendencia negativa en cuanto a las capturas. En 1996 el banco de Cozumel se reabrió con una clara recuperación (Figura 9) aún y haber existido pesca clandestina durante el periodo de veda, mientras que los situados en el Bajo del Este y el Bajo Banderas (norte) siguen en veda debido a su pequeño tamaño en comparación con el número de pescadores existentes en la zona. Por otro lado, el banco situado en Punta Nizuc tampoco está abierto debido a que hoy en día forma parte de un parque marino (SEMARNAP-INP, 1998).

En nivel de aprovechamiento del banco de Cozumel se considera adecuado, si bien el esfuerzo pesquero no debe incrementarse. La cuota máxima anual establecida a partir de 1996 fue de 12 toneladas de pulpa, la cual puede verse modificada si las revisiones anuales de la población así lo aconsejan (SEMARNAP-INE, 1998).

En la porción terrestre de la isla, en los dos polígonos adyacentes al norte y sur de la carretera transversal es donde CAPA realiza la captación y extracción de agua dulce que abastece a toda la isla (ver las Secciones II.1.4III.1.5 para más detalles al respecto).

Existen tres zonas principales de la isla donde se realizan aprovechamientos agropecuarios de manera limitada. Dos de éstas se ubican a lo largo de la carretera transversal (una al este y otra al oeste de la zona de captación y extracción de agua de CAPA). La tercera está en El Cedral. Son pocas las personas que se dedican a esta actividad, que es principalmente para consumo familiar. Los animales que se sacrifican en el rastro municipal para el abasto de la población de Cozumel son todos importados del continente. Asimismo, la vasta mayoría de los otros alimentos consumidos en la isla son importados del continente.

Hay al menos cinco zonas de la isla donde hay bancos de extracción de material para construcción (localmente conocidos como sascaberas). Estos se ubican antes de la PTAR, en el camino que va de San Miguel a la Laguna Ciega; al norte del Eje 1 de CAPA; al norte del área conocida como Las Fincas; y adyacente a El Cedral y la Zona Hotelera Sur. Esta actividad de extracción provoca severa perturbación sobre los recursos naturales, aunque de manera localizada. Una vez que las áreas dejan de aprovecharse deben dedicarse a la restauración ecológica.

Hay un número indeterminado, aunque aparentemente bajo, de personas que se dedican a la captura de aves canoras y de ornato en la isla. Al parecer lo hacen de manera ilegal, y sin duda lo hacen de forma no regulada. Todavía existe algo de actividad de cacería y ocasionalmente se capturan algunos animales silvestres para mascota (Cuarón et al. 2004; Navarro 2005).

No existen aprovechamientos forestales salvo por la extracción de leña y de madera para construcción y producción de carbón para uso en la zona urbana. Esta se realiza aparentemente de manera ilegal y no regulada.

En la porción central de la isla existen unas cuantas colmenas indicadoras de una pequeña e incipiente actividad de apicultura.

4. Proyectos de investigación que se hayan realizado o que se pretendan realizar.

En 1997 Amigos de Sian Ka'an realizó una campaña de caracterización arrefical en la que se describió de un modo muy amplio los fondos de toda la Isla de Cozumel (García y Loreto, 1997).

Se está llevando a cabo un análisis de percepción remota mediante imágenes del satélite Landsat 7 ETM+ y Landsat 5 TM. Mediante estas mismas imágenes se analizará el cambio de uso del suelo entre el periodo 1985-2001 (Gehrmann, 2005). Este estudio abarca no sólo la Isla de Cozumel, sino también una gran parte del norte del estado; incluyendo Canún y Playa del Carmen. Esto permitirá un análisis comparativo entre el cambio de uso del suelo y urbanización de la isla con otras zonas turísticas de Quintana Roo.

Ha habido recientemente prospecciones en búsqueda del Cuitlacoche de Cozumel (*Toxostoma guttatum*) por Robert Curry y su equipo así como de otros investigadores y personal de la Fundación de Parques y Muesos de Cozumel.

En cuanto a *Strombus gigas*, el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP) de Puerto Morelos está llevando a cabo estudios sobre su pesquería. Se espera que el informe final sea publicado en un futuro cercano.

Durante décadas, la Isla de Cozumel ha sido un lugar de visita de investigadores que han ido aportando conocimiento científico sobre de muchos aspectos de la biota de la isla (e.g., Engstrom et al. 1989; Navarro y Suárez, 1989, Macouzet y Escalante-Pliego, inédito). En los últimos años, varios científicos agrupados como "Investigación, Conservación y Desarrollo del Caribe Mexicano" (INCODECAM) han realizado una serie de trabajos de manera continua sobre distintos aspectos socioambientales de la isla.

Entre estos se encuentran estudios sobre: la cobertura, composición y estructura de la vegetación y el uso del suelo; los efectos de perturbaciones antrópicas y naturales sobre la vegetación y fauna de la isla; inventarios sobre las especies de vertebrados nativos y exóticos; su ecología, evolución, comportamiento, taxonomía, distribución y abundancia, enfermedades y estado de conservación, así como de su problemática en la isla incluyendo la fauna feral; además de la percepción y actitudes de la población sobre varios de estos temas (Barillas, 2006; Bautista, 2006; Cuarón et al. 2004; Fortes, 2004; García Vasco 2005, Gutiérrez-Granados, 2003; McFadden, 2004; Patiño, 2006; Perdomo, 2006; Vega, 2006). Asimismo, se realiza el monitoreo de la efectividad del programa de control animal que desarrolla actualmente el H. Ayuntamiento en San Miguel, especialmente orientado a los perros callejeros.

5. Aspectos legales.

5.1. Antecedentes de protección del área y las zonas próximas.

En el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo de 22 de Marzo de 1996, se publicó el Plan Director de Desarrollo Urbano de Cozumel (Mapa 9: Plan Director de Desarrollo Urbano de Cozumel (1996)). En él se estipula que la zona norte costera, incluyendo la franja litoral occidental, se destinará como Área de Protección de la Flora y Fauna Silvestre y Acuática.

En el nivel estratégico III de dicho Plan Director, el apartado III.6 denominado “Ordenamiento Ecológico, Urbano y Turístico de la Isla de Cozumel” especifica que dicha área, “que comprende la zona entre Punta Norte y Punta Molas incluyendo al sistema lagunar de Laguna Ciega, Laguna Xlapac y Aguagrande con una anchura promedio de 2,000 metros contabilizados desde la línea de litoral hacia el interior” y “el litoral oriente entre Punta Molas y playa Santa Cecilia con una anchura promedio de 1,000m contabilizados a partir de la línea del litoral hacia en interior”, “se prohíbe toda actividad que altere, modifique y/o dañe el patrimonio natural o signifique un peligro significativo para la conservación de la flora y fauna silvestre y acuática.

Las actividades que se permiten son: visitas de carácter científico y estudios faunísticos, botánicos o afines, realizar programas y campañas que promuevan la reproducción de flora y fauna nativa de Cozumel. [...] En torno a todas las áreas de protección de flora y fauna se crearán zonas de amortiguamiento con una anchura de 50 metros, contabilizados a partir del límite de la colindancia del área de protección hacia el interior del uso colindante.” Esos criterios no son aplicados del mismo modo a la zona de la Laguna Colombia, también considerada como “Área de Protección de la Flora y Fauna Silvestre y Acuática”, ya que se indica que el “aprovechamiento ecoturístico [de esta área] se sujetará al Plan de Manejo que se elabore en particular”.

Asimismo, se especifica que “La costa oriental de Cozumel es un importante sitio para la tortuga marina, ya que presenta condiciones propicias para que estas especies en peligro de extinción [...] arriben y establezcan sus nidos de desove. De esta manera es imperativo establecer las medidas necesarias que tiendan y promuevan la conservación de las características naturales de la zona para así poder asegurar el arribo de las tortugas año con año”. Por ello se designa esta área com “Área de Protección de la Tortuga Marina”.

También se tienen en cuenta al ambiente marino del APFFC en este documento, en el que se destina toda la costa norte y nororiental a “Parque Marino Nacional”. El area empieza en los arrecifes San Juan, al sur de Punta Norte, y rodean el Bajo de Cozumel, pasando por Punta Molas y extendiendose por la costa oriental hasta el Rancho Ixpalbarco.

El otro instrumento territorial en la isla es el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la región denominada Isla de Cozumel y su área marina de influencia” publicado en el Periódico Oficial del Estado el 21 Mayo de 2002. En este caso el APFFC se corresponde con UGAs que tiene como Uso Predominante el “Área Natural” o “Espacio Natural” (Mapa 10: Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Isla de Cozumel (2002) y textos y criterios en el ANEXO 3: TEXTOS DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE COZUMEL (2002)).

Este plan de ordenamiento también especifica en su criterio An 4 (aplicable a las UGAs M17, M18, M19, An 9 y An 17) que “El Municipio de Cozumel y el Gobierno del Estado de Quintana Roo deberán delimitar las ‘Áreas de Protección de Flora y Fauna Silvestre y Acuática’ y ‘Área de Protección de los Recursos Naturales’” (ésta última localizada en la zona de captación de agua de CAPA).

Con todo eso queda patente la voluntad por parte de los gobiernos estatales y municipales de proteger la mayor parte de la isla. Aún cuando los planes de desarrollo y ordenamiento ecológico son instrumentos que, siendo útiles para sus fines, no confieren una protección tan sólida y permanente como la que confiere el decreto de un ANP (Área Natural Protegida). Por otro lado, no dotan de instrumentos de regulación, sanción, control y monitoreo de los ecosistemas en el área ni estipulan una entidad responsable de este tipo de seguimiento.

Las otras áreas naturales protegidas decretadas en la isla son:

- Parque Natural Chan-Kanaab (136,474.38 m²) decretado el 1983 como ANP de competencia estatal.
- Zona Sujeta a Conservación Ecológica Laguna Colombia (1,113-64-38.99 ha) decretada el 1996 como ANP de competencia estatal y modificado el 1999.
- Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (11,987-87-50 ha) decretado el 19 de julio de 1996 en el D.O.F.

De estas tres áreas naturales protegidas, ninguna de ellas abarca extensiones importantes de la porción terrestre de la Isla de Cozumel y sus ecosistemas representativos. Tampoco incluyen porciones marinas y costeras de la zona media y norte de alrededor de la Isla de Cozumel (Mapa 2: Áreas Naturales Protegidas).

5.2. Situación jurídica de la tenencia de la tierra.

En 1945 el ejido de Cozumel fue dotado de 42,120 ha dejando el fundo legal de 3,717ha. En la década de 1970 se creó el Fideicomiso de la Caleta Xel-Ha y el Caribe (FIDECARIBE) que expropió a un ejido 31,658 ha para el desarrollo turístico en la isla. Así quedaron 4,132 ha como área agrícola en los alrededores de El Cedral y 10,480 ha como área ganadera al este del mismo poblado (INE-SEMARNAT, 1998).

Hoy en día el principal propietario es el Instituto del Patrimonio Administrativos del estado de Quintana Roo (IPAE, a quien FIDECARIBE traspasó sus propiedades recientemente), que posee casi la mitad de los terrenos, pero existen otros 6 tipos principales de tenencia en la isla (Cuadro 9 y Mapa 12: Tenencia de la tierra). Como se puede observar, tanto el Ejido de Cozumel como la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del estado de Quintana Roo (CAPA) tienen también extensiones de terreno importantes. En cuanto a la propiedad privada, encontramos 33 lotes que colindan alrededor del norte del Ejido. Por otro lado, el fundo legal, que corresponde con San Miguel de Cozumel, ocupa el 3.21% de la isla y se sitúa al centro de la costa oeste de ésta. Finalmente, encontramos algunos ranchos como posesiones de terrenos nacionales y la propiedad de tipo federal que se restringe al aeropuerto y a los terrenos de la Fuerza Aérea.

Cabe mencionar que la información existente en los diferentes organismos públicos encargados de la gestión del suelo y las propiedades (Catastro Estatal, Catastro Municipal de Cozumel, Registro Público de la Propiedad, Registro Agrario Nacional, Secretaría de la Reforma Agraria y FIDECARIBE, ahora IPAE) es inconexa y parcial, lo que hace muy difícil sino imposible en muchos casos determinar la propiedad de todo el territorio insular. Además, la continua división y venta de predios sin que estas transacciones sean hechas oficialmente y registradas en la administración pública pertinente, dificultan todavía más la labor aquí expuesta. Precisamente por este motivo existen un 14.06% de los terrenos que se han tenido que clasificar como “No especificado”.

Cuadro 9: Tenencia de la tierra en Cozumel, Quintana Roo (SIG-ASK y FIDECARIBE- Ahora IPAE, 2003)

Tipo de tenencia	Ha	%
IPAE	21,512.54	45.26%
PROPIEDAD SOCIAL (EJIDO COZUMEL)	8,308.05	17.48%
NO ESPECIFICADO	6,684.27	14.06%
CAPA	5,209.24	10.96%
PROPIEDAD PRIVADA	2,244.69	4.72%
FUNDO LEGAL	1,523.58	3.21%
POSESIONES DE TERRENOS NACIONALES	1,177.41	2.48%
PROPIEDAD FEDERAL	873.86	1.84%
Total	47,533.64	100%

La tenencia de los terrenos dentro del APFFC es mayoritariamente del IPAE aunque también existe una pequeña parte con tenencia “No especificada”. Cabe mencionar que aunque las fuentes existentes en el momento de elaborar este cuadro, especifican la existencia de terrenos nacionales libres, otras fuentes más recientes indican que ya no existe en la isla terrenos con esas características.

En cuanto al régimen de propiedad de la parte del APFFC que corresponde al área marítima y a la zona federal marítimo terrestre es totalmente federal.

Se aconseja un estudio exhaustivo de la tenencia de la tierra donde, mediante la colaboración de los distintos organismos gubernamentales y de la administración pública, se determine con exactitud los límites de los predios y terrenos de toda la isla, ya que no existe este tipo de información centralizada y actualizada en la actualidad.

6. Problemática específica que deba tomarse en cuenta.

Se han detectado las siguientes amenazas, algunas de las cuales podrían verse reducidas o amortiguadas con la declaración del área natural protegida:

- Introducción de especies exóticas, principalmente *Nasua narica* y *Potos flavus* que son importadas a Cozumel como mascotas y a veces son liberadas en la isla (Cuarón et al., 2004).
- Otra amenaza que enfrenta la fauna local es la existencia de una especie exótica, *Boa constrictor*, que desde su introducción en 1971 ha ido aumentando su población debido a su alta tasa reproductiva unida a la falta de abundantes poblaciones de especies que podrían alimentarse de ella. Este depredador puede estar representando un serio peligro no sólo para aves como *Toxostoma gutattum*, sino también para otras especies endémicas o amenazadas como *Reinhardtomyia spectabilis*, *Oryzomys couesi cozumelae*, *Peromyscus leucopus cozumelae* y *Aspidoscelis cozumela* (Martínez-Morales y Cuarón, 1999). La boa es abundante y ampliamente distribuida en Cozumel, y se alimenta de una amplia gama de vertebrados, incluyendo las especies endémicas, y hay claras evidencias que indican que es al menos responsable parcial de la baja abundancia de las especies de vertebrados nativos (Romero-Nájera, 2004; González-Baca, 2006; Romero-Nájera et al., en prensa).
- Los perros y gatos domésticos representan el mismo tipo de amenaza, pues existen numerosos individuos que, habiendo escapado de sus dueños o sido abandonados, se han adaptado a la vida salvaje. Los perros y gatos ferales son muy abundantes y se distribuyen por toda la isla (Bautista 2006). Ambos son depredadores voraces, y se sabe que se alimentan en gran parte de vertebrados silvestres y de basura (Bautista 2006). Es necesario ampliar los alcances del programa de control animal que desarrolla el H. Ayuntamiento de Cozumel, en colaboración con la Sociedad Humanitaria de Cozumel e INCODECAM, para que además de los perros urbanos incluya a los gatos urbanos y a los gatos y perros ferales en la zona rural, para evitar daños a las especies autóctonas (Cuarón et al., 2004).
- Dispersión de parásitos y enfermedades por parte de animales exóticos. La fauna feral y otros animales introducidos pueden ser portadores de enfermedades a los que las especies autóctonas nunca han sido expuestas por su largo periodo de aislamiento. Esto puede tener efectos muy negativos en sus poblaciones como ha sucedido en otras partes de la república (Cuarón et al., 2004).
- Fragmentación del hábitat. Esto no es por ahora un problema grave en el área ((Romero-Nájera, 2004; Romero-Nájera et al., en prensa), pero puede llegar a serlo si no se controla el desarrollo turístico y los cambios en el uso del suelo favorecen la creación de caminos, carreteras o la parcelación de éste. De hecho, la barrera que supone la carretera transversal y la actual expansión agrícola de algunas áreas a lo largo de esta, ya suponen una interrupción de la continuidad entre el norte y el sur de la isla (Cuarón et al., 2004).

- Caza y recolección de fauna silvestre para mascotas. La caza y envenenamiento de *Procyon pygmaeus* era algo frecuente debido a su impacto en los cultivos (Navarro y Suárez, 1989), aunque esto debe haber disminuido en los últimos años ya que el sector agrícola se ha visto drásticamente reducido en detrimento del turismo (Cuarón et al., 2004). La cacería ha disminuido y se centra principalmente sobre especies como los hocofaisanes (*Crax rubra griscomi*), los pecaríes (*Pecari tacaju nanus*) y los armadillos (*Dasyus novemcinctus mexicanus*) (Navarro 2005). También ocurre ocasionalmente la captura de pizotes (*Nasua nelsoni*), mapaches enanos (*P. pygmaeus*) y aves canoras como animales para mascota (Navarro 2005).
- El incremento en la demanda de servicios turísticos así como el crecimiento de la población asociado al crecimiento económico debido a esa actividad, hacen prever una mayor necesidad de recursos hídricos. Debido a la falta de flujos de agua superficial, la fauna silvestre se abastece principalmente de cenotes y aguadas, los cuales podrían ver reducido su volumen debido a una mayor extracción del acuífero aun y cuando este no estuviera sobreexplotado (Cuarón et al., 2004). Por ello es importante proteger amplias áreas de la zona de captación y extracción de agua.
- Un ejemplo de cómo el crecimiento está afectando a la naturaleza de la isla es la existencia de lugares con presión creciente sobre la vegetación de duna costera y parte del manglar, donde se han abierto caminos ilegales y se han hecho algunos intentos de lotificación en contraposición al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial. También existe la extracción no regulada de leña y madera por parte de los habitantes, pues hay demanda en la isla debido a la expansión de la construcción y urbanización (Flores, 1992).

IV. PROPUESTA DE MANEJO

1. *Tipo o categoría de manejo.*

De acuerdo con el Art. 54 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se propone que el área natural sea decretada como Área de Protección de Flora y Fauna, Isla de Cozumel.

Si bien este documento incluye la declaratoria de un ANP de carácter federal, esta propuesta forma parte de un planteamiento más amplio en el que se contempla también la declaratoria de una ANP de carácter estatal (Mapa 13: Zonificación). Bajo este esquema, se pretende buscar un sistema innovador e integral de coadministración donde participen los gobiernos Federal, Estatal y Municipal, así como la sociedad civil.

2. *Zonificación*

La zonificación del ANP será definida de acuerdo a la integración de la parte estatal que complementará el Área de Protección de Flora y Fauna federal.

Tanto en la parte federal como la estatal de esta propuesta se incluirán zonas núcleo y de amortiguamiento. En el primer caso, existirán subzonas de protección y otras de uso restringido. En el segundo, habrá zonas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, zonas de uso público, de asentamientos humanos y de recuperación.

3. *Administración.*

La administración del APFF Isla de Cozumel quedará a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas en el marco de sus atribuciones y se buscará, en su momento, la coadministración paritaria de la Federación, el estado de Quintana Roo, el municipio de Cozumel y la sociedad civil, conforme lo establece el artículo 67 de la LGEEPA, suscribiendo para ello los acuerdos o convenios que procedan conforme a la legislación aplicable.

La operación del APFF quedará a cargo de una Dirección que contará con el personal y equipo suficientes para cubrir los programas de conservación, manejo y operación cotidiana del APFF Isla Cozumel. Se destacan los siguientes componentes:

4. *Operación.*

La operación del APFF Isla de Cozumel quedará a cargo de una Dirección que contará con el personal y equipo suficientes para cumplir con los programas de conservación, manejo y operación cotidiana. Se destacan los siguientes componentes:

Participación social: Se construirán y mantendrán vínculos con los sectores sociales implicados en el uso y aprovechamiento del ANP, evitando el surgimiento de conflictos y procurando compatibilizar la conservación con el uso sustentable. Del mismo modo se desarrollarán programas de educación dirigidos tanto al público de Cozumel como a los visitantes y los mencionados sectores sociales para que aprendan y compartan la función del ANP como entidad que protege los valores naturales y culturales de la isla.

Investigación y monitoreo: Se promoverá la continuación de proyectos de investigación enfocados especialmente al mayor conocimiento de los ecosistemas y las especies nativas, sobre todo aquellas endémicas o amenazadas para tener un mejor entendimiento de su estado de conservación y sus amenazas y se promoverá el uso de esta información en la resolución de los problemas detectados.

Del mismo modo se ampliarán los estudios sobre las poblaciones de *Boa constrictor*, perros y gatos ferales, ratas y ratones de ciudad, así como de otras especies exóticas, para evaluar los daños que estas especies pueden causar a la biota autóctona y elaborar estrategias para prevenirlo. Se monitorearán periódicamente los cambios en la cobertura del terreno y uso del suelo en la Isla de Cozumel.

También se monitorearán periódicamente sitios dentro y fuera del ANP y en diferentes zonas representativas de ella para evaluar, tanto los beneficios que la protección aporta a los ecosistemas dentro del área protegida, como los posibles impactos que el uso del área genere en ciertos lugares y que deban detectarse a tiempo para actuar en consecuencia. Se deberá considerar también la dinámica en el conocimiento, las percepciones y actitudes de la población local y visitante con relación a los valores naturales y culturales de la Isla de Cozumel, así como del ANP.

