

Campeche

El clima costero

Sistema hidrográfico

Los paisajes de las playas y dunas

Tipos de dunas y extensión

Tipo de arena

Flora

Estado de conservación de las dunas costeras

Los espacios protegidos y de importancia biológica

Problemática y diagnóstico

Usos del suelo · Geomorfología, biodiversidad y vegetación · Agricultura y ganadería

Desarrollos turísticos y urbanos · Industria e infraestructura costera · Erosión

· Vulnerabilidad ante el cambio climático

Recomendaciones y planes de manejo

Foto: Gerardo Sánchez Vigil



Foto: Gerardo Sánchez Vigil

Hugo López Rosas
Patricia Moreno-Casasola
Dulce Infante Mata
Ileana Espejel
Óscar Jiménez-Orocio
Ma. Luisa Martínez
Natalia Rodríguez-Revelo
Verónica E. Espejel González
Roberto Monroy

El estado de Campeche representa la transición entre el Golfo y Caribe de México, y sus arenas aumentan de contenido de carbonato de calcio hacia el borde con Yucatán. Se localiza entre Tabasco al oeste y Yucatán al noreste. La capital es Campeche, ciudad con un alto valor histórico que se encuentra en la costa, sobre suelos rocosos de caliza. Ciudad del Carmen es la segunda ciudad más importante del estado y se ubica sobre una isla arenosa que cierra la boca de la Laguna de Términos. La costa de Campeche es una de las más amenazadas por el elevamiento del nivel del mar debido al cambio climático por lo que es un estado prioritario en materia de manejo costero, en especial de restauración de dunas costeras en su función protectora de la población costera.

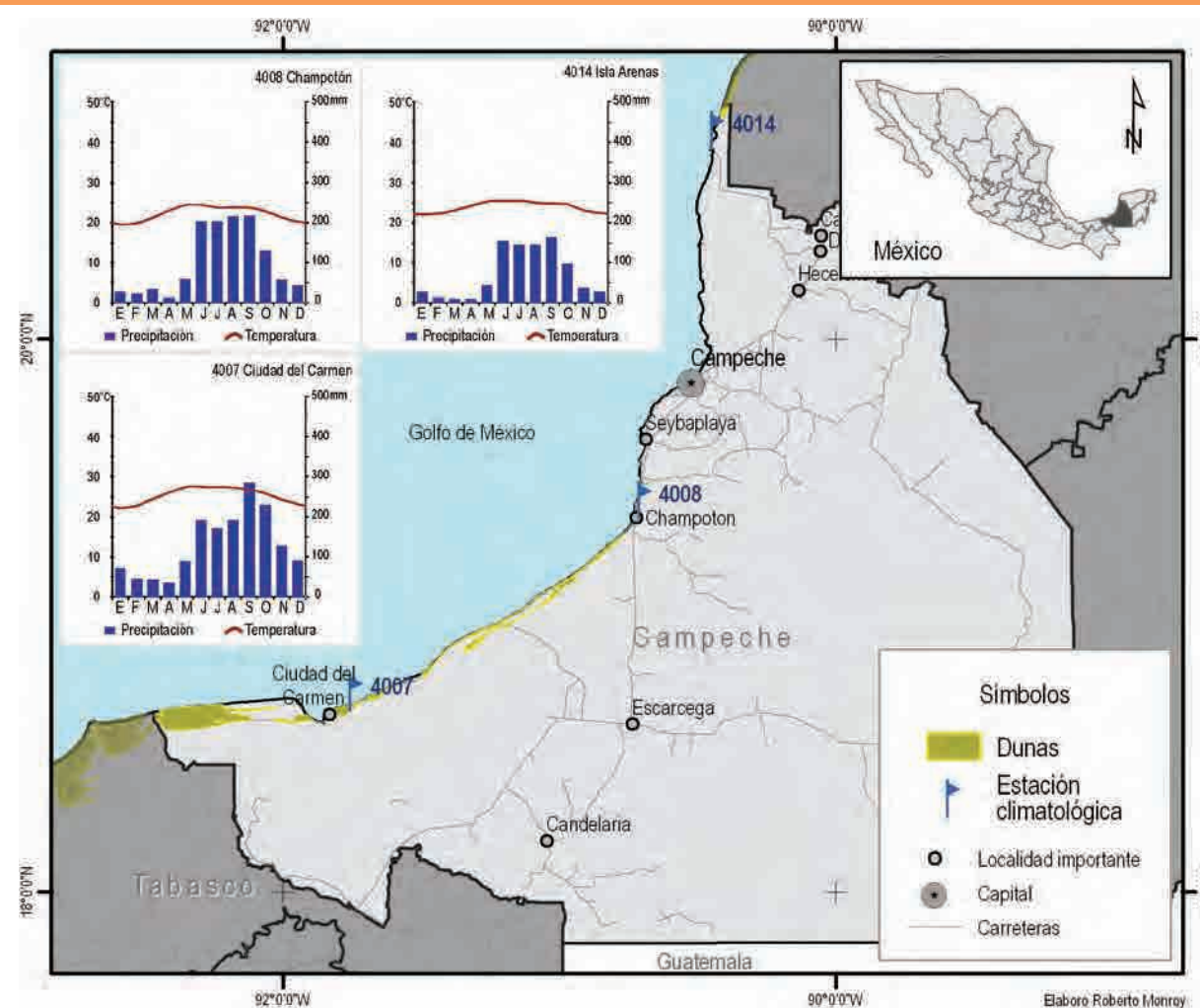
La costa del estado de Campeche tiene una longitud de 523 km y una superficie de 43,534 ha cubiertas por dunas, siendo el cuarto estado con la mayor extensión de dunas frontales. Ciudad del Carmen es la isla más poblada de México con 169,466 habitantes (INEGI 2010). El estado pertenece a la región que más vegetación de dunas ha perdido en 30 años (Seingier, et al., 2009)