Se propone que Servicios Ambientales, Conservación Biológica y Educación (SACBÈ) y el grupo multi-institucional e interdisciplinario de académicos que coordina, quienes continúen con la realización de los trabajos mencionados arriba. Esto debido a que este grupo tiene la trayectoria y el personal científico y técnico calificados para ello. Para el caso particular de las pesquerías de caracol, se propone que el CRIP-Puerto Morelos sea el encargado del seguimiento por ser ya esta institución quien lo viene realizando y por tener el personal técnico y científico adecuado para tal efecto. Estos trabajos se coordinarán junto con la dirección de la ANP para optimizar recursos y facilitar la labor de los grupos involucrados.

Inspección y vigilancia: Se realizarán acciones para asegurar la aplicación de las normas y disposiciones del Programa de Conservación y Manejo, la LGEEPA y su Reglamento en la materia, así como los Ordenamientos Territoriales y demás herramientas y regulaciones que apliquen. Para ello la Dirección se coordinará con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), con la finalidad de educar a los usuarios del parque en el cumplimiento de sus normas, así como prevenir su incumplimiento y sancionarlo cuando éste ocurra.

5. Financiamento.

Las principales fuentes de financiamiento se proponen a continuación:

- Recursos fiscales administrados directamente por la Dirección del APFF Isla de Cozumel.
- Recursos fiscales de los gobiernos estatal y municipal, en el caso de que se celebren convenios o acuerdos de coadministración.
- Aportaciones de organismos financieros internacionales.

- Donaciones privadas y de fundaciones nacionales e internacionales a través de Asociaciones Civiles.
- Creación de fideicomisos.
- Aportaciones en especies por parte de fundaciones, instituciones académicas y/o personas físicas (realización de estudios de investigación, acciones de monitoreo, equipo, infraestructura, etc.).
- Derechos cobrados por concepto de lo estipulado en los artículos correspondientes a las Áreas Naturales Protegidas Federales en la Ley Federal de Derechos.

BIBLIOGRAFÍA

- Almada-Vilella, P. et al. 2003. Manual de Métodos para el Programa de Monitoreo Sinóptico del SAM. Proyecto para el Sistema Arrecifal Mesoamericano
- Anderson, R. P. y C. O. Handley. 2002. Dwarfism in insular sloths: biogeography, selection and evolutionary rates. *Evolution* 56: 1045-1058.
- Antochiw, M. y Dachary, A. 1991. Historia de Cozumel. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Colección Regiones
- Arnaiz-Burne, S. M. 1988. Cozumel: del repoblamiento al auge turístico. P. 83-88. *En: Memorias del I Encuentro de historia sobre la Isla de Cozumel. Cozumel: Un encuentro en la historia.* Fondo de Publicaciones y Ediciones de Quintana Roo, México.
- Arriaga, L. 2000. Aguas continentales y diversidad biológica de México. CONABIO
- Barrillas, A.L. y J. Benitez-Malvido. 2006. Influencia de la exposición al borde sobre la estructura de la vegetación en la selva mediana en la Isla Cozumel. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Barraza, L., I. Ruíz-Mallén y A. D. Cuarón. 2006. Percepciones socio-ambientales sobre los efectos del huracán Emily en Cozumel. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Bautista, S. M. 2006. Distribución, abundancia y dieta de perros y gatos ferales en la Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Posgrado en Manejo de Fauna Silvestre. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa.
- Biodiversity Hotspots. 2005. Terrestrial Vertebrates in Mesoamerica. Conservation International (database)
- Campbell, J. A. 1998. Amphibians and reptiles of Northern Guatemala, the Yucatan and Belize. The University of Oklahoma Press. Ithaca.
- CAPA (Comisión de Agua Potable y Alcantarillado). 2005. Informe sobre el manejo de aguas residuales en la isla de Cozumel.
- Carranza, J., C. Barreto, C. Molina, J. Bezaury. y A. Loreto. 1996. Análisis cartográfico del cambio de uso del suelo en la Península de Yucatán, México. Amigos de Sian Ka'an, A. C.
- Case, T. J. 1978. A general explanation for insular body size trends in terrestrial vertebrates. *Ecology* 59: 1-18.
- Ceballos, G., P. Rodríguez y R. A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism and endangerment. *Ecological Applications*. 8:8 – 17.
- CEMDA. 2005. Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal en México. En línea: <http://www.cemda.org.mx/infoarnap/instrumentos/estatales.html>
- Comisión Nacional del Agua. 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Isla de Cozumel, Estado de Quintana Roo. Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. Gerencia de Aguas Subterráneas
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2003. En línea: <http://www.conapo.gob.mx/micros/proymunloc/index.html>
- Copa Alvaro, M. A., D. Valenzuela Galván y A. D. Cuarón. 2006. Efectos de los huracanes Emily y Wilma en la abundancia de mamíferos medianos en la Isla Cozumel, México. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Consorcio de Ingeniería Mexicana, S. A. de C. V. 1993. Salinización de la Isla de Cozumel, Estado de Quintana Roo y Alternativas de Solución. Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).

- Cuarón A. D., M. A. Martínez-Morales, K.W. McFadden, D. Valenzuela y M. E. Gompper. 2004. The status of dwarf carnivores on Cozumel Island, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 13: 317-331.
- Curry, R. 2004. Highlights of Cozumel's avifauna. En línea: <http://oikos.villanova.edu/cozumel/highlights.html>
- Dachary, A. C. y S. M. Arnaiz-Burne. 1988. Repoblamiento y desarrollo de la Isla de Cozumel 1847-1900. P. 69-81. En: *Memorias del I Encuentro de historia sobre la Isla de Cozumel. Cozumel: Un encuentro en la historia*. Fondo de Publicaciones y Ediciones de Quintana Roo, México.
- Danielsen, F., M.K. Sørensen, M. F. Olwig, V. Selvam, F. Parish, N. Burguess, T. Hiraishi, V. M. Karunakaran, M. S. Rasmussen, L. B. Hansen, A. Quarto y N. Suryadiputra. 2005. The Asian Tsunami: A protective role for coastal vegetation. *Science* 310: 643.
- Davidson, W. V. 1975. The geographical setting. En: Sabloff, J. A. and Rathje, W. L. (eds.). *Changing Pre-Columbian Commercial Systems*. Peabody Museum Monograph No. 3. Harvard University, Cambridge, Massachusetts, pp. 47-59
- Decker, D. M. 1991. Systematics of the coatis, genus *Nasua* (Mammalia: *Procyonidae*). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 104: 370-386.
- Durán, R. y I. Olmsted. 1990. Plantas vasculares de Sian Ka'an. En: *Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Navarro, D. y Robinson, J. (eds.). Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). pp. 47-94
- ECOSUR. 2003. Invertebrados Endémicos de Yucatán en el CD "Resultados del Taller Construyendo las Bases Para la Conservación del Agua y su Biodiversidad Asociada en la Península de Yucatán. Quintana Roo, México". Amigos de Sian Ka'an, TNC, CONANP
- FIDECARIBE. 2003. Plano topográfico, Cozumel zonificación. Escala 1:15,000. Municipio de Cozumel.
- Fortes Corona, I.A. 2004. Ecología de los roedores endémicos de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara.
- Foster, J. B. 1964. Evolution of mammals on islands. *Nature* 202: 234-235.
- Fuentes Montemayor, E., A. D. Cuarón y E. Vázquez Domínguez. 2006. Efectos de borde provocados por caminos sobre poblaciones de *Oryzomys couesi cozumelae*. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- English, S. et al. 1997. Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science.
- Escalante, P. et al. (). Ficha técnica AICA SE-33, Isla Cozumel. CONABIO. doc. electr. - <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/SE-33.html>
- Escalante, P. et al. (). Lista de especies presentes en: Ficha Técnica AICA SE-33. Isla Cozumel. CONABIO. En línea: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/SE-33.html>
- Flores, J. 1992. Vegetación de las Islas de la Península de Yucatán. Florística y Etnobotánica. Fascículo 4 de Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán. Sostenibilidad Maya
- Flores, S. y Espejel, I. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. Sostenibilidad Maya
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para la república Mexicana). *Inst. Geog. Univ. Nal. Aut. Mex.* 264p. y 251p. el 1973
- García, G. y Loreto, R. 1997. Caracterización de los arrecifes coralinos de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México. Amigos de Sian Ka'an
- García Vasco, D. 2005. Distribución, abundancia y aspectos poblacionales del mapache enano (*Procyon pygmaeus*), un carnívoro insular endémico. Tesis de Licenciatura. Universidad

- Veracruzana.
- Gehrmann, V. 2005. Landnutzungsveränderungen im nördlichen Küstengebiet von Quintana Roo, Mexiko. Eine Untersuchung der Auswirkungen des Tourismus unter Einbindung multitemporaler Satellitendaten. Versión en inglés en proceso de traducción: Landuse Changes in the coast of northern Quintana Roo, Mexico. An investigation about the consequences of tourism comprising multitemporal satellite data. Tesis de Maestría.
- González Baca, C. A. 2006. Ecología de forrajeo de la boa (*Boa constrictor*), un depredador introducido a la Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gutiérrez Granados, G. 2003. Ecología de los roedores de Cozumel y su interacción con el sotobosque. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hamblin, N. L. 1984. Animal use by Cozumel Maya. The University of Arizona Press, AZ.
- Heaney, L. R. 1978. Island area and body size of insular mammals: evidence from the tri-colored squirrel (*Callosciurus prevosti*) of Southeast Asia. *Evolution* 32:29-44.
- Hernández, A. 2005. Necesario el hundimiento de dos barcos más, pero en la zona norte de Cozumel, para dar auge al buceo con arrecifes artificiales. *El Semanario de Cozumel* del 19 de febrero
- Holsinger, J. 1992. Two new species of the subterranean Amphipod genus *Bahadzia* (Hadziidae) from the Yucatan Peninsula region of southern Mexico, with an analysis of phylogeny and biogeography of the genus. *Stygologia*, 7(2): 85-105. SPB Academic Publishing.
- Howell, S. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and North Central America. Oxford University Press. Oxford, New York, Tokyo.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Principales resultados por entidad. <http://www.inegi.gob.mx>
- INEGI, 2004a. Anuario estadístico de Quintana Roo.
- INEGI, 2004b. Cuaderno estadístico municipal de Cozumel.
- INIFAP-CONABIO. 1995. Mapa edafológico. Escala 1:250,000 y 1:1,000,000. México.
- Instituto Nacional de Ecología y Amigos de Sian Ka'an. 2002. Valoración turística y evaluación de la degradación ambiental que presentan los arrecifes del estado de Quintana Roo (estudio no publicado).
- Instituto Nacional de Ecología y SEMARNAP. 1998. Programa de Manejo Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel, México. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Jauregui, E. et al. 1980. Los ciclones y tormentas tropicales en Quintana Roo durante el periodo 1871-1978. Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Jones, J. K. Jr. y T. E. Lawlor. 1965. Mammals from Isla Cozumel, México, with description of a new species of harvest mouse. University of Kansas Publications. Museum of Natural History 16: 409-419.
- Jordán, E. 1988. Arrecifes profundos en la Isla de Cozumel. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 16(2): 195-208.
- Lee, J. C. 2000. A field guide to the amphibians and reptile of the maya world. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press.
- Lee, J. 1996. The Amphibians and Reptiles of the Yucatán Peninsula. Cornell University Press. USA
- Lesser, H. et al. 1978. Geohidrología de la Isla de Cozumel, Q. Roo. *Recursos Hidráulicos* Vol. VII num. 1
- Lomolino, M. V. 1985. Body size of mammals on islands: the island rule re-examined. *American*

- Naturalist 125: 310-326.
- Macouzet, T. y P. Escalante-Pliego. 2000. First record of Louisiana Waterthrush (*Seiurus motacilla*) from Cozumel Island, Quintana Roo, Mexico. *Ornitología Neotropical* 11:183-184
- Macouzet, T., y P. Escalante-Pliego. 2000. New records of birds for Cozumel Island, Mexico. *Southwestern Naturalist* 45:79-81.
- Macouzet, T. et al. Two notable records of birds for Cozumel island, Quintana Roo, Mexico. (unpublished paper).
- Macouzet, T. y Escalante-Pliego, P. (inédito). 150 años de registros de la avifauna de la Isla de Cozumel, Quintana Roo, México.
- Macouzet F. T. y, and P. Escalante-Pliego. 2001. Registros del Cuitlacoche de Cozumel *Toxostoma guttatum* posteriores al Huracán Gilberto. *Cotinga* 15: 32-33.
- Macouzet, T. y Martínez, M. (). Diversidad Avifaunística en la Isla de Cozumel (reporte no publicado)
- Martínez, D. 1998. Distribución y Abundancia de las Poblaciones del Caracol Rosado *Strombus gigas* en la isla de Cozumel, Quintana Roo. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.
- Martínez Godinez, D. y D. Valenzuela Galván y A.D. Cuarón. 2006. Variación espacio temporal de la dieta del mapache pigmeo (*Procyon pygmaeus*) de Cozumel, Quintana Roo. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Martínez-Meyer, E., M. Martínez-Morales y J. Sosa-Escalante. 1998. First record of the kinkajou, *Potos flavus* (Carnivora: Procyonidae), from Isla Cozumel, Quintana Roo, Mexico. *Southwestern Naturalist* 43:101-102.
- Martínez-Morales, M. 1996. The Cozumel Curassow: abundance, habitat preferences, and conservation. M. Phil. thesis. University of Cambridge, Cambridge
- Martínez-Morales, M. 1999. Conservation status and habitat preferences of the Cozumel Curassow. *The Condor*, 101: 14-20
- Martínez-Morales, M. y A. D. Cuarón. 1999. Boa constrictor, an introduced predator threatening the endemic fauna on Cozumel Island, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 8: 957-963
- McFadden, K. 2004. The ecology, evolution and natural history of the endangered carnivores of Cozumel Island, Mexico. Tesis de Doctorado. Universidad de Columbia. USA.
- Merediz, G. 1995. Abundancia, distribución y posibilidades de aprovechamiento sustentable del jabalí de collar (*Tayassu tajacu*) y otras especies faunísticas de la zona maya de Quintana Roo. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.
- Merediz, G. (coord.). 2004. Propuesta para el establecimiento del Area de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax, Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an.
- Merriam, C. H. 1901. Six new mammals from Cozumel Island, Yucatan. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 14: 99-104.
- Miranda, A. et al. 1988. Evaluación del impacto ambiental del proyecto Parque Arqueológico Isla de la Pasión, Cozumel, Quintana Roo. Centro de Ecología
- Navarro, D., T., J. T. Jiménez, J. Juárez. 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. En: *Diversidad biológica en al Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Navarro, D. y Robinson, J. (eds.). CIQRO. pp. 371-450
- Navarro, D. L. y M. Suárez. 1989. A survey of the pygmy raccoon (*Procyon pygmaeus*) of Cozumel, Mexico. *Mammalia* 3: 458-461.
- Navarro Ramírez, M.G. 2005. Conocimientos y percepciones sobre la fauna por los habitantes de la Isla Cozumel. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara.

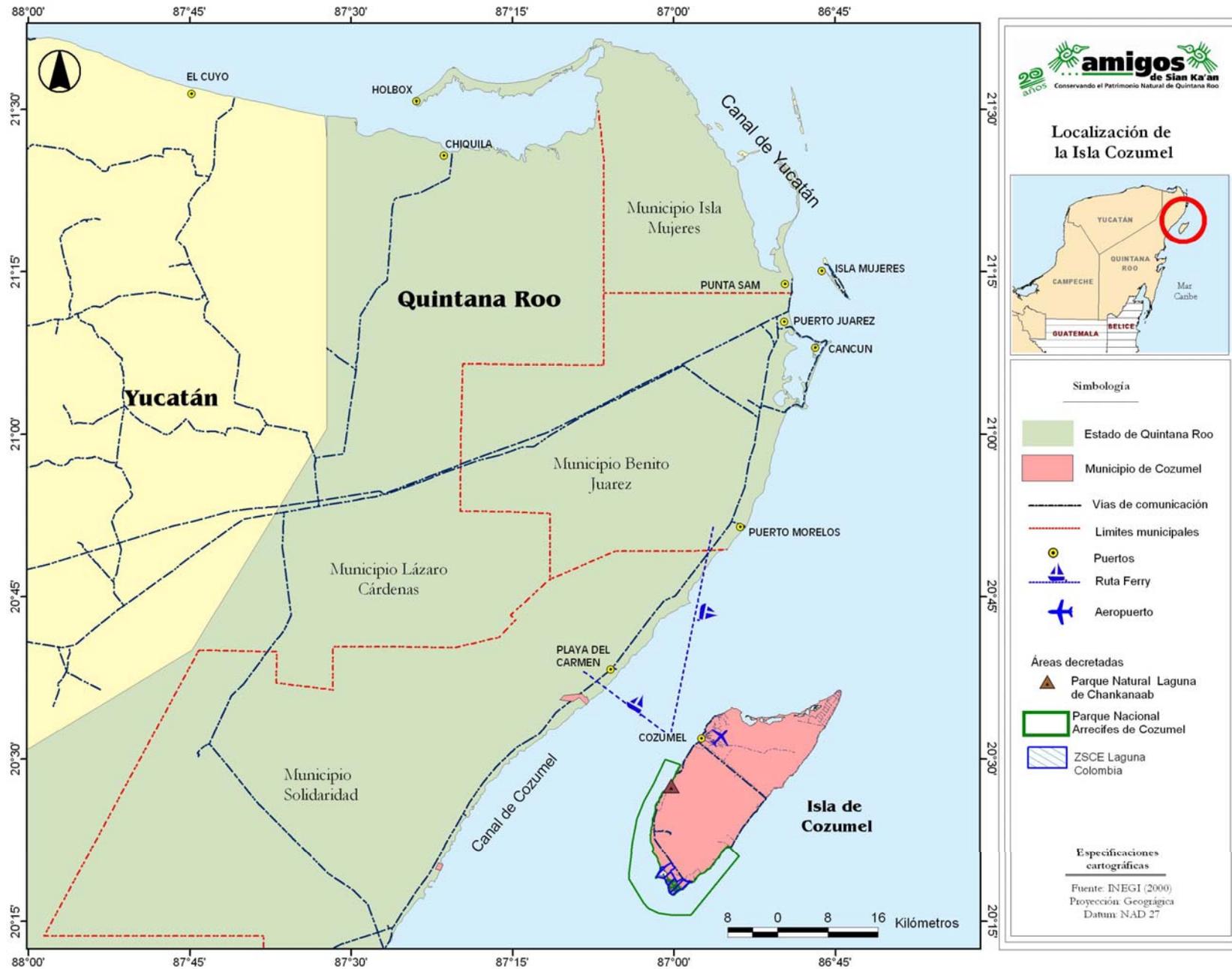
- Nielsen, F. (2004). Franko's map of Cozumel. Editado por Frank M. Nielsen
- Olmsted, I. y Durán, R. 1990. Vegetación de Sian Ka'an. En: Diversidad biológica en al Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Navarro, D. y Robinson, J. (eds.). Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). pp. 1-12
- Patiño, P. y D. Pérez-Salicrup. 2006. Composición y estructura de la selva mediana de la Isla Cozumel. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Perdomo, H. y E. Andresen. 2006. Efectos de los caminos sobre la comunidad de aves de la Isla Cozumel. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Perdomo, H. y E. Andresen. 2006. Efectos de huracanes sobre la comunidad de aves de la Isla Cozumel. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Ramírez, D. y Azcárate M^a A. 2002. Investigaciones recientes en Cozumel. En: Arqueología Mexicana Vol. IX num. 54 (marzo-abril) "Los Mayas del Norte de Quintana Roo" pp. 46-49. INAH y Editorial Raíces.
- Reid F. 1997. A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico. Oxford University Press, New York.
- Ríos-Meneses, M. B. 1988. Cozumel: centro prehispánico, religioso y comercial de los Mayas. P. 62-67. En: E. Saavedra-Silva y J. Sobrino-Sierra (Eds.). Cozumel: Un Encuentro en la Historia. Memorias del I Encuentro de Historia sobre la Isla de Cozumel. Fondo de Publicaciones y Ediciones de Quintana Roo.
- Romero-Nájera, I. 2004. Distribución, abundancia y uso de hábitat de *Boa constrictor* introducida a la Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Romero-Nájera, I., Cuarón, A.D., González-Baca, C. (en prensa) Distribution, abundance, and habitat use of introduced *Boa constrictor* threatening the native biota of Cozumel Island, Mexico. *Biodiversity and Conservation*.
- Rosengaus, M. y Sánchez-Sesma, J. 1990. Gilbert: ejemplo de huracanes de gran intensidad. Ingeniería Hidráulica en México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa
- SARH. (). Sinopsis geohidrológica del Estado de Quintana Roo. SARH, CNA, Subdirección General de Administraciones del Agua. Gerencia de Aguas Subterráneas
- Schmitter-Soto, J. 1998. Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo. ECOSUR, Guías científicas.
- Schreber. 1774. Die Säugethiere 1(9): pl 42[1774]; text: p.187 [189] index[1774].
- Schreber. 1775. Die Säugethiere 2(13): pl 92[1775]; text: 3(21):361[1776].
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. NOM-059-SEMARNAT-2001. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo del 2002. México
- SEMARNAP-INP. 1998. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México Evaluación y Manejo, 1997-1998
- SEMARNAT, Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2002. Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Costera de la Isla Cozumel y su Área Marina de influencia. Periódico Oficial del Gobierno

del Estado de Quintana Roo.

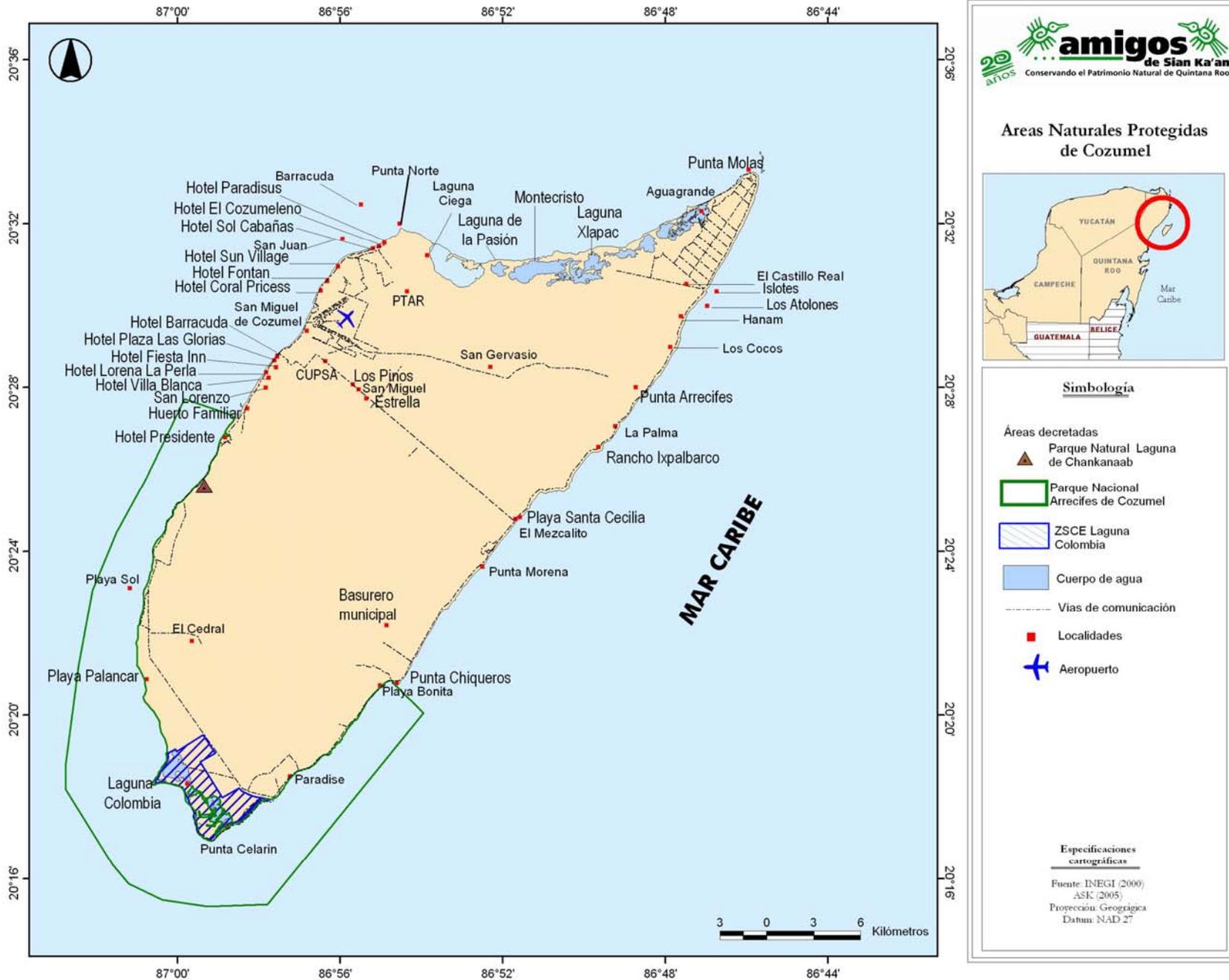
- SICS-ISRIC-FAO. 1999. Base referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos n.84, Roma.
- Steneck, R. S. et al. 2003. The Caribbean's western-most algal ridges in Cozumel, Mexico. *Coral Reefs*, 22: 27-28
- Talbot, F. yand Wilkinson, C. 2001. *Coral Reefs, Mangroves and Seagrasses: A Sourcebook for Managers*. ICRI, AIMS, GCRMN, GBRRF, IUCN, CORDIO, WWF
- Téllez-Valdés, O. y E. Cabrera, E. 1978. Listados Florísticos de México VI. Flórlula de la Isla de Cozumel, Quintana. Roo. Universidad Nacional Autónoma de México
- Téllez-Valdés, O., E. F. Cabrera-Cano, E. Linares y R. Bye. 1989. *Las plantas de Cozumel. Guía botánico-turística de la Isla Cozumel, Quintana Roo*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Uchupi, E. 1973. Eastern Yucatan continental margin and Western Caribbean Tectonics. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 57: 1075-1085.
- Universidad de Quintana Roo. 2004. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, Quintana Roo. UQROO
- Varias instituciones (). Ficha técnica Región Hidrológica Prioritaria no. 106. Cozumel. CONABIO. En línea: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_106.html
- Vega Bernal, R. 2006. Estructura y variación genética de los roedores nativos de Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- WCS (Wildlife Conservation Society) y UF (University of Florida). 2002. Range Wide Priority-Setting Workshop for American Crocodiles. October 20-23, Gainesville, Florida, US.
- Weidie, A. E. 1985. Geology of the Yucatan Platform, Part 1. EnIn: Ward, W. C.; Weidie, A. E. yand Back, W. (eds.). *Geology and Hydrogeology of the Yucatan and Quaternary Geology of Northeastern Yucatan Peninsula*. New Orleans Geological Society, New Orleans,.
- WWF y Universidad La Salle. 2004. Estudio de Oferta y Demanda de Productos Pesqueros en el Estado de Quintana Roo, México. Documento CD