El clima costero

Campeche presenta un clima cálido-húmedo con precipitación promedio anual de 1,272 mm. La distribución de la precipitación es bastante heterogénea en el estado, pues en la región sur-suroeste se alcanza una precipitación promedio anual que va de 1,500 a 1,800 mm, mientras que en la zona costera del norte del estado la precipitación promedio anual tiene un intervalo de 700 a 900 mm (Rebolledo Vieyra, 2010). La temperatura media anual es de 26.2 °C, siendo más cálida en la zona costera (26.75 °C). Desde el punto de vista climático, la península está sujeta a la influencia de los vientos alisios del este y del noreste; en el verano y otoño la influencia más notoria proviene de los ciclones tropicales y en el invierno es la de los nortes, que con sus vientos húmedos contribuyen a elevar el porcentaje de lluvia invernal (entre 5 y 10% de la total anual) (Ortiz Pérez y de la Lanza Espino, 2006). La figura 1 muestra el climograma de Campeche.

Las islas del Sistema Arrecifal Alacranes tienen un clima cálido seco (BSo(h')w(x')(e)w'), con una oscilación anual extremosa. La temperatura mínima no baja de 10 °C y la máxima no llega a 40 °C, con una media anual de 26.7 °C. La lluvia es escasa, siendo mayor en agosto y septiembre, con una sequía intensa intraestival, con una media anual de 476.1 mm. Los vientos dominantes van hacia el este y noreste y son responsables de la escasa humedad relativa, siendo febrero el mes con mayores vientos.

Los huracanes y tormentas tropicales que han afectado a Campeche tienen repercusiones sobre la costa ya que han destruido grandes cantidades de matorral que



▲ figura 1. Climograma de diferentes estaciones ubicadas en la costa del estado de Campeche. Se observa que es un clima cálido y lluvioso.

no ha logrado recuperarse. En los últimos 50 años solamente una tormenta tropical y ningún huracán han hecho tierra directamente sobre el estado de Campeche.

Sistema hidrográfico

La geología superficial de la península de Yucatán está formada principalmente por sedimentos pertenecientes al Cenozoico, predominando los sedimentos de origen calcáreo que le han brindado el carácter cárstico (entendiendo como cárstico al terreno calcáreo altamente fracturado, con gran número de cavidades de disolución: cavernas y cenotes) que controla la hidrogeología de la Península. En la porción sur-suroeste del territorio de Campeche se concentra el mayor número de corrientes superficiales (ríos, lagos, lagunas y esteros). Las corrientes superficiales de esta zona pertenecen a distintas cuencas, siendo la de mayor extensión la del sistema Grijalva-Usumacinta, seguida por las cuencas de los ríos Candelaria, Chumpán y Mamantel (Rebolledo Vieyra, 2010).