V. ANEXO 1: MAPAS

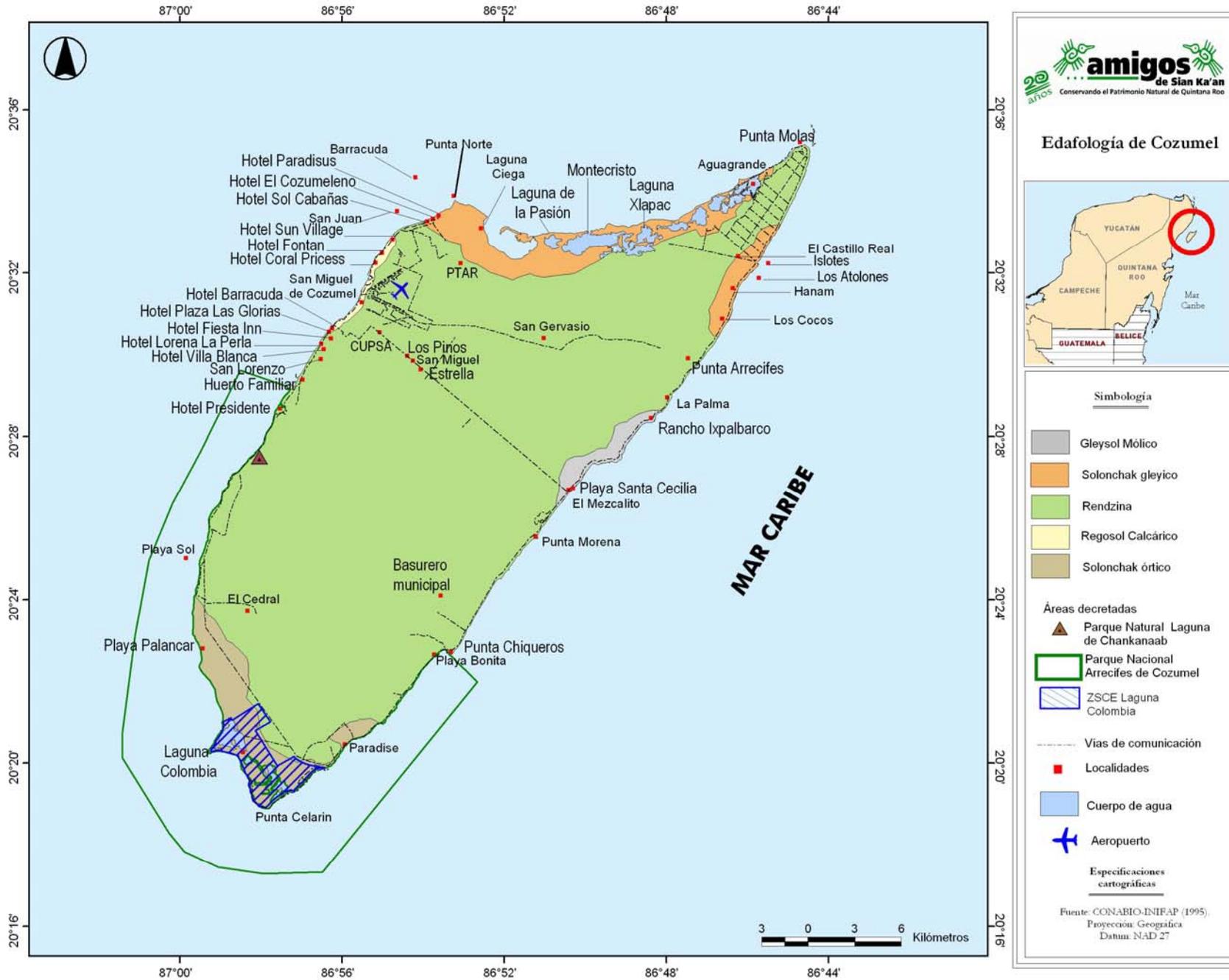
1. Mapa 1: Localización



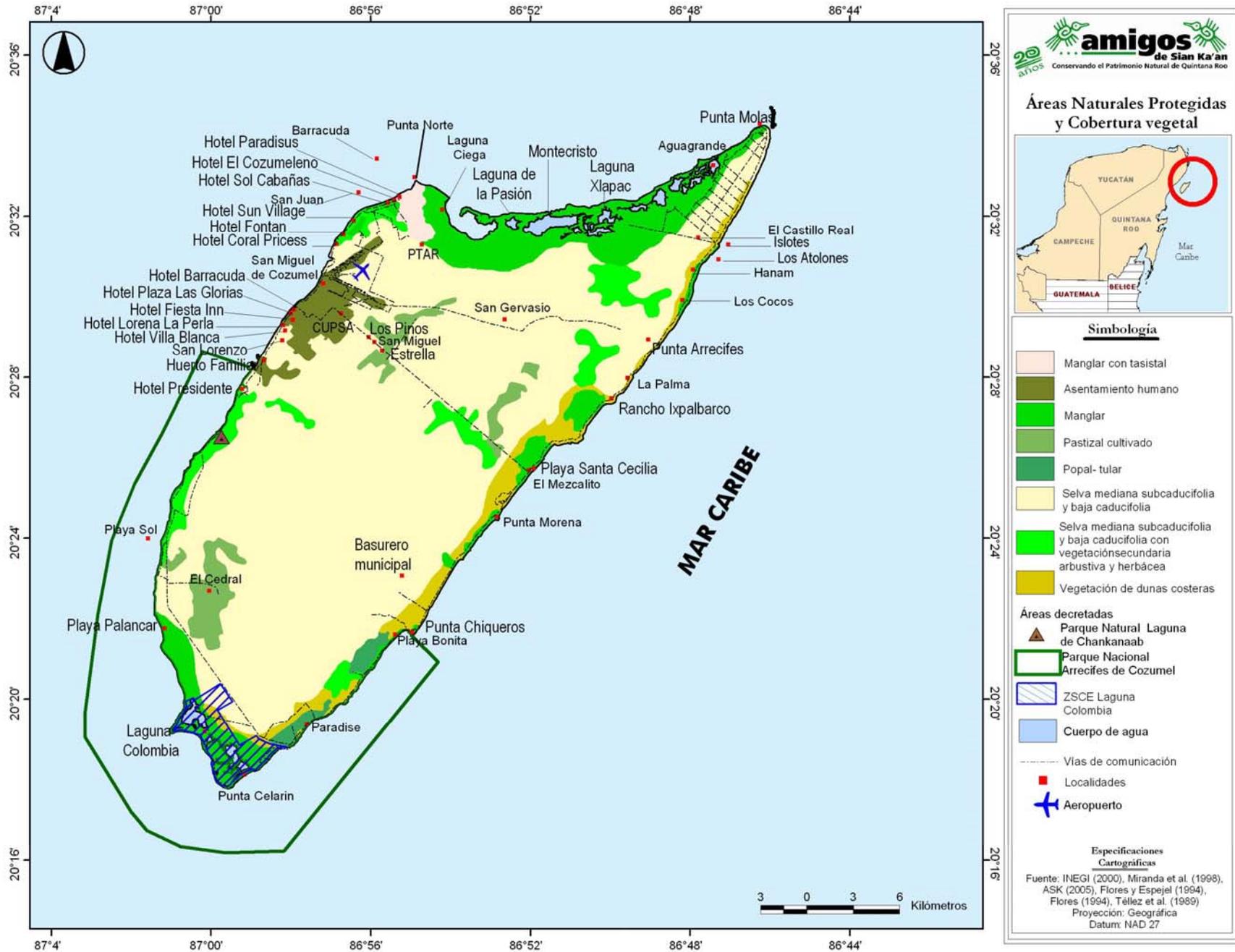
2. Mapa 2: Áreas Naturales Protegidas



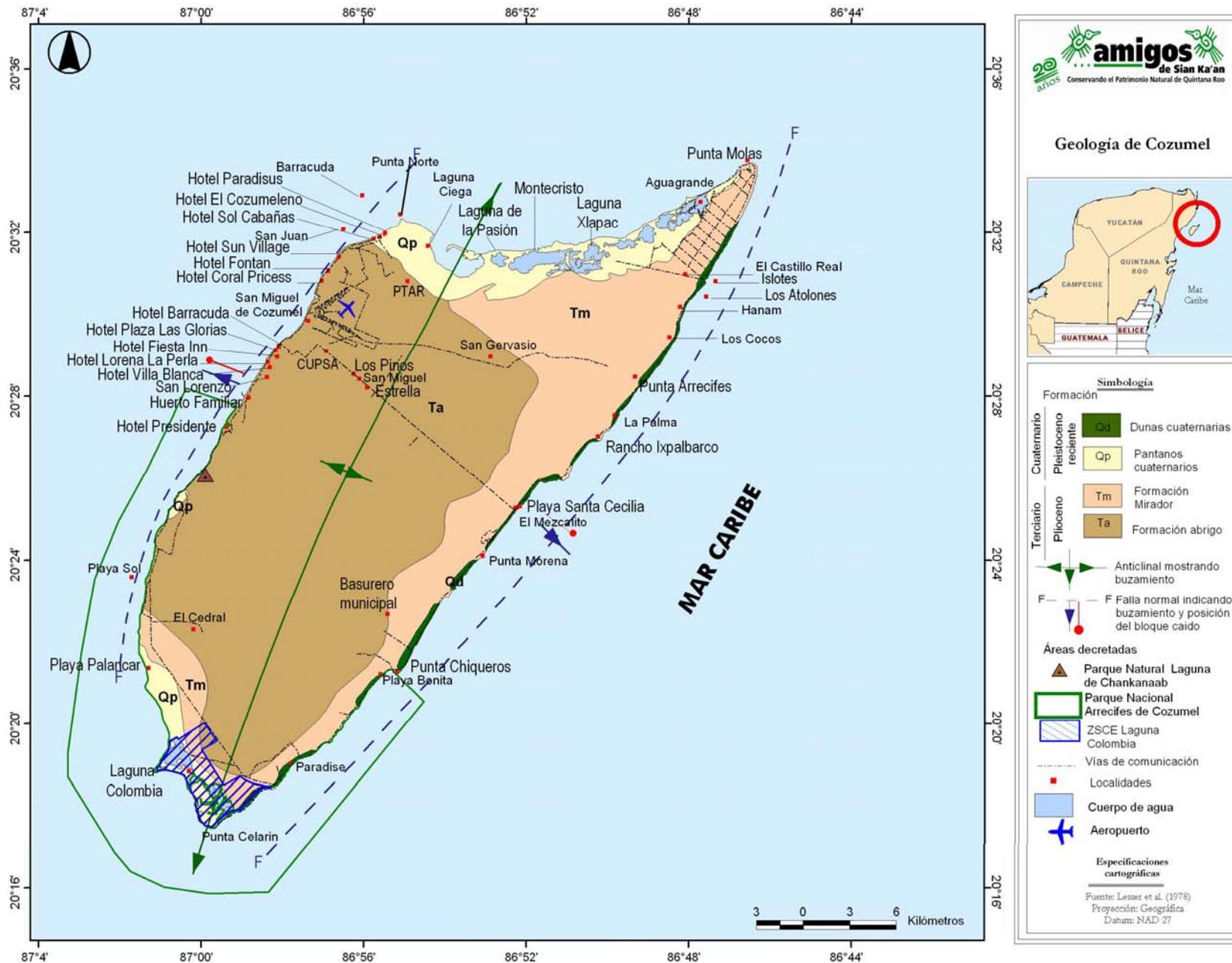
3. Mapa 3: Edafología



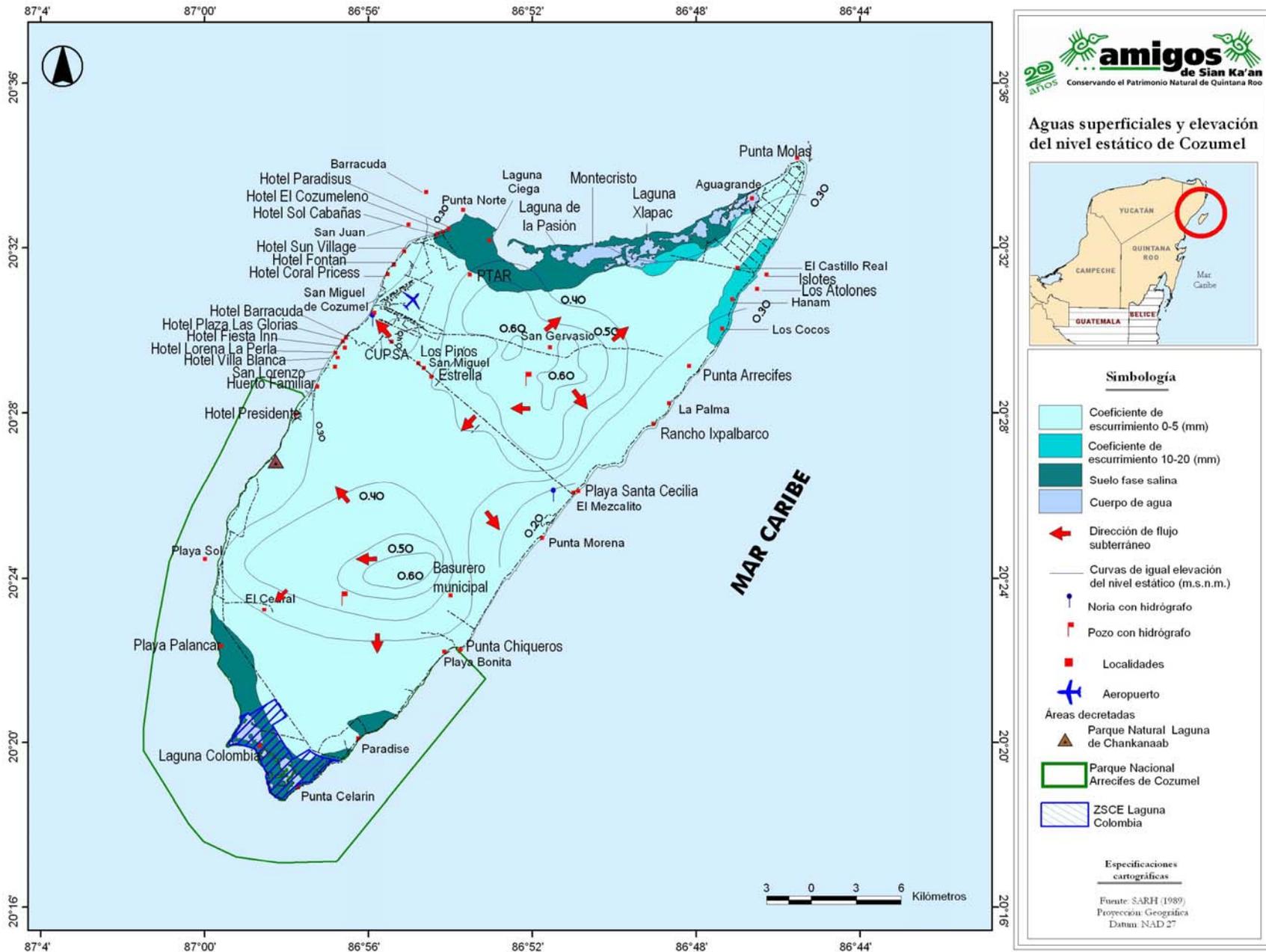
4. Mapa 4: Vegetación



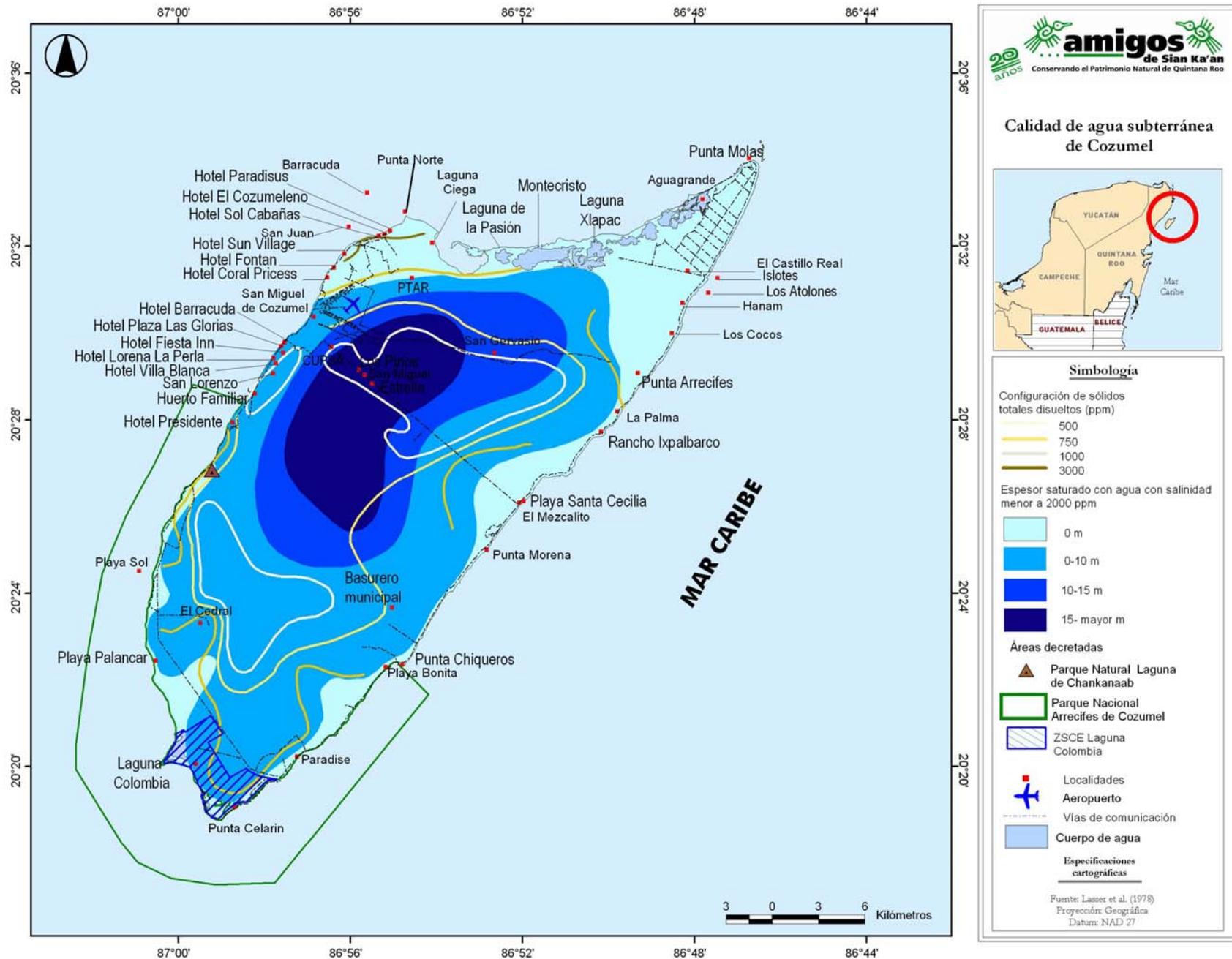
5. Mapa 5: Geología



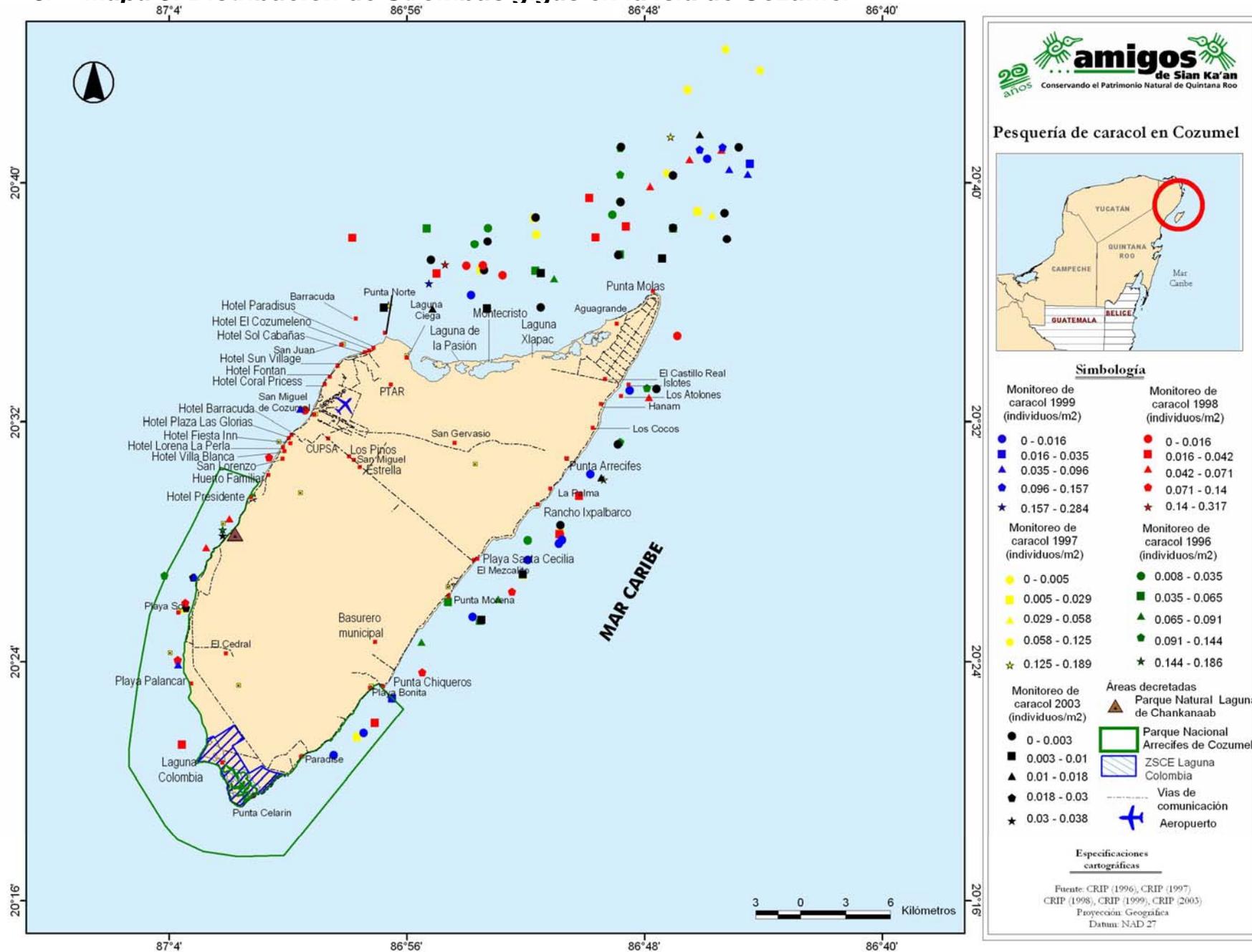
6. Mapa 6: Aguas superficiales



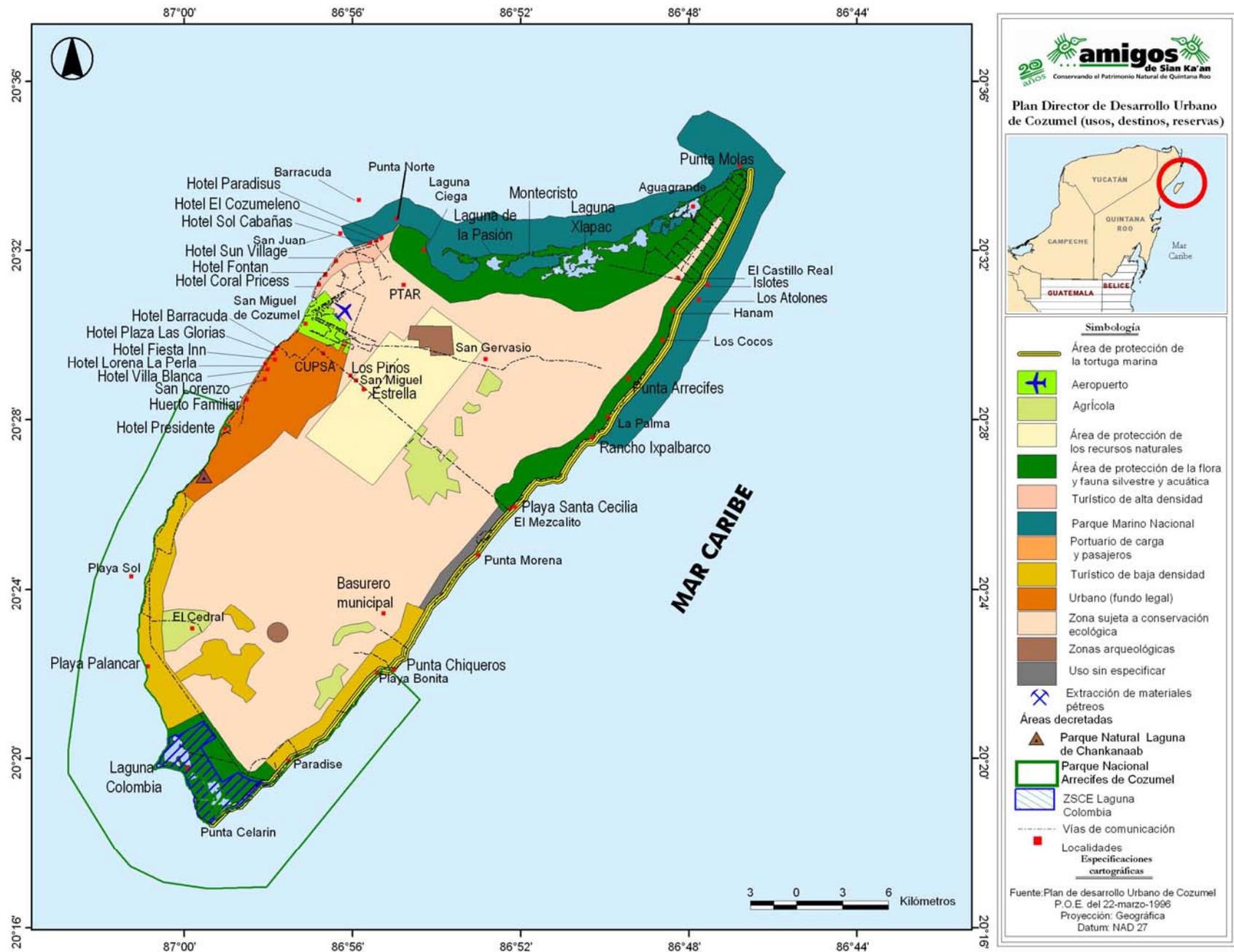
7. Mapa 7: Calidad del agua



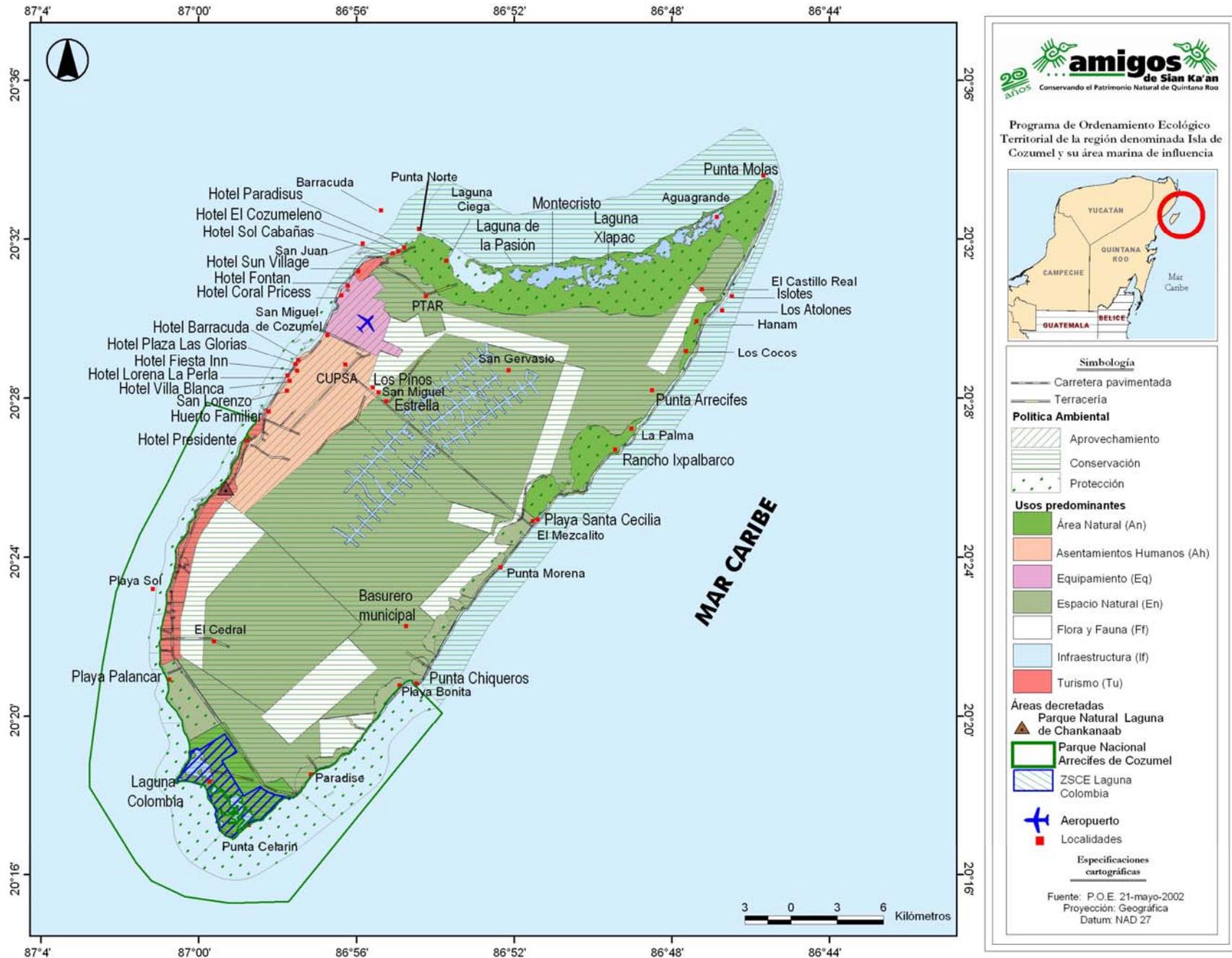
8. Mapa 8: Distribución de Strombus gigas en la Isla de Cozumel



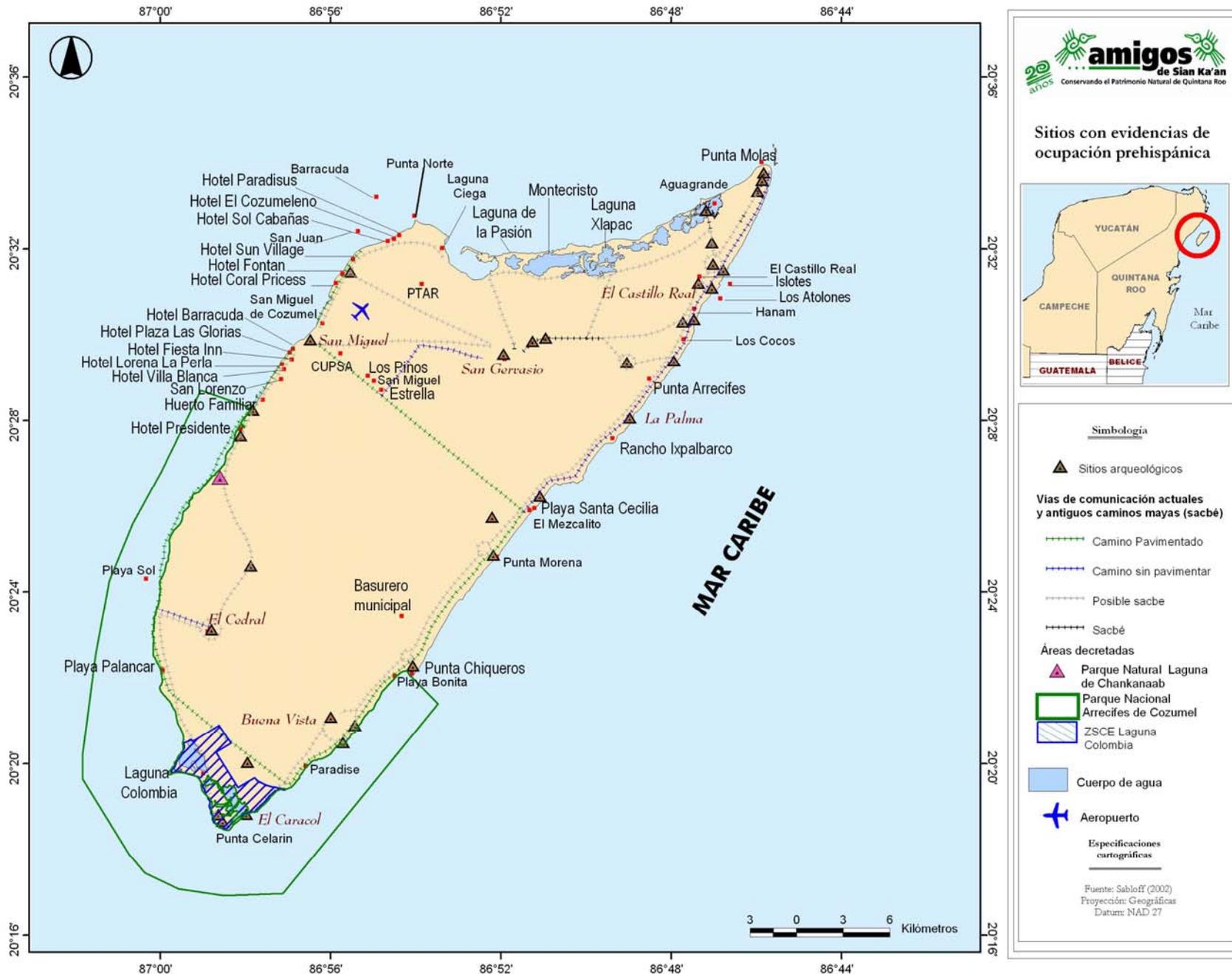
9. Mapa 9: Plan Director de Desarrollo Urbano de Cozumel (1996)



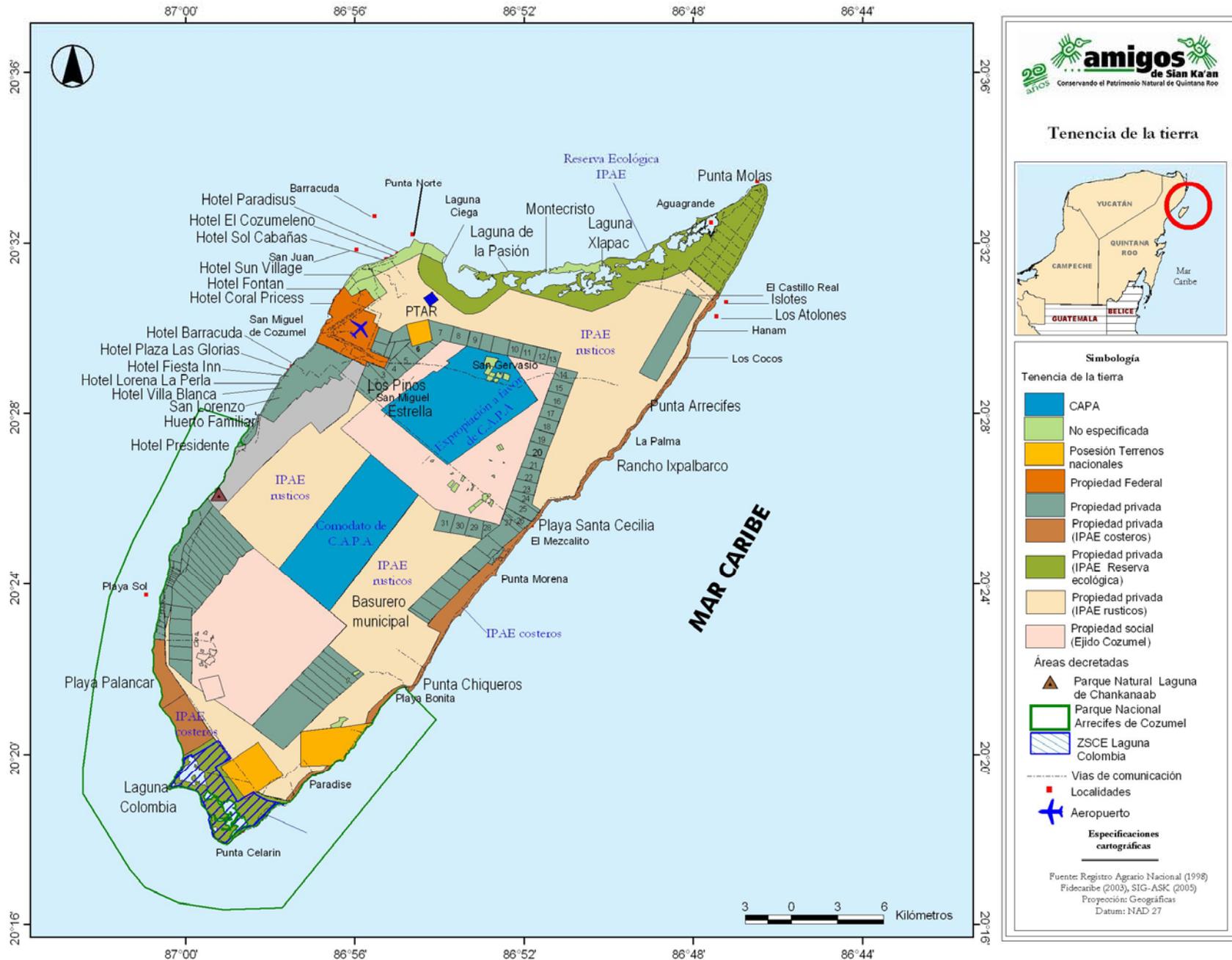
10. Mapa 10: Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Isla de Cozumel (2002)



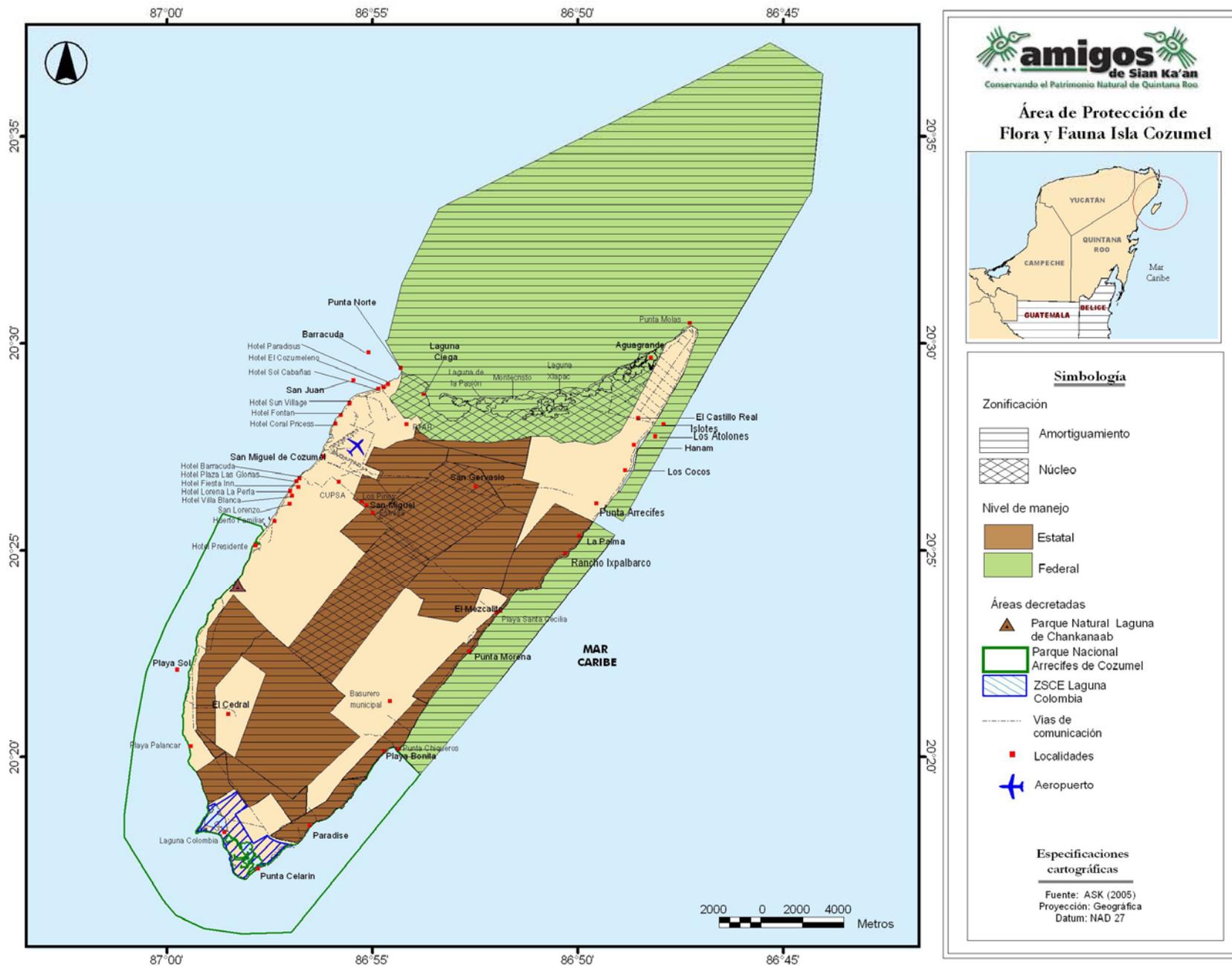
11. Mapa 11: Sitios arqueológicos



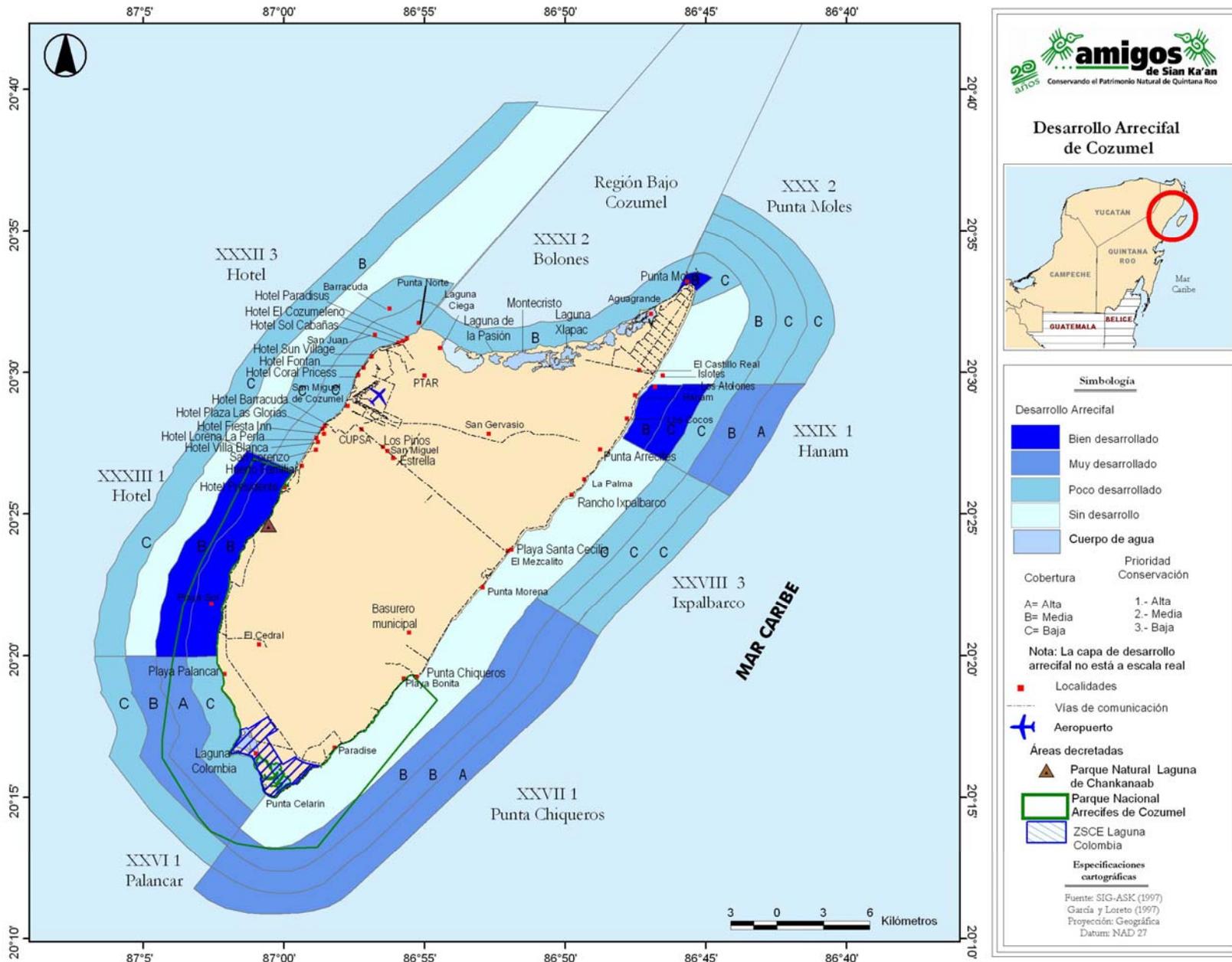
12. Mapa 12: Tenencia de la tierra



13. Mapa 13: Zonificación

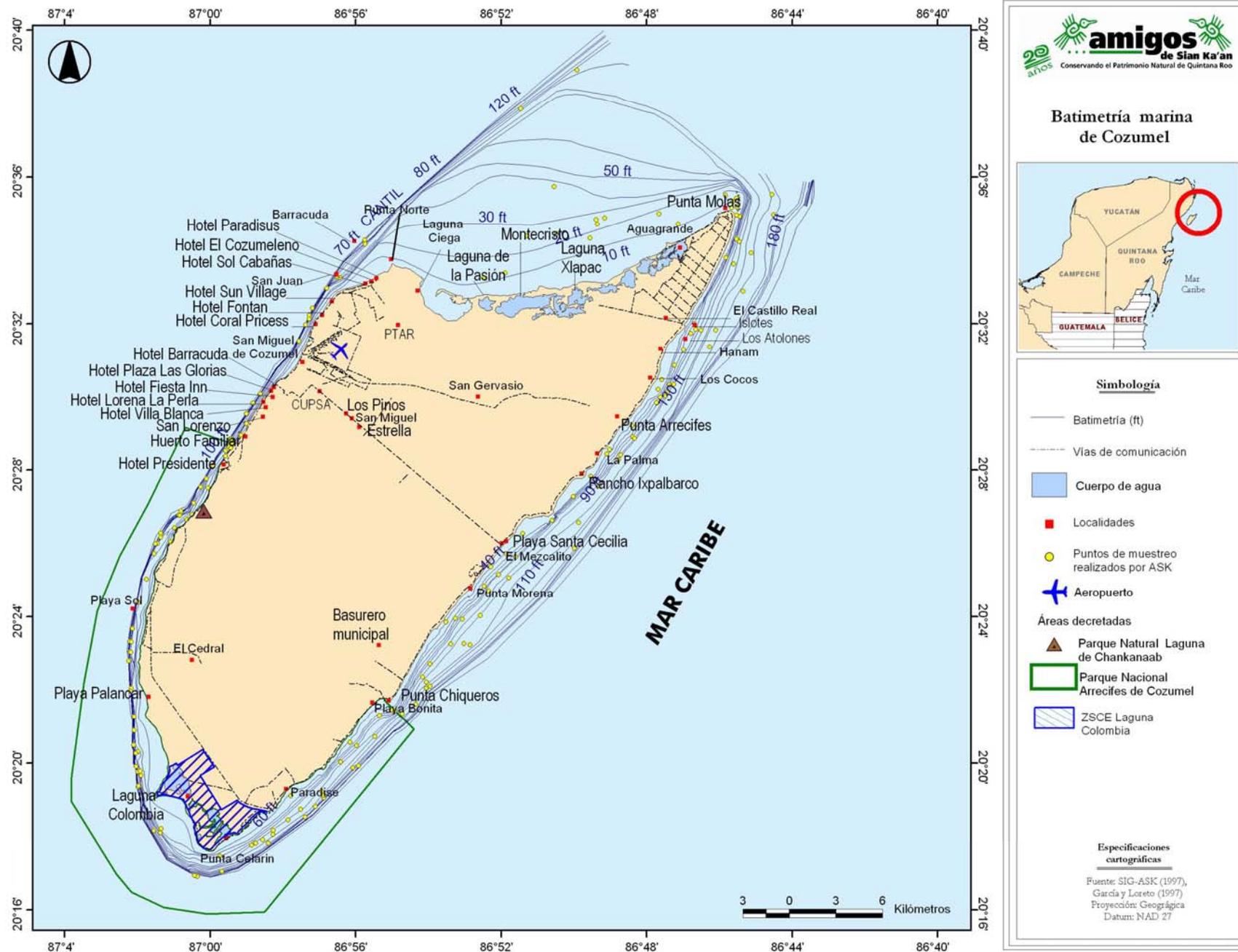


14. Mapa 14: Caracterización arrecifal



Nota: El ancho de las franjas que representan las zonas arrecifales no está a escala, sino que se ha agrandado para una mejor visualización.

15. Mapa 15: Puntos de muestreo y batimetría



VI. ANEXO 2: LISTA DE ESPECIES

1. Vegetación.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2001	
	CATEGORIA	DISTRIBUCION
Acrostichum danaeifolium		
Ambrosia hispida		
Avicennia germinans	Pr	no endémica
Batis maritima		
Borrchia sp.		
Bravaisia tubiflora		
Bumelia obtusifolia		
Calypttranthes pallens		
Capparis incana		
Casuarina equisetifolia		
Coccoloba uvifera		
Cocos nucifera		
Conocarpus erecta	Pr	no endémica
Cordia sebestena		
Elaeodendron xylocarpum		
Erithalis fruticosa		
Ernodea littoralis		
Eustoma exaltatum		
Ficus sp.		
Flaveria linearis		
Jacquinia aurantiaca		
Laguncularia racemosa	Pr	no endémica
Lantana involucrata		
Lycium carolineanum		
Lysiloma latisiliqua		
Manilkara zapota		
Moringa sp.		
Neea psychotrioides		
Pithecellobium keyense		
Randia aculeata		
Rhizophora mangle	Pr	endémica
Sabal mayarum		
Schomburgkia tibicinis		
Sesuvium portulacastrum		
Smilax dominguensis		
Suriana maritima		
Thalassia testudinum		
Thrinax radiata	A	no endémica
Tournefortia gnaphalodes		

2. *Invertebrados de aguas continentales.*

Especie	Distribución	Estado
<i>Agostocaris bozanici</i>	Endémica Cozumel	Amenazada
<i>Bahadzia bozanici</i>	Endémica Península Yucatán	Amenazada
<i>Bahadzia setodactylus</i>	Endémica Cozumel	Amenazada
<i>Bahalana mayana</i>	Endémica Península Yucatán	Amenazada
<i>Grandidierella sp.</i>		
<i>Janicea antiguensis</i>	Endémica Cozumel	
<i>Yagerocaris cozumel</i>	Endémica Cozumel	Amenazada

3. *Ictiofauna de aguas continentales.*

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2001		Distribución
	CATEGORIA	DISTRIBUCIÓN	
<i>Atherinomorus stipes</i>			
<i>Bathygobius soporator</i>			
<i>Cyprinodon artifrons</i>			Endémico Península Yucatán.
<i>Floridichthys polyommus</i>			Endémico Península Yucatán.
<i>Gambusia yucatanana yucatanana</i>			
<i>Garmanella pulchra</i>			
<i>Heterandria bimaculata</i>			
<i>Poecilia velifera</i>	A	endémica	Endémico Península Yucatán.

4. Herpetofauna (González-Baca, 2006).

GRUPO	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2001		Distribución	Estado según otros autores
		CATEGORIA	DISTRIBUCION		
Anfibios	<i>Hyla microcephala</i>				
	<i>Bufo marinus</i>				
	<i>Bufo valliceps</i>				
	<i>Scinax staufferi</i>				
	<i>Smilisca baudini</i>				
Reptiles	<i>Anolis cristatellus</i>				
	<i>Aristelliger georgeensis</i>			Endémica del Caribe mesoamericano	
	<i>Aspidoscelis cozumela</i>	Pr	endémica	Endémica de Cozumel	Amenazada
	<i>Basiliscus vittatus</i>				
	<i>Boa constrictor</i>	A		Introducida	
	<i>Caretta caretta</i>	P			Peligro de extinción
	<i>Crocodylus acutus</i>	Pr			Peligro de extinción
	<i>Ctenosaura similis</i>	A			Amenazada
	<i>Chelonia mydas</i>	P			Peligro de extinción
	<i>Dryadophis melanolomus</i> *				
	<i>Eumeces schwartzei</i>			Endémica Península de Yucatán	
	<i>Hemidactylus frenatus</i>				
	<i>Iguana iguana</i>	Pr			Amenazada
	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pr			Amenazada
	<i>Leptodeira frenata</i>				
	<i>Leptodactylus labialis</i>				
	<i>Leptotyphlops goudotii</i>				
	<i>Mabuya unimarginata</i>				
	<i>Norops rodrigueziii</i>				
	<i>Norops sagrei</i>				
	<i>Oxybelis fulgidus</i>				
	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	A			Amenazada
	<i>Sceloporus cozumelae</i>			Endémica Península de Yucatán	Amenazada
	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Pr			
	<i>Sphaerodactylus millepunctatus</i>				
	<i>Tantilla moesta</i> *				
<i>Thamnophis proximus</i>	A				
<i>Trachemys scripta</i>	Pr			Amenazada	

* Nuevos registros para Cozumel (González-Baca, 2006)

5. Avifauna.

Especies confirmadas en Cozumel (Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1996; Curry, 2004; Cuarón et al., datos no publicados; Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado)							
Especie	Nombre común	Distribución	Estacionalidad	Amenaza según varios autores	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
						CATEGORIA	DISTRIBUCION
<i>Actitis macularia</i>	Arenero manchado		RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Ajaia ajaja</i>	Espátula rosada		RESIDENTE		Abundante		
<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco		RESIDENTE	Amenazada	Abundante	Pr	no endémica
<i>Ammodramus savannarum</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Anas discors</i>	Cerceta aliazul		RESIDENTE DE INVIERNO	Amenazada	Rara		
<i>Anhinga anhinga</i>	Pato aguja		RESIDENTE		Rara		
<i>Anthracothorax prevostii</i>	Mango pechiverde		RESIDENTE		Abundante		
<i>Ardea alba</i>							
<i>Ardea herodias</i>	Garza azul mayor		OCASIONAL O ACCIDENTAL		Rara		
<i>Asio stygius</i>	búho cara oscura		OCASIONAL O ACCIDENTAL	Amenazada	No Disponible	Pr	no endémica
<i>Attila spadiceus cozumelae</i>	Atila de ancas brillantes, Atila de Cozumel	Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Abundante	Pr	no endémica
<i>Bubulcus ibis</i>	Ibis		OCASIONAL O ACCIDENTAL		Rara		
<i>Buteo magnirostris gracilis</i>	Aguililla Caminera de Cozumel	Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Abundante		
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla cangrejera, aguililla-negra menor		RESIDENTE	Amenazada	No Disponible	Pr	no endémica
<i>Butorides virescens</i>							
<i>Calidris mauri</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Calidris minutilla</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Calidris pusilla</i>							

Especies confirmadas en Cozumel (Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1996; Curry, 2004; Cuarón et al., datos no publicados; Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado)							
Especie	Nombre común	Distribución	Estacionalidad	Amenaza según varios autores	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
						CATEGORIA	DISTRIBUCION
<i>Calonectris diomedea</i>							
<i>Camptostoma imberbe</i>			RESIDENTE		Abundante		
<i>Caprimulgus badius</i>			RESIDENTE		No Disponible		
<i>Cardinalis cardinalis saturata</i>	Cardenal	Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Abundante		
<i>Cathartes aura</i>	Aura		RESIDENTE		Muy Abundante		
<i>Catharus fuscescens</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Catharus minimus</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Catharus ustulatus</i>			TRANSITORIO		No Disponible		
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Ceryle alcyon</i>	Pescador		RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Coccyzus americanus</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Coccyzus minor</i>	Cuco de manglar		RESIDENTE		Rara		
<i>Cochlearius cochlearius</i>			RESIDENTE		Rara		
<i>Coereba flaveola</i>	Platanero		RESIDENTE		Muy Abundante		
<i>Columba leucocephala</i>	Paloma Xbolon, Paloma cabeza blanca, Paloma corona blanca	Costa Carib Mesoamer. e islas Hond.	RESIDENTE	Amenazada	Abundante	A	no endémica
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común		RESIDENTE		Abundante		
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza		RESIDENTE		Abundante		
<i>Contopus cinereus</i>	Pigui tropical		TRANSITORIO		Rara		
<i>Contopus virens</i>			TRANSITORIO		No Disponible		
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote		RESIDENTE		Muy Abundante		
<i>Crax rubra griscomi</i>	Hocofaisán de Cozumel	Endémica de Cozumel	RESIDENTE	Peligro de Extinción	Rara	P	endémica
<i>Crotophaga ani</i>	Ani de pico liso, garrapatero pico liso		RESIDENTE		No Disponible	A	no endémica

Especies confirmadas en Cozumel (Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1996; Curry, 2004; Cuarón et al., datos no publicados; Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado)							
Especie	Nombre común	Distribución	Estacionalidad	Amenaza según varios autores	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
						CATEGORIA	DISTRIBUCION
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Ani de pico surcado		RESIDENTE		No Disponible		
<i>Cyclarhis gujanensis insularis</i>	Vireo pimentero	Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Abundante	Pr	endémica
<i>Chaetura pelagica</i>			TRANSITORIO		No Disponible		
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de vaux		RESIDENTE		No Disponible		
<i>Charadrius semipalmatus</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Charadrius vociferus</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Chloroceryle aenea</i>	Pescador pigmeo		RESIDENTE		Abundante		
<i>Chlorostilbon forficatus</i>	Colibrí esmeralda o tijereta, Esmeralda de Cozumel	Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Abundante		
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Jarrero		RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Chordeiles minor</i>			TRANSITORIO		No Disponible		
<i>Dendroica caerulescens</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Dendroica castanea</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Dendroica coronata</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Dendroica discolor</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Dendroica dominica</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Dendroica fusca</i>			TRANSITORIO		No Disponible		
<i>Dendroica magnolia</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Abundante		
<i>Dendroica palmarum</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Dendroica pensylvanica</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Dendroica petechia rufivertex</i>	Chipe amarillo	Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Abundante		
<i>Dendroica tigrina</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		

Especies confirmadas en Cozumel (Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1996; Curry, 2004; Cuarón et al., datos no publicados; Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado)							
Especie	Nombre común	Distribución	Estacionalidad	Amenaza según varios autores	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
						CATEGORIA	DISTRIBUCION
<i>Dendroica virens</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Dumetella carolinensis</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Egretta caerulea</i>	Garza		RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Egretta rufescens</i>	Garzita alazana, garceta rojiza		RESIDENTE	Amenazada	Rara	Pr	no endémica
<i>Egretta thula</i>	Garza blanca		RESIDENTE		Abundante		
<i>Egretta tricolor</i>	Garza		RESIDENTE		Abundante		
<i>Elaenia martinica</i>	Elania caribeña		RESIDENTE		Abundante		
<i>Empidonax minimus</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Empidonax traillii</i>							
<i>Empidonax virescens</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco		RESIDENTE		Abundante		
<i>Falco columbarius</i>	Halcón palomero		TRANSITORIO	Amenazada	Rara		
<i>Falco sparverius</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata		RESIDENTE		Abundante		
<i>Fulica americana</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Gallinula chloropus</i>			RESIDENTE		No Disponible		
<i>Geothlypis trichas</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Abundante		
<i>Guiraca caerulea</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Habia fuscicauda</i>			RESIDENTE		Rara		
<i>Helmintheros vermivorus</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Abundante		
<i>Himantopus mexicanus</i>	Zancudo cuello largo		RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Hirundo rustica</i>			TRANSITORIO		Abundante		
<i>Hylocichla mustelina</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Icteria virens</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculado, Calandria		RESIDENTE DE INVIERNO	Amenazada	Rara		