Los principales ríos en Campeche se ubican hacia el suroeste del estado. El Río Usumacinta es el límite natural con Tabasco y entre sus afluentes están los Ríos Palizada, Río San Pedro y San Pablo. El Río Candelaria se forma en la región del Petén, en Guatemala y desemboca en la Laguna de Términos, al igual que el Río Chumpán. El Río Mamantel desemboca en la Laguna del Panlau, y el Río Champotón en el delta entre Punta de Paraíso y Punta Couoh, junto al poblado de Champotón. En el estado no hay presas, pero la Comisión Federal de Electricidad tiene un proyecto hidroeléctrico en Tenosique, Tabasco (Amezcuca et al., 2007), con el que se represaría el Río Usumacinta en el cañón de Boca del Cerro, lo que modificaría los patrones hidrológicos de aporte de sedimentos y nutrientes en los humedales y dunas costeras de Tabasco y Campeche (Amezcuca et al., 2007).

Un rasgo importante es el conjunto lagunar que rodea la laguna de Términos, formando el sistema de lagunas más importante de país. De oeste a este se encuentran: Atasta, Pom, Puerto Rico, El Este, Del Vapor, Del Corte, Pargos y Panlau. Su formación ha ocurrido durante los últimos cinco mil años, debido a la acumulación de sedimentos transportados por los ríos que desembocan en el sistema lagunar, lo que ha generado la formación de islas en barrera alrededor de las depresiones del terreno (Rebolledo Vieyra, 2010).

Los paisajes de las playas y dunas

El estado de Campeche pertenece a dos regiones, la Costa Centro Sur (junto con el sur de Veracruz y Tabasco), así como a la región Costa Noroccidental de la Península de Yucatán (Ortiz Pérez y de la Lanza Espino, 2006). El litoral de ambas regiones tiene una orientación totalmente distinta, lo cual repercute en los sistemas de playas y dunas. Estas dos regiones presentan características distintivas. La primera región (Costa Centro Sur) colinda con Tabasco, y comprende a los principales sistemas deltaicos y estuarinos. Al igual que sucede en Tabasco, en esta zona de Campeche la línea de costa es baja y arenosa con islas de barrera formadas por la sucesión continua de cordones de playa, constituidas en el Holoceno, producto de una fuente constante de sedimentos retrabajados por la acción de las corrientes de deriva costera y que flanquearon el frente de las planicies deltaicas (figura 2). Estos cordones se extienden desde la desembocadura del río Tonalá hasta el complejo lagunar de Términos (Ortiz Pérez y de la Lanza Espino, 2006).



▲ a)



▲ c)



▲ b)



▲ d)

▲ figura 2.

Vistas de las playas y dunas costeras de Campeche. a) Playa con vegetación herbácea y matorrales en buen estado de conservación; b) Campo de dunas embrionarias; c) Matorral sobre el primer cordón de dunas; d) Cultivos de henequén y cocotales sobre dunas costeras.

(Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

El ancho de la franja de cordones en la zona de Campeche es variable y está fragmentado casi todo, excepto donde hay manglar, por una carretera que ha propiciado el desarrollo de múltiples balnearios que han arrasado con la vegetación nativa.

En la sección correspondiente a la región Costa Noroccidental de la Península, la costa se orienta con rumbo norte-sur y constituye parte de la geología de la península de Yucatán, formada por rocas calizas en donde domina el carbonato de calcio. Uno de los rasgos más notables es la ausencia de drenaje superficial o carencia de ríos, ya que el escurrimiento se lleva a cabo a través de la red del drenaje subterráneo, que en la llanura costera se manifiesta a través de manantiales cársticos conocidos

como cenotes y/o petenes. Dominan las planicies de playas bajas acumulativas (Ortiz Pérez y de la Lanza Espino, 2006).

El Banco Arrecifal de Campeche está formado por seis estructuras arrecifales emergentes que forman un arco desde el oeste al noreste del Banco de Campeche. Estos arrecifes coralinos están conformados por Arrecife Arcas, en donde se ubican Cayo Arcas, Cayo Este y Cayo Oeste, los únicos tres sistemas de playas y dunas arenosas. El resto del sistema está formado por el Arrecife Triángulos (donde se encuentran los sistemas arreci-

fales de Triángulos Oeste y Triángulos Este y Sur), Arrecife Arenas, Arrecifes Sumergidos compuesto por Banco Nuevo y Banco Pera, Bajo Obispo y Bancos Ingleses. Producen gran cantidad de arena calcárea que alimenta a la región. Incluye el Parque Nacional Arrecife Alacranes, el atolón más norteño del banco arrecifal de Campeche, el cual tiene cinco islas o cayos arenosos con vegetación (Flores, 1984): Desterrada, Desertora (también conocida como Muertos u Oeste), Pérez, Chica (Cornezuelos o Blanca) y Pájaros (Larga). Todas las islas excepto Pérez han mantenido la misma localización y forma. Pérez ha incrementado su tamaño en un periodo de 82 años (Tunnell, 2007). El suelo está formado por arena coralina, de grano grueso con fragmentos de conchas de moluscos, foraminíferos, algas calcáreas, corales y equinodermos (Bonet y Rzedowski, 1962) (CONANP, 2006).