Especies confirmadas en Cozumel (Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1996; Curry, 2004; Cuarón et al., datos no publicados; Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado)							
Especie	Nombre común	Distribución	Estacionalidad	Amenaza según varios autores	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
						CATEGORIA	DISTRIBUCION
<i>Icterus galbula</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Larus argentatus</i>			RESIDENTE DE INVIERNO				
<i>Laterallus ruber</i>	Ralo rojo		RESIDENTE		No Disponible		
<i>Leptotila jamaicensis</i>	Paloma caribeña		RESIDENTE		Abundante		
<i>Limnodromus griseus</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Limnothlypis swainsonii</i>	chipe corona café		RESIDENTE DE INVIERNO	En peligro	Rara	Pr	no endémica
<i>Melanerpes aurifrons leei</i>	Carpintero frente dorada	Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Abundante		
<i>Melanerpes pygmaeus pygmaeus</i>		Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Abundante		
<i>Melanoptila glabrirostris cozumelana</i>		Endémica de Cozumel	RESIDENTE	Amenazada	Muy Abundante		
<i>Mimus gilvus</i>	Burlador negro		RESIDENTE		Abundante		
<i>Mniotilta varia</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Abundante		
<i>Myiarchus crinitus</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Myiarchus tuberculifer</i>			RESIDENTE DE VERANO		Abundante		
<i>Myiarchus tyrannulus cozumelae</i>	Mosquero crestado		RESIDENTE DE VERANO		Abundante		
<i>Myiarchus yucatanensis lanyoni</i>		Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Rara		
<i>Myiopagis viridicata</i>	Elania verduzca		RESIDENTE		Rara		
<i>Nyctanassa violacea</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Jarrero coliblanco		RESIDENTE		No Disponible		
<i>Oporornis formosus</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Oporornis philadelphia</i>							
<i>Otus guatemalae</i>			RESIDENTE		No Disponible		

Especies confirmadas en Cozumel (Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1996; Curry, 2004; Cuarón et al., datos no publicados; Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado)							
Especie	Nombre común	Distribución	Estacionalidad	Amenaza según varios autores	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
						CATEGORIA	DISTRIBUCION
<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán Pescador		RESIDENTE		Abundante		
<i>Parula americana</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Passerina ciris</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Abundante		
<i>Passerina cyanea</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Abundante		
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>							
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano		RESIDENTE		Rara		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>			RESIDENTE		Abundante		
<i>Pheucticus ludovicianus</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Phoenicopterus ruber</i>	Flamenco, flamenco americano		OCASIONAL O ACCIDENTAL	Amenazada		A	no endémica
<i>Piranga roseogularis cozumelae</i>	Tángara Yucateca	Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Rara		
<i>Piranga rubra</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Plegadis falcinellus</i>			OCASIONAL O ACCIDENTAL		No Disponible		
<i>Pluvialis squatarola</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Podilymbus podiceps</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Polioptila caerulea cozumelae</i>	Bolsero azul-gris	Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Abundante		
<i>Porphyula martinica</i>	Gallinilla morada		TRANSITORIO		No Disponible		
<i>Progne subis</i>			RESIDENTE		Rara		
<i>Protonotaria citrea</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Puffinus lherminieri</i>			OCASIONAL O ACCIDENTAL		No Disponible		
<i>Quiscalus mexicanus</i>			RESIDENTE		Muy Abundante		
<i>Rynchops niger</i>							
<i>Seiurus auropallus</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Abundante		
<i>Seiurus motacilla</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Abundante		

Especies confirmadas en Cozumel (Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1996; Curry, 2004; Cuarón et al., datos no publicados; Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado)							
Especie	Nombre común	Distribución	Estacionalidad	Amenaza según varios autores	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
						CATEGORIA	DISTRIBUCION
<i>Seiurus noveboracensis</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Setophaga ruticilla</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Abundante		
<i>Sphyrapicus varius</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Spindalis zena benedicti</i>	Tángara cabecirrayada	Endémica de Cozumel					
<i>Spizella pallida</i>			OCASIONAL O ACCIDENTAL		No Disponible		
<i>Sporophila torqueola</i>			RESIDENTE		Rara		
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>			TRANSITORIO		No Disponible		
<i>Sterna anaethetus</i>			RESIDENTE DE VERANO		No Disponible		
<i>Sterna antillarum</i>	Gaviota antillana, Golondrina marina, charrán mínimo		RESIDENTE DE VERANO	Amenazada	Rara	Pr	no endémica
<i>Sterna caspia</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Sterna maxima</i>	Gaviota real		OCASIONAL O ACCIDENTAL	Peligro de extinción	No Disponible		
<i>Tachybaptus dominicus</i>	zambullidor menor		RESIDENTE DE VERANO		No Disponible	Pr	no endémica
<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina de manglar		RESIDENTE		No Disponible		
<i>Tachycineta bicolor</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Tiaris olivacea intermedia</i>	Semillero oliváceo (Cozumel)	Endémica de Cozumel	RESIDENTE		Abundante		
<i>Toxostoma guttatum</i>	Cuitlacoche de Cozumel	Endémica de Cozumel	RESIDENTE	Peligro de extinción	Rara	P	endémica
<i>Tringa flavipes</i>							
<i>Tringa solitaria</i>							
<i>Troglodytes aedon beani</i>	Matraquita, chivirín saltapared de Cozumel	Endémica de Cozumel				Pr	endémica
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Reyezuelo tropical		RESIDENTE		Abundante		

Especies confirmadas en Cozumel (Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1996; Curry, 2004; Cuarón et al., datos no publicados; Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado)							
Especie	Nombre común	Distribución	Estacionalidad	Amenaza según varios autores	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
						CATEGORIA	DISTRIBUCION
<i>Tyrannus tyrannus</i>			TRANSITORIO		No Disponible		
<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario		RESIDENTE		No Disponible		
<i>Vermivora celata</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Vermivora peregrina</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Vermivora pinus</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Vermivora ruficapilla</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Vireo bairdi</i>	Vireo de Cozumel	Endémica de Cozumel	RESIDENTE	Protección especial	Abundante	Pr	endémica
<i>Vireo flavifrons</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		No Disponible		
<i>Vireo griseus</i>			RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Vireo magister</i>			RESIDENTE		Abundante		
<i>Vireo olivaceus</i>			TRANSITORIO		No Disponible		
<i>Volatinia jacarina</i>			RESIDENTE		Rara		
<i>Wilsonia canadensis</i>			TRANSITORIO		Rara		
<i>Wilsonia citrina</i>			RESIDENTE DE INVIERNO	Amenazada	Abundante		
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de ala blanca		RESIDENTE DE INVIERNO		Rara		
<i>Zenaida aurita</i>	Paloma zenaida, paloma aurita		OCASIONAL O ACCIDENTAL		No Disponible	Pr	no endémica

Especies con posible presencia en la isla según Howell y Webb, 1995					
Especie	Nombre común	Estacionalidad	Amenaza	NOM-059-SEMARNAT2001	
				CATEGORIA	DISTRIBUCIÓN
<i>Anas acuta</i>		RESIDENTE DE INVIERNO	Sujeta a protección especial.		
<i>Anas clypeata</i>		RESIDENTE DE INVIERNO			
<i>Anous stolidus</i>					
<i>Arenaria interpres</i>		OCASIONAL O ACCIDENTAL			
<i>Aythya affinis</i>		RESIDENTE DE INVIERNO	Sujeta a protección especial.		
<i>Aythya collaris</i>		RESIDENTE DE INVIERNO			
<i>Calidris canutus</i>		OCASIONAL O ACCIDENTAL			
<i>Calidris fuscicollis</i>		OCASIONAL O ACCIDENTAL			
<i>Claravis pretiosa</i>					
<i>Columba livia</i>	Paloma	RESIDENTE			
<i>Cyanerpes cyaneus</i>		OCASIONAL O ACCIDENTAL			
<i>Charadrius alexandrinus</i>		TRANSITORIO			
<i>Charadrius wilsonia</i>		RESIDENTE DE INVIERNO			
<i>Chlidonias niger</i>					
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico gancho	OCASIONAL O ACCIDENTAL		Pr	no endémica
<i>Dendroica striata</i>		TRANSITORIO			
<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijaereta	TRANSITORIO		Pr	no endémica
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón palomero, halcón peregrino	RESIDENTE DE INVIERNO	Amenazada	Pr	no endémica
<i>Falco rufigularis</i>		OCASIONAL O ACCIDENTAL			
<i>Gallinago gallinago</i>		RESIDENTE DE INVIERNO			
<i>Haematopus palliatus</i>		RESIDENTE DE INVIERNO			
<i>Hirundo pyrrhonota</i>		TRANSITORIO			
<i>Icterus spurius</i>					
<i>Ixobrychus exilis</i>		RESIDENTE DE INVIERNO			
<i>Larus atricilla</i>	Gaviota	OCASIONAL O			

Especies con posible presencia en la isla según Howell y Webb, 1995					
Especie	Nombre común	Estacionalidad	Amenaza	NOM-059-SEMARNAT2001	
				CATEGORIA	DISTRIBUCIÓN
		ACCIDENTAL			
<i>Molothrus ater</i>		RESIDENTE DE VERANO			
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña, cigüeña americana	TRANSITORIO	Amenazada	Pr	no endémica
<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>		RESIDENTE			
<i>Oxyura dominica</i>		RESIDENTE DE VERANO	Amenazada		
<i>Phaethon lepturus</i>		OCASIONAL O ACCIDENTAL			
<i>Phalacrocorax auritus</i>		RESIDENTE DE INVIERNO			
<i>Plegadis chihi</i>		RESIDENTE DE INVIERNO			
<i>Progne chalybea</i>		RESIDENTE DE VERANO			
<i>Riparia riparia</i>		TRANSITORIO			
<i>Sialia sialis</i>		OCASIONAL O ACCIDENTAL			
<i>Sterna dougallii</i>	Charrán rosado	TRANSITORIO		Pr	no endémica
<i>Sterna fuscata</i>		TRANSITORIO			
<i>Sterna hirundo</i>		OCASIONAL O ACCIDENTAL			
<i>Sterna sandvicensis</i>		OCASIONAL O ACCIDENTAL			
<i>Tringa melanoleuca</i>					
<i>Turdus migratorius</i>		OCASIONAL O ACCIDENTAL			
<i>Tyrannus forficatus</i>		TRANSITORIO			
<i>Vermivora chrysoptera</i>		TRANSITORIO			
<i>Vireo philadelphicus</i>		RESIDENTE DE INVIERNO			

6. Mastofauna (Cuarón et al., datos publicados).

Especie	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2001
<i>Artibeus jamaicensis yucatanicus</i>	Murciélago	Quintana Roo	
<i>Cuniculus paca nelsoni</i> *	Tepezcuintle		
<i>Dasyprocta punctata</i> *	Sereque		
<i>Dasypus novemcinctus</i> *	Armadillo		
<i>Dermanura phaeotis phaeotis</i>	Murciélago		
<i>Didelphis marsupialis cozumela</i>	Zorro blanco, Tlacuache	Isla de Cozumel	
<i>Miconycteris megalotis phaeotis</i>	Murciélago		
<i>Nasua nelsoni</i>	Pizote, Coatí cozumeleño	Isla de Cozumel	A
<i>Natalus stramineus saturatus</i>	Murciélago		
<i>Odocoileus virginianus</i> *	Venado cola blanca		
<i>Oryzomys couesi cozumelae</i>	Rata-arrocera de pantano	Isla de Cozumel	A
<i>Pecari tajacu nanas</i>	Jabalí de collar enano, Jabalí cozumeleño	Isla de Cozumel	P
<i>Peromyscus leucopus cozumelae</i>	Ratón	Isla de Cozumel	A
<i>Potos flavus</i> *	Martucha, Mico de noche		Pr
<i>Procyon pygmaeus</i>	Mapache enano, Mapache cozumeleño	Isla de Cozumel	P
<i>Reithrodontomys spectabilis</i>	Ratón-cosechero de Cozumel	Isla de Cozumel	A
<i>Trichechus manatus</i>	Manatí		P
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		

* especie introducida

7. Flora y Fauna Marina

A continuación se detallan las especies presentes en cada una de las regiones especificadas en el “Mapa 14: Caracterización arrecifal” (García y Loreto, 1997). Cada uno de los cuadros siguientes contiene las especies clasificadas en los grupos: Algas, Escleractíneos, Esponjas, Gorgónidos y Peces. Se muestra coloreadas en cada cuadro las regiones que quedan totalmente incluydas en los ACN. Al final de cada una, se resumen la cantidad de especies encontradas en cada región y el porcentaje que representa del total de especies de la isla que pertenecen a cada grupo. También se ha añadido una columna en la que se aglutina la información de las regiones marinas que pertenecen al APFFC.

ALGAS									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Acanthophora spicifera</i>							X		
<i>Acetabularia crenulata</i>					X	X		X	X
<i>Amphiroa fragilis</i>	X	X		X	X				X
<i>Amphiroa rigida</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Amphiroa sp.</i>	X							X	
<i>Amphiroa tribulus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anadyomene stellata</i>	X	X			X	X	X	X	X
<i>Avrainvillea asarifolia</i>	X		X		X	X		X	X
<i>Avrainvillea longicaulis</i>	X	X	X	X		X		X	X
<i>Avrainvillea nigricans</i>	X	X	X			X		X	X
<i>Avrainvillea rawsonii</i>	X					X	X		X
<i>Batophora sp.</i>								X	
<i>Bryopsis plumosa</i>		X				X			X
<i>Bryopsis sp.</i>				X	X				X
<i>Caulerpa cupresoides</i>	X	X	X		X		X	X	X
<i>Caulerpa mexicana</i>		X							
<i>Caulerpa racemosa</i>	X	X	X	X			X	X	X
<i>Caulerpa verticillata</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Cladocephalus luteofuscus</i>	X	X	X		X	X		X	X
<i>Cladophora prolifera</i>								X	
<i>Cladophora sp.</i>		X		X	X	X		X	X
<i>Cladophoropsis macromeres</i>								X	
<i>Codium isthmocladum</i>						X	X		X
<i>Codium repens</i>		X	X	X	X	X			X
<i>Coelothrix irregularis</i>	X	X			X	X	X	X	X
<i>Cyanophyta spp.</i>	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Chaetomorpha sp.</i>		X							
<i>Chlorophyta (indeterminada)</i>	X	X			X			X	X
<i>Dasycladus vermicularis</i>	X					X			X

ALGAS									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Derbesia sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dictyopteris delicatula</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Dictyota bartayresii</i>	X	X	X		X		X	X	X
<i>Dictyota cervicornis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dictyota ciliolata</i>		X					X		
<i>Dictyota dichotoma</i>	X	X			X		X		X
<i>Dictyota divaricata</i>	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Dictyota mertensii</i>				X					X
<i>Dictyota sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Galaxaura oblongata</i>		X	X						
<i>Galaxaura sp.</i>		X		X	X				X
<i>Galaxaura subverticillata</i>		X			X				X
<i>Gelidium sp.</i>	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Halimeda copiosa</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Halimeda discoidea</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Halimeda goreau</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halimeda incrassata</i>	X	X			X		X	X	X
<i>Halimeda lacrimosa</i>		X							
<i>Halimeda opuntia</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halimeda tuna</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halymenia sp.</i>		X							
<i>Hydrolithon boergesenii</i>								X	
<i>Hypnea sp.</i>		X							
<i>Jania adhaerens</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Laurencia intricata</i>	X		X			X	X	X	X
<i>Laurencia obtusa</i>	X							X	
<i>Laurencia papillosa</i>				X					X
<i>Laurencia poiteau</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Liagora pinnata</i>	X								
<i>Liagora sp.</i>								X	
<i>Litophyllum sp.</i>				X					X
<i>Lobophora variegata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Martensia pavonica</i>	X	X		X			X		X
<i>Martensia sp.</i>		X							
<i>Neomeria annulata</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Neononolithon spectabile</i>								X	
<i>Ochtodes secundiramea</i>		X							
<i>Padina gymnospora</i>		X	X		X	X			X
<i>Padina jamaicensis</i>			X	X		X			X

ALGAS									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Padina padina</i>		X	X	X	X	X			X
<i>Penicillus capitatus</i>	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Penicillus dumetosus</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Penicillus pyriformis</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Penicillus sp.</i>							X	X	
<i>Rhipilia tomentosa</i>	X		X			X		X	X
<i>Rhipocephalus phoenix</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhodophyta spp.</i>	X								
<i>Sargassum fluitans</i>	X	X	X	X	X			X	X
<i>Sargassum hystrix</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sargassum platycarpum</i>		X	X						
<i>Sargassum polyceratium</i>		X	X	X		X		X	X
<i>Sargassum sp.</i>					X			X	X
<i>Schizothrix calcicola</i>	X				X	X		X	X
<i>Styopodium zonale</i>		X	X	X	X	X	X		X
<i>Turbinaria turbinata</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Udotea cyathiformis</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Udotea flabellum</i>	X	X	X					X	
<i>Udotea occidentalis</i>	X	X						X	
<i>Udotea sp.</i>		X	X	X	X	X			X
<i>Udotea wilsonii</i>			X					X	
<i>Valonia macrophysa</i>	X	X	X		X	X		X	X
<i>Valonia utricularis</i>			X				X		
<i>Ventricaria ventricosa</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Wrangelia argus</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
TOTAL	56	66	50	44	53	47	38	60	68
PROPORCIÓN DEL TOTAL DE LA ISLA	59.57%	70.21%	53.19%	46.81%	56.38%	50.00%	40.43%	63.83%	72.34%

Nota: Incluye a dos especies de Hidrocorales

ESCLERACTÍNEOS									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Acropora cervicornis</i>	X	X		X			X		X
<i>Acropora palmata</i>		X		X					X
<i>Agaricia agaricites</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Agaricia fragilis</i>	X	X	X	X		X	X		X
<i>Agaricia grahamae</i>		X							
<i>Agaricia humilis</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Agaricia lamarcki</i>	X					X			X
<i>Agaricia tenuifolia</i>	X	X		X	X		X	X	X
<i>Agaricia undata</i>	X	X	X	X				X	X
<i>Colpophyllia breviserialis</i>			X				X		
<i>Colpophyllia natans</i>	X	X		X	X		X		X
<i>Dendrogyra cylindrus</i>									
<i>Dichocoenia stokesii</i>	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Diploria clivosa</i>		X	X	X	X	X	X		X
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	X	X	X	X			X		X
<i>Diploria strigosa</i>	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Eusmillia fastigiana</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Favia fragum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Helioceris cucullata</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Isophyllastrea rigida</i>	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Isophyllia sinuosa</i>		X		X			X		X
<i>Madracis decactis</i>	X	X	X		X		X	X	X
<i>Madracis formosa</i>	X	X					X		
<i>Madracis mirabilis</i>	X	X		X	X		X		X
<i>Manicina areolata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Meandrina meandrites</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Millepora alcicornis</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Millepora complanata</i>		X	X	X	X		X		X
<i>Montastraea annularis</i>	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Montastraea cavernosa</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mussa angulosa</i>	X			X					X
<i>Mycetophyllia aliciae</i>		X							
<i>Mycetophyllia danaana</i>	X	X	X	X				X	X
<i>Mycetophyllia ferox</i>	X	X	X						
<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	X	X	X				X	X	
<i>Porites astreoides</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Porites branneri</i>	X				X	X			X
<i>Porites divaricata</i>	X	X		X			X	X	X
<i>Porites furcata</i>	X	X	X		X		X	X	X
<i>Porites porites</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Scolymia cubensis</i>		X					X		
<i>Scolymia lacera</i>						X			X
<i>Scolymia wellsii</i>	X	X		X					X
<i>Siderastrea radians</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Siderastrea siderea</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Solenastrea boumoui</i>							X		

ESCLERACTÍNEOS									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Solenastrea hyades</i>									
<i>Stephanocoenia michelinii</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
TOTAL	36	40	29	33	26	19	35	21	38
PROPORCIÓN DEL TOTAL DE LA ISLA	75.00%	83.33%	60.42%	68.75%	54.17%	39.58%	72.92%	43.75%	79.17%

ESPONJAS									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Agelas clathrodes</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Agelas conifera</i>	X	X						X	
<i>Agelas schmidtii</i>	X								
<i>Agelas sp.</i>			X		X		X		X
<i>Agelas wiedenmyeri</i>	X	X						X	
<i>Amphimedon compressa</i>	X							X	
<i>Anthosigmella varians</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aplysina cauliformis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aplysina fistularis</i>	X	X		X	X		X	X	X
<i>Aplysina fulva</i>	X	X	X		X		X	X	X
<i>Aplysina lacunosa</i>	X								
<i>Aplysina sp.</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Calcarea sp.</i>								X	
<i>Calyx podatypa</i>	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Callyspongia plicifera</i>	X	X	X		X			X	X
<i>Callyspongia vaginalis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cinachyra sp</i>	X	X	X				X	X	
<i>Clathria sp</i>		X					X	X	
<i>Cliona aprica</i>	X	X						X	
<i>Cliona delitrix</i>	X	X	X	X	X			X	X
<i>Cliona langae</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Cribrochalina vasculum</i>								X	
<i>Chondrilla nucula</i>		X							
<i>Demospongia sp.</i>	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Diplastrella megastellata</i>	X								
<i>Diplastrella sp.</i>		X	X				X	X	
<i>Ectyplasia ferox</i>	X	X	X	X				X	X
<i>Geodia neptuni</i>							X	X	
<i>Haliclona sp.</i>	X	X		X	X	X		X	X
<i>Iotrochota birotulata</i>			X	X	X		X	X	X
<i>Ircinia felix</i>	X	X	X			X	X	X	X
<i>Ircinia ferox</i>	X						X		
<i>Ircinia strobilina</i>	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Leucetta barbata</i>	X	X	X		X	X			X
<i>Monachora barbadensis</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Monachora unguifera</i>		X						X	
<i>Mycale laevis</i>		X	X						
<i>Myrmekioderma styx</i>		X							
<i>Neofibularia nolitangere</i>	X	X				X	X	X	X

ESPONJAS									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Neofibularia sp.</i>	X							X	
<i>Niphates digitalis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Niphates erecta</i>	X							X	
<i>Phorbas amaranthus</i>	X	X	X		X			X	X
<i>Plakortis angulospiculatus</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Pseudoceratina crassa</i>	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Ptilocaulis sp.</i>		X					X		
<i>Rhaphidophylus venosus</i>	X		X	X	X				X
<i>Sclerospongia sp.</i>							X		
<i>Siphonodictyon coraliophagum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Siphonodictyon sp.</i>	X								
<i>Spheciospongia cuspidifera</i>	X								
<i>Spheciospongia vesparium</i>	X		X					X	
<i>Spinoseella plicifera</i>	X								
<i>Spirastrella coccinea</i>			X						
<i>Tethya sp.</i>		X							
<i>Verongula gigantea</i>	X	X		X	X		X	X	X
<i>Verongula rigida</i>			X			X			X
<i>Verongula sp.</i>							X		
<i>Xestospongia muta</i>	X	X		X	X		X	X	X
TOTAL	42	38	30	19	25	17	28	40	30
PROPORCIÓN DEL TOTAL DE LA ISLA	71.19%	64.41%	50.85%	32.20%	42.37%	28.81%	47.46%	67.80%	50.85%

Nota: Incluye a dos especies de Antipatarios.