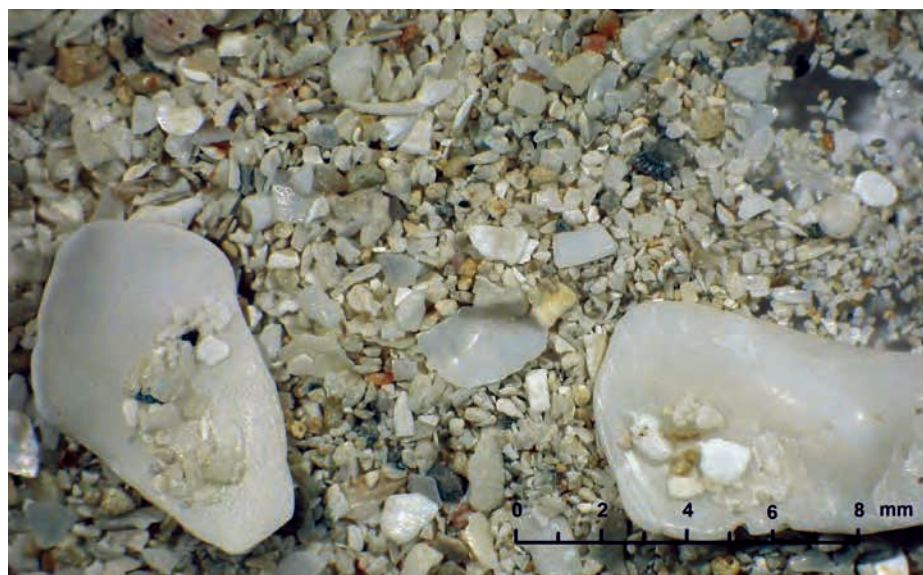
Tipos de dunas y extensión

Campeche solamente presenta dunas frontales y planicies de dunas frontales, siendo el cuarto estado con la mayor extensión de dunas frontales (Cuadro 1). En cuanto a superficie total de dunas, Campeche ocupa el séptimo lugar a nivel nacional. Toda la superficie de dunas del estado se encuentra en condiciones estabilizadas aunque una gran proporción no se encuentra en buen estado. Las categorías para determinar el estado de conservación se describen en el cuadro 2. Las dunas frontales de Campeche se localizan en los municipios del Carmen y Champotón. Sin embargo, en gran parte del estado se han formado grandes extensiones de planicies de dunas frontales y éstas se encuentran en los municipios de Calkiní, Carmen y Champotón.

▼ Cuadro 1.

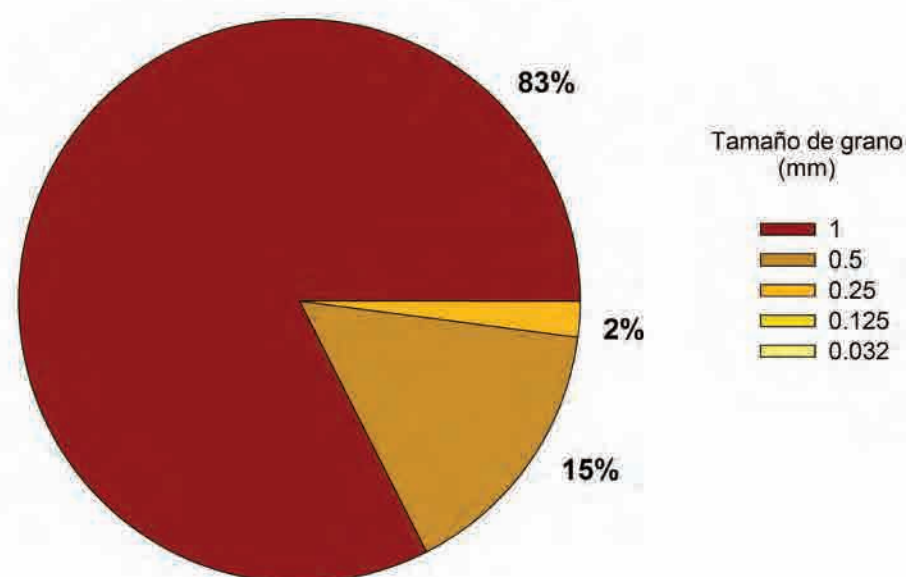
Superficie que ocupa cada uno de los tipos de dunas del estado de Campeche. En el estado solamente se encuentran dunas frontales y planicies de dunas frontales. También se indica la categoría de conservación que presentan y la superficie que cubren.

Tipo de duna	Movilidad	Estado de conservación (ha)					Total estatal
		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
Duna frontal	Estabilizada	2	37	5,396	30,901	7,198	43,534
TOTAL duna frontal		2	37	5,396	30,901	7,198	43,534
TOTAL ESTATAL		2	37	5,396	30,901	7,198	43,534



▲ a)

Porcentaje por tamaño de grano



▲ b)

▲ figura 3.

a) Imagen de la arena de Sabancuy, donde pueden apreciarse los restos de conchas, algunos de ellos aún angulosos; b) Predominan los granos mayores, de 1 mm de diámetro. (Fotos: G. Rendón-Márquez y N. Rodríguez-Revelo).

► Tipo de arena

La arena del estado de Campeche es de dos tipos. La región cercana a Tabasco presenta arenas parecidas a las de este estado, mientras que las arenas de la zona que pertenece propiamente a la Península de Yucatán, se caracterizan por ser arenas de coloración blanca debido a los abundantes fragmentos de conchas marinas. Presentan menor abundancia de minerales de cuarzo y feldespato. Las arenas de Sabancuy, al norte de Laguna de Términos (figura 3), presentan abundantes fragmentos de conchas carbonatadas de diferentes tamaños y altos contenidos de fragmentos líticos claros con poca abundancia de cuarzo y feldespato. Este tipo de arenas presentan fragmentos líticos de roca provenientes de las montañas aledañas al sitio. Este tipo de minerales son depositados por la escorrentía de los diferentes ríos aledaños a la zona. Se encuentra clasificada como arena media a grava fina con tamaños de granos que van desde los 0.05 a los 5.0 mm. Este tipo de arena se clasifica como mal seleccionada. La selección describe qué tan homogénea o heterogénea es la arena con respecto al tamaño de grano, y en el caso de Sabancuy, la arena es heterogénea. El color de la arena es blanco por la abundancia de conchas carbonatadas.

► Flora

En términos florísticos, este estado es sumamente importante porque en su costa se presenta la transición entre la flora de dunas del Golfo de México y la flora del Caribe (Flores y Espejel, 1994; Moreno-Casasola et al., 1998). Es muy interesante observar el cambio de sedimentos predominantemente silíceos que caracterizan a las dunas del Golfo por las arenas calcáreas que dominan las playas del Caribe, y en esa transición se observan las plantas asociadas a dichos suelos. Por ejemplo, conforme se incrementa el contenido calcáreo de la arena, son más frecuentes las especies características del Caribe (*Suriana maritima*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Ernodea littoralis*, entre otras).

Las especies que se presentan a continuación se obtuvieron de los trabajos de Espejel (1987), Castillo et al. (1991), Castillo y Moreno-Casasola (1998), Moreno-Casasola et al., (1998), Espejel et al. (2013) y López Rosas (comunicación personal). En la playa las especies más frecuentes son *Sesuvium portulacastrum* y *Cakile edentula*. Las principales especies del cordón frontal y de la zona protegida de este cordón son *Ipomoea pes-caprae*, *Ipomoea imperati*, *Okenia hypogaea*, *Sporobolus virginicus*, *Euphorbia mesembryanthemifolia*, *Sesuvium portulacastrum*, *Croton punctatus*, *Canavalia rosea*, *Suriana maritima*, *Scaevola plumieri*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Arundo donax*, *Ambrosia hispida*, *Chamaecrista chamaecristoides*, *Hymenocallis littoralis*, *Commelina erecta*, *Alternanthera flavescens* y *Bidens alba* (figura 4.).

En el cordón posterior se establece un matorral espinoso formado por *Agave angustifolia*, las herbáceas *Okenia hypogaea*, *Bidens alba*, *Lippia nodiflora*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Poropophyllum*, *Commelina erecta*, y los arbustos, trepadoras o árboles de baja estatura *Coccoloba uvifera*, *C. barbadensis*, *Bursera simaruba*, *Capparis flexuosa*, *Acanthocereus tetragonus*, y *Passiflora foetida*, *Leucaena leucocephala*, *Metopium brownei*, *Diospyros yucatanensis*, *Ximenia americana*, *Psidium guajava*, *Piscidia piscipula*, *Chiococca alba*, *Capparis cynophallophora*, *Diphysa yucatanensis*, *Sideroxylon americanum*, *Lantana involucrata*, *Hampea trilobata*, *Hamelia patens*, *Bunchosia swartziana*, *Psychotria erythrocarpa*, *Bravaisia berlandieriana*.