GORGONÁCEOS									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Anthiphates sp.</i>	X								
<i>Briareum asbestinum</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Ellisella sp.</i>	X								
<i>Erythropodium caribaeorum</i>		X				X			X
<i>Eunicea caliculata</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Eunicea fusca</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Eunicea mammosa</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Eunicea palmeri</i>		X							
<i>Eunicea sp.</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Eunicea succinea</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Gorgonia flabellum</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Gorgonia mariae</i>		X	X		X	X			X
<i>Gorgonia ventalina</i>		X	X	X	X	X		X	X
<i>Iciligorgia schrammi</i>	X						X	X	
<i>Muricea elongata</i>		X	X		X			X	X
<i>Muricea laxa</i>	X	X	X		X	X		X	X
<i>Muricea muricata</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Muricea pinnata</i>			X						
<i>Muriceopsis flavida</i>		X	X	X	X	X			X
<i>Plexaura flexuosa</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Plexaura homomalla</i>		X	X	X	X	X		X	X
<i>Plexaurella nutans</i>								X	
<i>Plexaurella sp.</i>	X	X	X	X	X	X			X
<i>Pseudoplexaura flagelosa</i>			X						
<i>Pseudoplexaura porosa</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudoplexaura sp.</i>	X	X	X		X			X	X
<i>Pseudoplexaura wagnaari</i>		X							
<i>Pseudopterogorgia americana</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Pseudopterogorgia bipinnata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudopterogorgia sp.</i>	X	X	X					X	
<i>Pseudopterogorgia acerosa</i>		X							
<i>Pterogorgia citrina</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pterogorgia guadalupensis</i>	X	X			X	X		X	X
TOTAL	21	27	24	17	22	21	4	22	23
PROPORCIÓN DEL TOTAL DE LA ISLA	63.64%	81.82%	72.73%	51.52%	66.67%	63.64%	12.12%	66.67%	69.70%

PECES									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Abudefduf saxatilis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acanthurus bahianus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acanthurus coeruleus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acanthurus chirurgus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aluterus scriptus</i>	X						X		
<i>Amblycirrhitus pinos</i>	X	X						X	
<i>Anisotremus surinamensis</i>	X	X		X					X
<i>Anisotremus virginicus</i>	X	X					X	X	
<i>Apogon townsendi</i>	X	X							
<i>Aulostomus maculatus</i>		X		X	X			X	X
<i>Balistes vetula</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bodianus rufus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bothus lunatus</i>		X			X				X
<i>Calamus calamus</i>		X							
<i>Cantherhines macrocerus</i>	X	X					X	X	
<i>Cantherhines pullus</i>		X		X				X	X
<i>Canthidermis sufflamen</i>	X	X	X	X			X		X
<i>Canthigaster rostrata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Caranx bartholomaei</i>				X					X
<i>Caranx latus</i>		X			X				X
<i>Caranx ruber</i>	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Centropyge argi</i>	X	X		X	X		X	X	X
<i>Cephalopholis fulvus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Clepticus parrae</i>	X	X	X			X		X	X
Clupeidae (indeterminada)		X			X				X
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>	X	X	X		X	X		X	X
<i>Coryphopterus hyalinus</i>		X							
<i>Coryphopterus lipernes</i>								X	
<i>Chaetodon aculeatus</i>		X	X						
<i>Chaetodon capistratus</i>	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Chaetodon ocellatus</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Chaetodon sedentarius</i>		X				X			X
<i>Chaetodon striatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chromis cyanea</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chromis insolata</i>	X	X		X				X	X
<i>Chromis multilineata</i>	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Dasyatis americana</i>		X						X	
<i>Epinephelus adscensionis</i>	X				X			X	X
<i>Epinephelus cruentatus</i>	X	X			X	X	X	X	X
<i>Epinephelus guttatus</i>	X	X		X	X				X
<i>Epinephelus itajara</i>	X								
<i>Epinephelus striatus</i>						X	X		X
<i>Equetus acuminatus</i>						X			X
<i>Equetus punctatus</i>							X	X	
<i>Gerres cinereus</i>				X				X	X
<i>Ginglymostoma cirratum</i>		X		X	X				X

PECES									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Gnatholepis thompsoni</i>			X						
<i>Gobionellus saepepallens</i>					X				X
<i>Gobiosoma illecebrosus</i>	X	X				X		X	X
<i>Gramma loreto</i>		X				X		X	X
<i>Gramma melacara</i>	X	X						X	
<i>Gymnothorax miliaris</i>					X				X
<i>Gymnothorax moringa</i>	X					X		X	X
<i>Haemulon album</i>	X	X						X	
<i>Haemulon aurolineatum</i>		X	X			X			X
<i>Haemulon carbonarium</i>	X		X					X	
<i>Haemulon chrysargyreum</i>						X			X
<i>Haemulon flavolineatum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Haemulon macrostomum</i>	X		X	X	X			X	X
<i>Haemulon melanurum</i>		X	X		X	X	X		X
<i>Haemulon parra</i>		X						X	
<i>Haemulon plumieri</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Haemulon sciurus</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Halichoeres bivittatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halichoeres garnoti</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halichoeres poeyi</i>				X	X				X
<i>Halichoeres radiatus</i>		X		X			X	X	X
<i>Hemipteronotus splendens</i>				X					X
<i>Holacanthus ciliaris</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Holacanthus tricolor</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Holocentrus adscensionis</i>	X	X		X	X	X		X	X
<i>Holocentrus marianus</i>		X							
<i>Holocentrus rufus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Holocentrus vexillarius</i>					X				X
<i>Hypoplectrus indigo</i>	X	X					X		
<i>Hypoplectrus puella</i>	X	X					X	X	
<i>Hypoplectrus unicolor</i>	X								
<i>Inermia vittata</i>	X								
<i>Kyphosus sectatrix</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lactophrys bicaudalis</i>	X	X					X	X	
<i>Lactophrys polygonia</i>	X	X		X		X		X	X
<i>Lactophrys quadricornis</i>	X								
<i>Lactophrys trigonus</i>		X							
<i>Lactophrys triqueter</i>	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Liopropoma carmabi</i>	X					X		X	X
<i>Lutjanus analis</i>	X	X		X		X		X	X
<i>Lutjanus apodus</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	X								
<i>Lutjanus griseus</i>	X	X						X	
<i>Lutjanus jocu</i>	X								
<i>Lutjanus mahogoni</i>	X	X		X					X
<i>Lutjanus synagris</i>		X							

PECES									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Malacanthus plumieri</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Malacoctenus aurolineatus</i>		X							
<i>Malacoctenus macropus</i>								X	
<i>Malacoctenus triangulatus</i>		X	X	X					X
<i>Melichthys niger</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Microspathodon chrysurus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Monacanthus tuckeri</i>	X							X	
<i>Mulloidichthys martinicus</i>	X	X		X	X				X
<i>Mycteroperca bonaci</i>	X			X				X	X
<i>Mycteroperca tigris</i>		X							
<i>Mycteroperca venenosa</i>	X							X	
<i>Myripristis jacobus</i>						X			X
<i>Narcine brasiliensis</i>				X					X
<i>Ocyurus chrysurus</i>	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Ophioblennius atlanticus</i>					X				X
<i>Opistognathus aurifrons</i>		X		X	X		X		X
<i>Paranthias furcifer</i>								X	
<i>Pempheris schomburgki</i>	X	X			X				X
<i>Pomacanthus arcuatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pomacanthus paru</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Priacanthus cruentatus</i>						X			X
<i>Pseudupeneus maculatus</i>		X	X	X		X		X	X
<i>Rypticus sp.</i>					X				X
<i>Scarus coelestinus</i>	X					X			X
<i>Scarus croicensis</i>		X		X		X		X	X
<i>Scarus guacamaia</i>	X	X	X		X			X	X
<i>Scarus iserti</i>							X		
<i>Scarus taeniopterus</i>	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Scarus vetula</i>	X						X	X	
<i>Scomberomorus regalis</i>		X							
<i>Serranus annularis</i>								X	
<i>Serranus baldwini</i>			X						
<i>Serranus tabacarius</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Serranus tigrinus</i>	X	X	X		X		X	X	X
<i>Serranus tortugarum</i>			X				X		
<i>Sparisoma atomarium</i>		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sparisoma chrysopterygum</i>						X			X
<i>Sparisoma radians</i>					X	X			X
<i>Sparisoma rubripinne</i>	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Sparisoma viride</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sphoeroides spengleri</i>								X	
<i>Sphyræna barracuda</i>	X	X	X	X	X			X	X
<i>Stegastes diencaeus</i>		X	X	X					X
<i>Stegastes fuscus</i>	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Stegastes fuscus/dorsopunicans</i>			X						

PECES									
Especie	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	APFFC
<i>Stegastes leucostictus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stegastes partitus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stegastes planifrons</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stegastes variabilis</i>	X	X	X			X			X
<i>Synodus intermedius</i>								X	
<i>Synodus saurus</i>			X		X				X
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Urolophus jamaicensis</i>		X					X	X	
<i>Xanthichthys ringens</i>	X		X		X		X	X	X
TOTAL	88	99	61	68	67	64	58	89	102
PROPORCIÓN DEL TOTAL DE LA ISLA	59.86%	67.35%	41.50%	46.26%	45.58%	43.54%	39.46%	60.54%	69.39%

VII. ANEXO 3: TEXTOS DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE COZUMEL (2002)

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
Agp	1						X				Las edificaciones, aprovechamientos ganaderos y agrícolas solo se podrán llevar a cabo en las propiedades privadas y dotaciones ejidales actuales.
	2						X				Las edificaciones, aprovechamientos ganaderos y agrícolas no se podrán realizar en zonas de importancia para la reproducción de fauna silvestre.
	3						X				Las edificaciones, aprovechamientos ganaderos y agrícolas no se podrán realizar en zonas de valor arqueológico y cultural.
	4						X				Se recomienda que las actividades agropecuarias queden restringidas a las áreas actualmente utilizadas para este fin, y su reconversión a proyectos productivos alternativos como la creación de UMAS.
	5						X				Se deberá fomentar el desarrollo de proyectos alternativos a la ganadería y la agricultura, acordes a las condiciones de fragilidad y limitantes de recursos (suelo, agua).
	6						X				Se recomienda que el suministro de agua para las actividades agropecuarias y los proyectos productivos alternativos no deberá provenir del manto freático, sino de fuentes alternas como la captación y almacenamiento de agua de lluvia.
	7						X				Las excretas y residuos provenientes de las actividades agropecuarias se deberán confinar en sitios autorizados, evitando la infiltración y contaminación del acuífero.
	8						X				Las aguas residuales de las actividades pecuarias no podrán vertirse al drenaje municipal y deberán ser tratadas a través de métodos adecuados para cada tipo de desarrollo, incluyendo la disposición final de las aguas resultantes. Se prohíbe la construcción de pozos de absorción domésticos.
Ah	8					X	X			X	Se fomentará que las construcciones cuenten con sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvias.
	14					X	X			X	Queda prohibida la construcción de pozos de absorción para drenaje doméstico en zonas urbanas y rurales.
	15					X	X			X	Deberá regularse la construcción de pozos caseros para extracción de agua del manto freático.
	16					X	X	X	X	X	Se promoverá la instalación de fuentes de energía alternativa (eólica y solar) en zonas rurales.
An	1							X			Se permiten las actividades de investigación científica previa autorización de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	2							X			La colecta de especies de flora y fauna para actividades de investigación sólo podrá realizarse previa autorización de la CONANP.
	3							X			El Programa de Manejo para áreas naturales se regulará en concordancia con el decreto vigente.
	4		X	X	X			X	X		El Municipio de Cozumel y el Gobierno del Estado de Quintana Roo deberán delimitar las "Áreas de Protección de la Flora y Fauna Silvestre y Acuática" y "Área de Protección de los Recursos Naturales".
	5		X	X	X			X	X		Las áreas de protección decretadas deberán contar con un Programa de Manejo.
	6			X				X			La construcción de infraestructura, actividades productivas y recreativas en los espacios naturales con política de Protección, deberán sujetarse a un Programa de Manejo autorizado por la CONANP.
	7	X	X		X	X					Las actividades productivas que se realicen en los espacios naturales con políticas de Conservación estarán sujetas a manifestación de impacto ambiental.
	8					X		X	X		El área declarada como Protección de la Tortuga Marina en el Plan Director de Desarrollo Urbano (1996) deberá contar con un Programa de Manejo que regule las actividades a desarrollarse en esta zona durante el periodo de anidación y reproducción.
	9					X					Cualquier obra que pretenda realizarse dentro del Parque Nacional deberá contar con la opinión de la CONANP y contar con la autorización en materia de impacto ambiental.
	10					X					Cualquier tipo de actividad que se realice dentro del área del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (PNAC) deberá sujetarse a las normas y reglamentos establecidos en el Programa de Manejo y contar con la autorización de la CONANP, y deberá respetar la zonificación y el tipo de uso establecido.
	11					X					Los desarrollos residenciales y turísticos costeros que colinden con el PNAC deberán dar tratamiento a sus aguas residuales utilizando plantas de tratamiento o tecnologías de bajo impacto ambiental.
	12					X					Se prohíbe la modificación de la línea de costa, la creación de playas artificiales, la remoción o movimiento de dunas y relleno o tala de zonas de manglares y/o humedales.
C	1					X		X	X	X	No se permite la apertura de nuevos bancos de extracción de material pétreo.
	1a						X				El establecimiento de nuevos bancos de extracción de material pétreo y la ampliación de los ya existentes en la porción de la UGA T-7 colindante con la UGA T-14 se permitirán en una zona de 2 km. a la altura del km. 14+000 al 16+000 de la carretera costera sur, con una superficie total de explotación del 35%, dejando una franja de amortiguamiento de 15 metros de ancho en las colindancias con los terrenos de la UGA T-14 y estarán sujetas a la presentación de una manifestación de impacto ambiental modalidad específica.
	2						X				En los actuales bancos de extracción de material solo se permitirá la extracción de conformidad con la normatividad aplicable en la materia y un programa integral de restauración para la etapa de abandono.

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	2a						X				En la porción de la UGA T-7 ubicada al norte de la carretera transversal solo se permite la apertura de nuevos bancos de extracción de material pétreo y la ampliación de los ya existentes al noroeste de la proyección del camino de acceso de la primera línea de pozos de extracción con una superficie total de explotación del 35% del área total del predio y estarán sujetas a una manifestación de impacto ambiental.
	3						X				La ampliación de los bancos de extracción de material pétreo existentes a la altura del Km 12+00 de la carretera transversal deberá mantener una franja de amortiguamiento de hasta 100 metros de ancho en la colindancia con la UGA T9 con una superficie total de explotación de hasta el 35% del área total del predio, y estarán sujetas a una manifestación de impacto ambiental, modalidad específica
	4						X				Deberá realizarse un estudio de costo-beneficio que analice la factibilidad económica de importar material de construcción desde el continente.
	5					X	X	X	X	X	Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas.
	6						X		X	X	Los campamentos de construcción deberán ubicarse dentro de las áreas de desplante de la obra; nunca sobre humedales, Zona Federal Marítimo Terrestre o hábitats relevantes de la flora y fauna de la región.
	7						X		X	X	Los campamentos de construcción deberán contar con letrinas secas.
	8								X	X	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de colección y disposición de desechos sólidos en áreas autorizadas por el municipio.
	9					X	X		X	X	El uso de explosivos durante la construcción de cualquier tipo de obra, infraestructura o desarrollo, está sujeto a manifestación de impacto ambiental y a los lineamientos de la Secretaría de la Defensa Nacional.
	10					X	X	X	X	X	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, Zona Federal Marítimo Terrestre y áreas marinas.
	11					X	X	X	X	X	Los productos primarios de las construcciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, aguas industriales, desechos tóxicos, fertilizantes, insecticidas, aguas de lavado, bloques, losetas, ventanería, etc.) deberán disponerse en confinamientos autorizados.
	12					X	X		X	X	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.
	13					X	X	X		X	No se permitirá la construcción de infraestructura ni edificaciones en áreas bajas inundables, zonas de manglares y sistemas lagunares.
	14					X	X	X	X	X	Queda prohibida la quema de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	15					X		X	X		No se permitirá la extracción de arena de las playas como material de construcción, relleno o para la creación de playas artificiales.
	16					X	X	X	X	X	Se recomienda que las instalaciones turísticas de muy bajo impacto y palapas se construyan con más de un 75% de materiales naturales (madera, palma, arena, tierra, etc.), permitiéndose el uso de material resistente a fenómenos naturales en su estructura.
	18						X	X	X	X	Se prohíbe la construcción de cabañas ecoturísticas en zonas bajas inundables, la eliminación de la vegetación nativa y el relleno del área, promoviéndose el desarrollo de cabañas elevadas tipo palafito, particularmente en las UGA's T7, T10, T17 y T18.
Eq	3					X	X	X	X	X	Deberá existir una reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y monitoreo sobre el uso de productos químicos como agroquímicos, pesticidas, combustibles, recubrimientos de preservación, materiales de construcción, etc.
	4					X	X	X	X	X	Se prohíben los tiraderos a cielo abierto para la disposición de desechos sólidos.
	5					X					Se recomienda analizar la factibilidad de sustituir el actual tiradero municipal por un sistema de separación y reciclaje o bien la exportación de los desechos fuera de la isla.
	6					X					Deberá restaurarse el área actual del tiradero municipal a cielo abierto.
	7					X	X	X	X	X	Los asentamientos humanos deberán contar con un programa de reducción, separación y disposición de desechos sólidos.
	8					X		X			Deberá revisarse el funcionamiento y la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales e infraestructura asociada (red de drenaje, aereadores, etc.).
	9					X					La planta de tratamiento deberá adecuarse a las necesidades actuales y futuras, o en su defecto ser sustituida por una planta de mayor capacidad y eficiencia operativa.
	10					X	X	X	X	X	Toda emisión de aguas residuales deberán cumplir con la NOM-001-ECOL-1996, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.
	11					X					Deberá reglamentarse y verificarse la descarga de las pipas que trasladan material de la limpieza de fosas sépticas.
	12					X					Los lodos resultantes de la planta de tratamiento de aguas actual, así como las que se instalen a futuro, serán dispuestos controladamente para su manejo.
	13					X	X		X	X	Las cabañas ecoturísticas y casas habitación que no se encuentren conectadas al sistema de drenaje municipal deberán dirigir sus descargas hacia sistemas alternativos de tratamiento y reutilización. Se prohíbe la descarga de aguas residuales no tratadas.
	15					X	X	X	X	X	El suministro de agua potable para cualquier actividad no podrá provenir de la red de pozos que extraen del manto freático; deberán buscarse alternativas de obtención de agua.

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	17					X					La red de distribución de agua potable debe ser rehabilitada para evitar pérdidas y posteriormente someterse a un mantenimiento periódico y permanente.
	19					X		X	X		La instalación de plantas desalinizadoras deberá sujetarse a una manifestación de impacto ambiental que considere las tecnologías más modernas, particularmente acerca de la disposición de las salmueras y los mecanismos para evitar la modificación de las características fisicoquímicas del agua de mar y el impacto a hábitats costeros.
	20					X	X	X	X	X	Se promoverá que las edificaciones y áreas productivas rurales cuenten con sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia.
	21	X		X	X	X		X	X		Se prohíben las obras de dragado, apertura o ampliación de canales y cualquier obra que modifique el contorno del litoral o los flujos marino-terrestres en zonas cercanas a formaciones arrecifales, lechos de pastos marinos o sistemas lagunares.
	25	X			X						Sólo se permitirá la construcción de embarcaderos rústicos de madera para brindar servicio a embarcaciones con calado menor de 2 metros, eslora menor de 20 metros y 60 pasajeros como máximo, previa opinión de la Dirección del Parque Nacional y autorización de la instancia competente.
	27	X			X						Se prohíbe el uso de sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera para los embarcaderos rústicos.
	28					X		X	X	X	En la Zona Federal Marítimo y Terrestre sólo se permitirá la construcción de estructuras temporales como palapas y asoleaderos de madera y palma.
	29					X		X	X	X	Para la ubicación de infraestructura sobre las playas, se deberá establecer una zona de restricción de construcción, basada en un estudio de procesos costeros para la zona.
	30					X			X	X	El diseño y construcción de los desarrollos deberá considerar las condiciones naturales del área, con la finalidad de mantener los procesos estacionales de acumulación y pérdida de arena de las playas.
	31					X		X	X	X	No se permite la extracción de arena de las playas.
	33					X	X		X	X	Los desarrollos turísticos y de servicios deberán contar con planta de tratamiento propia.
	34					X					La construcción de hoteles e infraestructura asociada ocupara como máximo el 30% de frente de playa del predio que se pretende desarrollar, en una distancia mínima de 20 metros a partir de la colindancia con la Zona Federal Marítimo y Terrestre.
	35					X	X	X	X	X	Los desarrollos turísticos no podrán descargar sus aguas servidas, incluyendo aquellas con tratamiento primario, a la zona marina adyacente, cuerpos de agua o hábitats terrestres que presenten factibilidad de contaminación al manto freático.
	36							X			Las autorizaciones para la operación de tiendas de buceo y actividades acuático recreativas vinculadas a los desarrollos turísticos requieren de permiso y estarán sujetas a la normatividad ambiental vigente (Programa de Manejo del Parque Nacional).