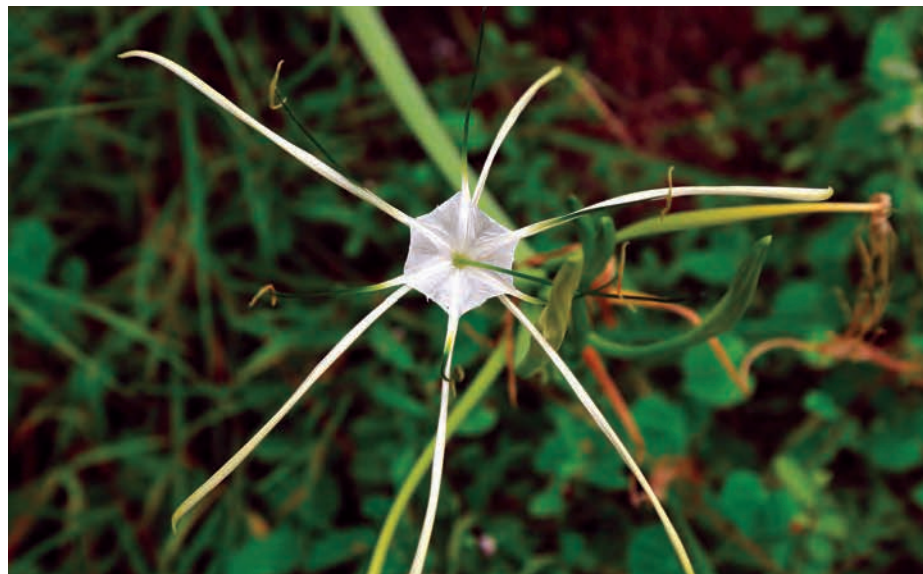
Cuando se forman hondonadas húmedas, se pueden encontrar individuos de *Trema micrantha*, *Hampea trilobata*, *Carica papaya*, *Colubrina arborescens*, *Sabal yapa* y *Byrsonima crassifolia*. En las dunas cercanas a Tabasco y cerca de Ciudad del Carmen se forman hondonadas inundables de agua dulce que incluyen a *Typha domingensis* y hondonadas de agua salobre con especies compartidas con el manglar, como *Borrchia frutescens*, *Fimbristylis spadicea* y *Conocarpus erectus*. Esta última especie también se puede encontrar en hondonadas húmedas y en matorral espinoso junto con *Caesalpinia bonduc* y *Coccoloba uvifera*.

En Isla Pérez *Suriana maritima* cubre casi por completo la isla. Reemplazó a *Sesuvium portulacastrum* y *Sporobolus virginicus*, las cuales existían en 1865. Solamente hay pequeños manchones de *Opuntia dillenii*, *Atriplex pentandra*, *Portulaca oleracea*, *Cakile edentula* var. *alacranensis*, *Chamaesyce buxifolia*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Coccoloba uvifera* y *Cordia sebestena*. Isla Desertora está cubierta por *Chamaesyce buxifolia*, al igual que Isla Chica, así como algunos pequeños manchones de *Cenchrus insularis*, *C. pauciflorus*, *Tribulus alacranensis*, *C. edentula* var. *alacranensis*, *C. insularis*, *T. alacranensis*, *Portulaca oleracea*, *A. pentandra*, *Conocarpus erectus* y *Cyperus planifolius*. Isla Desterada está formada por dos cayos arenosos donde sobresale *T. gnaphalodes*. Otras especies incluyen *C. buxifolia*, *P. oleracea*, *C. pauciflorus*, *C. insularis* y *T. alacranensis* (Bonet y Rzedowski, 1962; Tunnell, 2007).

En las islas y cayos se registró un total de 14 especies de plantas vasculares; algunos cayos arenosos presentaron poca vegetación representada por dos o tres especies y otros sin ningún registro como los Cayos de Triángulos Oeste, Triángulos Sur y Bajo Obispo. La especie con la mayor frecuencia y abundancia en estos arrecifes fue *Sesuvium portulacastrum*. En Cayo Arcas la especie dominante y que cubre casi toda la isla es *Sesuvium portulacastrum*, acompañada por *Opuntia dillenii*. En la zona de pioneras también se presenta *Sporobolus virginicus*. La localidad más diversa correspondió a Cayo Arcas, seguida de Cayo Arenas, Triángulos Este y Cayo Nuevo (González-Solis y Torruco-Gómez, 2010).



▲ a)



▲ c)



▲ d)

▶ e)



▲ figura 4.
Imágenes de algunas especies que crecen en las playas y dunas de Campeche. a) *Tournefortia gnaphalodes*, b) *Ambrosia psilostachya*, especie típica del primer cordón de dunas; c) *Hymenocallis littoralis*, abundante en las planicies de cordones frontales; d) *Acanthocereus tetragonus*, de los matorrales costeros; y e) *Sabal mexicana*, palma que crece en las selvas sobre dunas costeras. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

▼ Cuadro 2.

Características de los diferentes estados de conservación en que fueron clasificadas las dunas costeras de México.

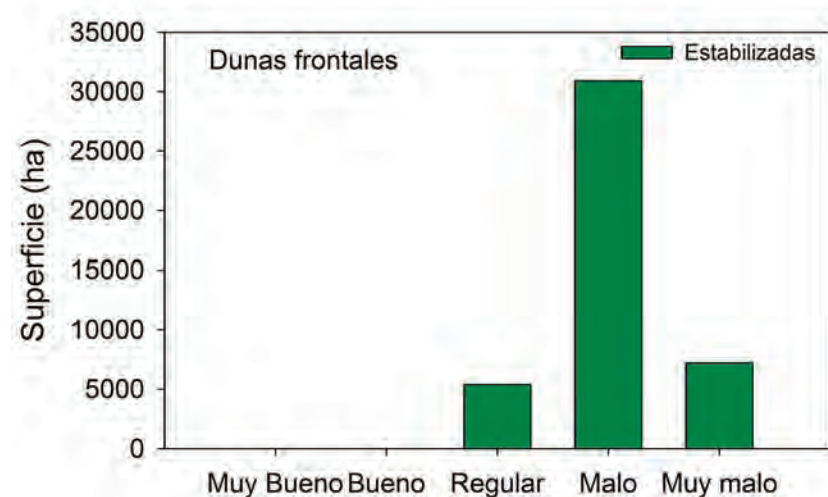
Estado de conservación	Características
Muy bueno	Natural, sin disturbios aparentes
Bueno	Fragmentado por carreteras, brechas, accesos
Regular	Presencia de actividades agropecuarias
Malo	Actividades agropecuarias acompañadas por asentamientos humanos dispersos
Muy malo	Totalmente antropizado, con asentamientos urbanos en más del 75% de la superficie

◀ b)

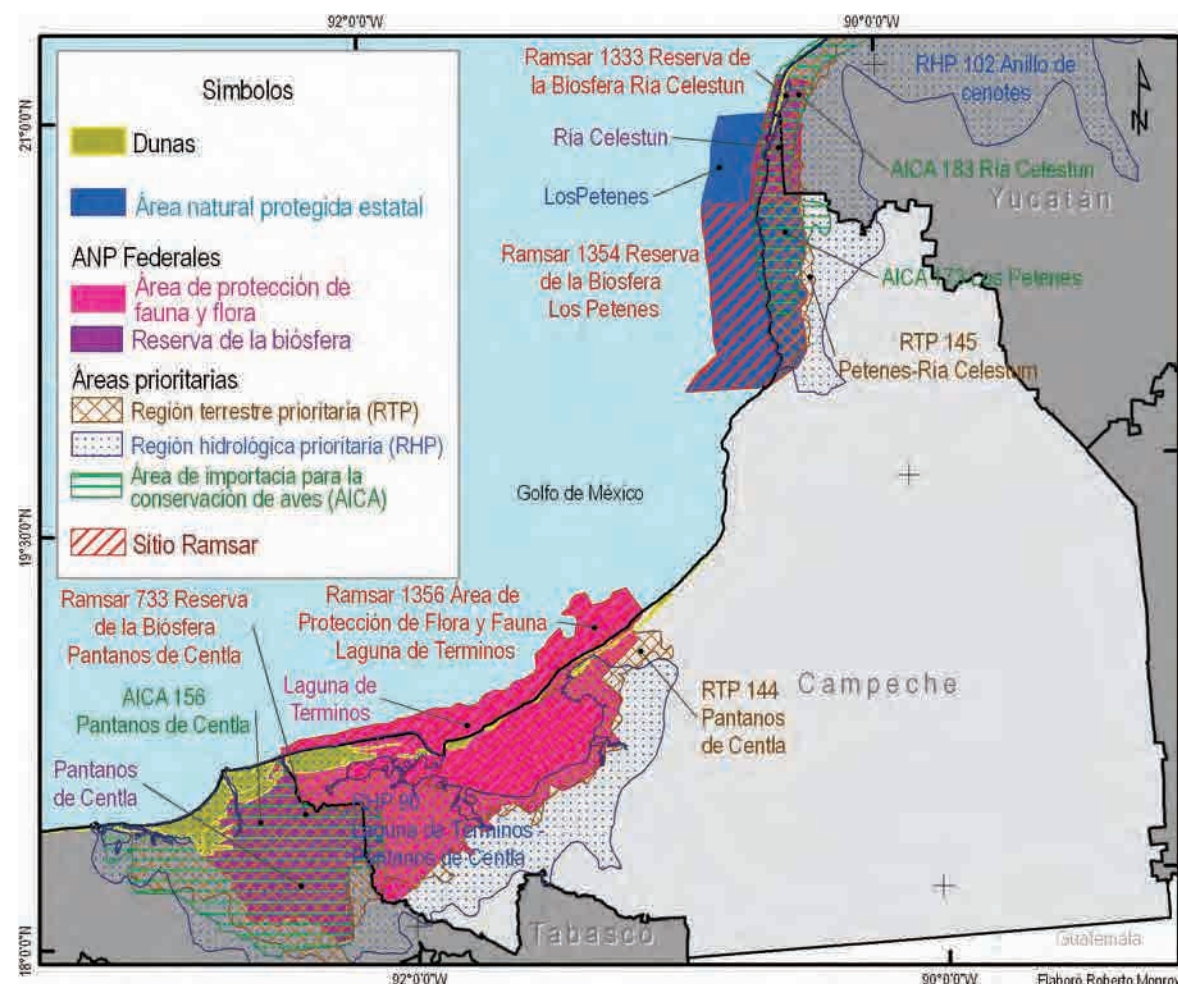
Estado de conservación de las dunas costeras