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido	
Ff	1					X	X		X	X	Las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) deberán contar con un Programa de Manejo autorizado.	
	2					X	X		X	X	Se permite la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo extensivo para uso comercial, cinegético, repoblación o recreación.	
	3					X	X		X	X	Sólo se permite la extracción de especies señaladas en el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000 para pie de cría en UMAS.	
	4					X	X			X	Se debe promover la instrumentación de proyectos productivos alternativos a la ganadería extensiva y la agricultura existentes, como criaderos de fauna silvestre, viveros, etc.	
	5					X	X		X	X	Se fomentará el rescate de los usos tradicionales de los recursos naturales que no alteren los procesos ecológicos insulares, como la apicultura de <i>Melipona</i> sp., cultivo de frutales nativos, etc., acordes a las condiciones naturales de fragilidad del sistema insular.	
	6					X	X	X	X	X	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre y las incluidas en la NOM-059-ECOL-1994, salvo autorización expresa para las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre con fines de obtener pie de cría.	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas.
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Se deben realizar estudios específicos que permitan delimitar las áreas de reproducción de especies sujetas a estatus y elaborar programas de manejo para su conservación.
	9	X	X	X	X							Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcción de canales.
	10	X	X	X	X							El anclaje de embarcaciones sólo se permitirá en zonas arenosas libres de corales y/u otras comunidades vegetales o animales, mediante anclas para arena.
	14				X						X	La instalación de infraestructura en playas y zona litoral deberá evitar la remoción y modificación del sustrato en las zonas con pastos marinos.
	15					X			X	X	X	Las actividades recreativas en las zonas de anidación y reproducción de la fauna silvestre con estatus de protección requieren de autorización y programas de monitoreo.
	16					X			X	X	X	Las actividades recreativas en las zonas de anidación y reproducción de la fauna silvestre con estatus de protección requieren de manifestación de impacto ambiental y programa de medidas restrictivas para el periodo de reproducción y anidación.
	17					X			X	X	X	Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetos a autorización de Impacto Ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas.
	18					X			X	X	X	Queda prohibido capturar, perseguir, molestar o dañar en cualquier forma a ejemplares de las especies y subespecies de tortuga marina, así como coleccionar, poseer, comerciar con sus huevos o productos.

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	19					X	X	X	X	X	Durante el periodo de anidación de tortugas se controlará el acceso a las playas tortugueras.
	20					X	X	X	X	X	Se prohíbe la modificación de las dunas en playas tortugueras.
	21					X	X	X	X	X	Se prohíbe la iluminación directa al mar y a la playa, la iluminación artificial se suspenderá a partir de las 20:00 hrs. y hasta las 6:00 hrs. en época de anidación.
	22					X	X	X	X	X	Se prohíbe el tránsito vehicular sobre la playa durante el periodo de anidación de las tortugas.
	23					X	X	X			El Programa de Manejo para áreas protegidas deberá incorporar un monitoreo de parámetros poblacionales de tortugas.
	24		X	X							Se expedirán normas de navegación que reglamenten el tránsito durante la época de anidación y desove de las tortugas marinas, considerando: rutas, señalización, tipos de embarcación y velocidad.
	25					X	X	X	X	X	En playas tortugueras se prohíbe el tránsito e introducción de animales domésticos en la playa, en el periodo de anidación.
	26					X			X	X	Se podrán establecer viveros e invernaderos para producción de plantas de ornato y medicinales con fines comerciales, e incorporar el cultivo de especies arbóreas y arbustivas nativas con fines de reforestación de sitios sujetos a restauración.
	27							X	X	X	Se prohíbe el aprovechamiento de leña para uso doméstico y para carbón.
	27a					X	X				El aprovechamiento de leña para uso doméstico debe sujetarse a lo establecido en la NOM-012-RECNAT-1996.
	28					X	X				Deberá reglamentarse el uso de leña para la elaboración de carbón.
	29							X	X		Se prohíbe el aprovechamiento de mangle en las zonas de protección. En las áreas de conservación el aprovechamiento deberá cumplir con las disposiciones de la Norma Emergente para el Aprovechamiento de Humedales.
	30					X	X	X	X	X	Deberá sustituirse el uso de la palma chit (<i>Thrinax radiata</i>) para la elaboración de techos por otras especies que no se encuentren amenazadas o sujetas a estatus.
	31					X	X	X	X	X	Deberá realizarse un estudio del tamaño real de la población de boas (especie introducida) existente en la isla para determinar si puede convertirse en una plaga debido a la ausencia de depredadores. A partir de los resultados del estudio poblacional se podrán tomar las medidas necesarias para el manejo de esta especie.
	33								X		Se recomienda la instalación de UMAS extensivas (Que puede ser extracción de individuos de su hábitat bajo un esquema de manejo sustentable de su población y/o contemplación de la naturaleza)
	34	X	X		X	X	X			X	Se permite el desarrollo de UMAS tanto extensivas como intensivas
	35					X	X		X	X	La instalación de UMAS solo se podrán llevar a cabo en las propiedades privadas y dotaciones ejidales actuales.

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	36	X	X		X	X	X		X	X	La instalación de UMAS no podrá realizarse cuando la extracción y/o utilización de una especie o especies afecten directamente la permanencia de especies incluidas en la NOM-059-ECOL-1994.
	37					X	X		X	X	La instalación de UMAS deberá respetar las zonas con valor arqueológico y cultural a fin de permitir el acceso a éstas.
	38					X	X			X	Se recomienda que las actividades agropecuarias queden restringidas a las áreas actualmente utilizadas para este fin, y su reconversión a proyectos productivos alternativos como la creación de UMAS.
	39	X	X		X	X	X		X	X	El tipo e intensidad de la UMA deberá ser acorde a las condiciones de fragilidad y limitantes de recursos (suelo, agua y biodiversidad).
	40					X	X			X	Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre.
	41					X	X			X	Las excretas y residuos provenientes de las UMAS deberán ser utilizados para producir composta en sitios donde se evite la infiltración y contaminación del acuífero.
	42					X	X			X	Las aguas residuales de las UMAS no podrán vertirse al drenaje municipal y deberán ser tratadas a través de métodos adecuados para cada tipo de desarrollo, incluyendo la disposición final de las aguas resultantes. Se prohíbe la construcción de pozos de absorción domésticos.
	43					X	X			X	No se permite la utilización de palmas de las especies <i>Thrinax radiata</i> , <i>Pseudophoenix sargentii</i> , y <i>Coccothrinax readii</i> (chit, cuca y nakás) como material de construcción excepto las provenientes de UMAS autorizadas.
	45					X	X		X	X	Las plantas de ornato nativas como <i>Chamaedorea seifrizii</i> , <i>Beaucarnea ameliae</i> y todas las especies de orquídeas que se comercialicen deberán provenir de UMAS autorizadas
	46					X	X		X	X	El aprovechamiento de productos no maderables se permitirá bajo el esquema de UMAS.
	47	X	X		X	X	X			X	Las UMAS deberán contar con un Programa de Manejo autorizado, donde se especifique claramente las cuotas de extracción de los ejemplares procedentes de su hábitat.
	48					X	X			X	Se permite la instalación de UMAS en la modalidad de manejo extensivo para uso comercial, cinegético, repoblación o recreación.
	49					X	X			X	Sólo se permite la extracción de especies señaladas en el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000 para pie de cría en UMAS.
	50					X	X		X	X	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre y las incluidas en la NOM-059-ECOL-1994, salvo autorización expresa para las UMAS con fines de obtener pie de cría.
	53								X		Se promoverá la instalación de UMAS no extractivas, poniendo especial énfasis en los servicios de contemplación de la naturaleza en concordancia con el programa de manejo del área natural protegida.
	54	X	X		X						Se permitirá la creación UMAS para la extracción sustentable de peces de ornato.

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	55					X	X	X	X	X	Deberán llevarse a cabo campañas de control y eliminación de la fauna feral, especialmente en los alrededores del relleno sanitario.
If	2					X		X	X	X	Se prohíbe la instalación de infraestructura de comunicación o energía (postes, torres, estructuras, líneas, antenas) en zonas de alto valor escénico y/o cultural.
	3								X	X	La instalación de líneas de comunicación y conducción de energía eléctrica deberá ser autorizada mediante la evaluación de una manifestación de impacto ambiental.
	4					X	X	X	X	X	Se recomienda que el suministro de energía para las diferentes actividades provengan de fuentes alternativas (eólica o solares)
	5					X	X	X		X	Deberán revisarse las carreteras perimetral y transversal, y en su caso, realizar las modificaciones estructurales necesarias que permitan el flujo natural del agua dulce y marina y faciliten los movimientos de la fauna.
	6					X	X		X	X	Se recomienda que los nuevos caminos y las ampliaciones de los actuales se lleven a cabo con alcantarillas que garanticen los flujos de agua; los bordes deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.
	10					X	X		X	X	No se permite la instalación de cercados y/o bardas (excepto cercas vivas) que obstruyan el movimiento de la fauna silvestre.
Mae	4		X	X							Se recomienda que los reglamentos establecidos para normar las actividades en los arrecifes incluidos dentro del Parque Nacional se hagan extensivas a los arrecifes localizados fuera del Parque (Costa Oriental).
	6	X	X	X	X						Se prohíbe usar explosivos o cualquier otra sustancia que ocasione alteración a las características fisicoquímicas del agua o a los ecosistemas.
	8			X							Se prohíbe realizar actividades de dragado, o de cualquier otra naturaleza, que generen suspensión de sedimentos o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas dentro del área protegida o en zonas
	9	X	X	X	X						Se prohíbe instalar plataformas o infraestructura de cualquier índole dentro del área protegida. En las zonas externas al área, estas construcciones deberán someterse a evaluación de impacto ambiental.
	10	X	X	X	X						Fuera del área del Parque Nacional sólo se podrán ubicar y construir puntos de anclaje en arenas ubicados al menos a 500 m de distancia de los arrecifes.
	11			X							Se prohíbe el anclaje y tránsito de embarcaciones en la zona de los microatolones ubicados en el noreste de la isla.
	12	X	X	X	X						En los arrecifes no se permitirá la recolección de organismos vivos, muertos o materiales naturales, ni arrojar ningún tipo de desecho sólido o líquido.
	13					X		X	X	X	Se prohíbe cualquier tipo de modificación (compactación, eliminación de vegetación, extracción de arena, etc.) en las dunas costeras.

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	14					X		X	X	X	Donde este autorizada la construcción de edificaciones podrá llevarse después de las zonas de dunas, siempre y cuando no requiera relleno de áreas inundables ni modifique el patrón natural del escurrimiento y flujos de agua hacia la costa.
	15					X			X	X	No deberán construirse nuevos caminos vehiculares sobre dunas.
	16					X		X	X	X	Se prohíbe la construcción de andadores sobre las dunas. Donde se requiera un acceso sobre dunas, se recomienda que la construcción sea elevada y de madera para evitar afectaciones a los procesos dinámicos de la arena.
	17					X		X	X	X	La primera línea de dunas deberá conservar íntegra su estructura así como la vegetación estabilizadora.
	18					X		X	X	X	En las zonas de playa donde se presenten procesos de erosión natural se deberán establecer medidas para su control, sujetas a manifestación de impacto ambiental.
	19					X		X	X	X	No se permite el acceso de vehículos al frente de playa.
	20					X			X	X	Sólo se permiten las edificaciones recreativas y de servicios construida con materiales no permanentes y fuera de la zona de dunas costeras.
	21	X	X	X	X					X	Se prohíbe la remoción de pastos marinos.
	22					X		X	X	X	Deberán establecerse áreas de amortiguamiento de las playas (entre la línea de costa y la infraestructura costera), en las que la playa pueda expandirse y contraerse naturalmente sin necesidad de construir diques de retención o cualquier otro tipo de estructuras protectoras.
	23					X		X	X	X	La delimitación de las zonas de amortiguamiento de playa deben tomar como base la línea de vegetación permanente y considerar los cambios históricos en la posición de la línea de costa, y los cambios en la posición de dunas y línea de costa resultantes de huracanes.
	24					X	X	X	X	X	En zonas inundables se prohíbe la alteración de los flujos de agua principales y escurrimientos estacionales.
	25					X	X	X	X	X	Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de las zonas inundables y cuerpos de agua en general.
	26					X	X		X	X	En las zonas inundables, las vías de acceso terrestre vehicular deberán permitir los flujos y reflujos de agua superficial y subterránea de los ecosistemas. El cálculo del diámetro para los pasos de agua debe tomar en cuenta el volumen máximo de agua que circula durante eventos extraordinarios de precipitación.
	27					X	X	X	X	X	Se prohíbe el aprovechamiento, tala y relleno de manglar.
	28					X	X	X	X	X	Se prohíbe la realización de caminos sobre zonas de manglar.
	29					X	X	X	X	X	Se deberán rehabilitar los canales de comunicación entre los manglares que estén alterados por construcciones.

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	30					X	X	X	X	X	La eventual utilización de las zonas inundables estará sujeta a la autorización de impacto ambiental que incluya estudios de geohidrología, geomorfología, topografía, flujos y reflujos de agua, aporte de nutrientes, calidad del agua, composición de especies.
	31					X	X	X	X	X	La factibilidad ambiental de cualquier proyecto en zonas inundables debe garantizar el flujo y reflujos superficial y subterráneo del agua, así como el movimiento de las especies.
	32							X	X		Deberán preservarse las condiciones naturales de los sistemas lagunares del sur y norte de la isla. Cualquier actividad que se pretenda realizar en estos sistemas deberá estar sujeta a manifestación de impacto ambiental y, en las lagunas del sur, a los reglamentos establecidos por el Parque Nacional y su Programa de Manejo.
	33							X	X		En las áreas de protección se prohíbe la modificación de cuerpos de agua y zonas inundables.
	34					X	X	X	X	X	Se prohíbe estrictamente el vertimiento de residuos líquidos y sólidos a cuerpos de agua y zonas inundables.
	35							X	X		Se deberá restaurar la vegetación de las zonas inundables (costa nororiental) afectadas por los huracanes y por la modificación del flujo de agua producida por la carretera.
	36					X		X			Se deberá evitar el derrame de aguas servidas de la planta de tratamiento y posteriormente elaborar un programa de restauración de esta zona.
	37					X	X	X	X	X	Se prohíbe cualquier tipo de construcción o modificación física y/o escénica en cenotes, cavernas y dolinas.
	38					X	X	X	X	X	Se prohíben las quemas y la alteración de la vegetación y la topografía en un área de 100 m alrededor de cuevas y cenotes.
	39					X	X	X	X	X	No se permitirá el dragado, relleno, excavación, ampliación ni remoción de la vegetación acuática.
	40					X	X	X	X	X	Está prohibido el desmonte, chapeo y despalme en el área circunvecina a cenotes y cavernas en un radio de 100 m.
	41					X	X	X	X	X	Las obras de acceso al cuerpo de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por una manifestación de impacto ambiental.
	42					X	X	X	X	X	El uso y aprovechamiento de cenotes, dolinas y cavernas estará supeditado a estudios específicos geológicos, hidrológicos y ecológicos que determinen el nivel y tipo de aprovechamiento, sin afectar los procesos que permiten el mantenimiento de la biodiversidad y de los procesos hidrológicos y ecológicos.
	43					X	X	X	X	X	Las actividades de buceo en cenotes o cavernas deberán estar reglamentadas, definiendo número de buzos por guía, nivel de especialización del buzo, medidas de protección para la fauna y el hábitat, rutas definidas y todas aquellas normas requeridas para la preservación de estos ambientes caracterizados por especies endémicas.

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	44					X	X	X	X	X	No se permite la instalación de infraestructura en áreas cercanas a cenotes.
	45					X	X	X	X	X	No se permitirá la instalación de cableado eléctrico o equipos de iluminación dentro de los cenotes, solo estará permitido el empleo de lámparas manuales.
	46					X	X	X	X	X	Se prohíbe la extracción y colecta de flora y fauna acuática salvo autorización expresa de la SEMARNAT.
	47					X	X	X	X	X	Se recomienda el control biológico en el manejo de plagas.
	48					X					Se recomienda la utilización de fertilizantes orgánicos degradables en áreas jardinadas.
	49					X	X	X	X	X	Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes que permitan la movilización de la fauna silvestre.
	51					X	X	X	X	X	Se prohíbe la extracción de agua de cenotes.
	52	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Se prohíbe la disposición de aguas residuales en cenotes, lagunas, zonas inundables o en cualquier otro tipo de cuerpo de agua terrestre o marino.
Pe	1	X	X		X						Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas actualicen los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera, así como las temporadas de veda para las zonas que se encuentran fuera del área reglamentada por el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel.
	2	X	X		X						Se permitirá la pesca comercial de acuerdo a las temporadas de veda, cuotas de captura y artes de pesca establecidas por las autoridades competentes con base en estudios específicos.
	4				X			X			Se fomentará la pesca deportivo-recreativa de liberación.
	5	X	X	X	X						Se deberán realizar investigaciones que permitan aprovechar especies de valor comercial actualmente subexplotadas.
Tu	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	La prestación de servicios turísticos en ecosistemas costeros o marinos con presencia de manglar, zonas inundables, colindancia de arrecifes, selva y/o presencia de flora y fauna consideradas en la NOM ECOL-059, serán determinados mediante una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá garantizar el mantenimiento, características estructurales y funcionales del ecosistema y desarrollar las medidas de mitigación y monitoreo.
	2									X	En la UGA T 18 ubicada en la costa oriental en un polígono de 1,430 mts de longitud por 50 mts de ancho, colindante al norte con terrenos del FIDECARIBE al sur con la carretera perimetral al este con la Zona Federal Marítimo Terrestre y al oeste con terreno de FIDECARIBE, se podrán llevar a cabo desarrollos turísticos de muy bajo impacto (cabañas ecoturísticas de dos niveles), con densidad máxima de 1 cabaña por lote de propiedad privada titulados a ejidatarios de 1000 m2, coeficiente de ocupación del suelo del 30 % y coeficiente de utilización del suelo (CUS) de 0.5 exclusivamente en las actuales dotaciones ejidales de la costa oriental.

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	8						X				En la UGA T 7 se podrán construir desarrollos residencial turístico campestre con una densidad máxima de 1 cabaña o vivienda/4ha. (equivalente a cinco cuartos de hotel), con dos niveles máximos, sobre una propiedad de 4 Ha., exclusivamente en las actuales dotaciones que fueron tituladas a los ejidatarios.
	9						X				En las propiedades tituladas a ejidatarios que contengan las UGAs T7, T8 y T9 en la costa oriental, podrán concentrar su densidad según lo establecido en el criterio Tu8 en la parte comprendida en la UGA T7, para evitar la afectación de las zonas bajas inundables.
	11								X		En la UGA T 17 ubicada en la costa nororiental se podrán construir dos cuartos por hectárea (preferentemente palafitos elevados), bajo las condicionantes de protección establecidas para zonas costeras inundables. Deberán sujetarse a las normas para la protección de la vegetación nativa inundable y el tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos, evitando el relleno de las zonas bajas.
	13					X					Se permitirá la instalación de campos de golf en la zona Norte de la Isla (UGA's T4 y T10) y en la zona para la reserva urbana (UGA T12), en unidades ambientales de fragilidad media alejadas de los principales sistemas arrecifales y zonas inundables, los que deberán someterse a las especificaciones de este POE y a las normas establecidas para campos de golf en el Estado de Quintana Roo.
	14					X					La autorización de campos de golf está condicionada a evaluación de impacto ambiental. No se permitirán campos de golf en la zona sur de la isla desde la avenida Claudio Canto Anduze hasta Punta sur desde la línea de costa hasta el centro de la isla hacia el Este, por ser la zona terrestre de mayor influencia sobre los arrecifes coralinos.
	15					X					El área de desplante para los campos de golf no deberá afectar la cobertura de vegetación natural definida para la unidad.
	16					X					El tiempo de permanencia de los agroquímicos utilizados en los campos de golf no deberá ser superior a 48 hrs.
	17					X					El sistema de riego no podrá extraer agua del manto freático. Podrá obtenerla a partir de la desalinización de agua de mar o de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
	18					X					En vialidades, zonas adyacentes a los "fairway", "tees" y "greens" de los campos de golf, se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa.
	19					X					El diseño de los campos de golf deberá considerar las topoformas naturales y evitar la modificación drástica de éstas, particularmente el relleno de zonas bajas y la interrupción de flujos de agua superficiales hacia zonas inundables o sistemas lagunares.
	20					X					Se prohíbe que en las áreas donde se instalen campos de golf se modifiquen cuerpos de agua, zonas inundables y manglares.

Uso	Criterio	M1	M17	M18	M19	T4	T7	T9	T17	T18	Contenido
	21					X					Los campos de golf deberán contar con un vivero de plantas nativas para la restauración de las zonas perturbadas.
	22					X		X			Solo se permite el uso ecoturístico bajo las modalidades de contemplación de la naturaleza y senderismo.
	23					X	X	X	X	X	Se deben delimitar las áreas de importancia arqueológica y cultural y elaborar programas de manejo y protección de las mismas.
	24					X	X	X	X	X	En las zonas costeras destinadas al desarrollo turístico -actual y potencial- se deberá respetar la servidumbre de paso y garantizar el libre acceso de la población a las zonas de playa.
	25						X		X	X	El Programa de Ordenamiento Ecológico deberá contar con un grupo técnico de seguimiento y monitoreo que evalúe el cumplimiento de las condicionantes establecidas.

Abreviaciones:

- Agp: Actividades Agropecuarias.
- Ah: Asentamientos humanos.
- An: Áreas Naturales.
- C: Construcción.
- Eq: Equipamiento.
- Ff: Flora y Fauna.
- If: Infraestructura.
- Mae: Manejo de Ecosistemas.
- Pe: Pesca.
- Tu: Turismo.

Nota: Las UGAs precedidas por "T" son del ámbito terrestre, mientras las "M" lo son del marino.