Campeche es un estado que sólo tiene un tipo de dunas y éstas son el tipo denominado dunas frontales y planicies de dunas frontales. La mayoría de dunas se encuentran en mal estado de conservación, lo cual reduce su capacidad para proporcionar servicios ambientales. Para determinar el estado de conservación de las dunas costeras de México se hizo una clasificación cualitativa de cinco categorías (Cuadro 2) que se describen a continuación (ver capítulo 9).

La figura 5 muestra el estado de conservación de las dunas costeras de Campeche. La gráfica muestra que la mayoría de las dunas se encuentran en malas condiciones (71%), una superficie menor está en muy malas condiciones (17%) y una superficie aún más pequeña está en un estado regular (12%). El hecho de que 88% esté degradado indica una pérdida importante de la funcionalidad del ecosistema y de su capacidad para proporcionar servicios ambientales. Las dunas que están en mal estado requieren de una estrategia estatal para revegetar y reforestar las que aún mantienen su forma y para restaurar las dunas erosionadas. Hay actividades sustentables compatibles con el mantenimiento del ecosistema playa-duna y la conservación de los sedimentos donde se desarrollen actividades productivas y se mantenga parte de la cobertura vegetal nativa y el funcionamiento del ecosistema. Las dunas en muy mal estado son aquellas que presentan asentamientos humanos y o turísticos y por tanto la protección de sus habitantes depende de la recuperación de las playas y el primer cordón de dunas, que sirven de protección a los pobladores.



▲ figura 5. Superficie que ocupan las dunas presentes en el estado de Campeche (dunas frontales y planicies de dunas frontales) y su estado de conservación.



▲ figura 6. Ubicación de las áreas naturales protegidas costeras en el estado de Campeche, y las áreas de importancia por su valor biológico.

Los espacios protegidos y de importancia biológica

Además de las Áreas Naturales Protegidas (figura 6), el estado de Campeche tiene 13 espacios protegidos y áreas de importancia ecológica. La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos forman un continuo de humedales entre Tabasco y Campeche. La Laguna de Términos, designada sitio Ramsar 1356 y categoría de AICA 170, cuenta con 368 especies de aves e incluye además de los humedales a los sistemas de dunas costeras. Además la Laguna de Términos, en conjunto con Pantanos de Centla, conforman la región marina prioritaria 53, la cual presenta ecosistemas como lagunas, playas, dunas, pastos marinos, esteros, islas y representa el aporte hídrico del continente a la costa más importante en México (CONABIO, 2013a, 2013b; RAMSAR-CONANP, 2013) (figura 6). Las especies de flora re-

presentativas de Laguna de Términos son principalmente especies de humedales (*Bucida buceras*, *Haematoxylum campechianum*, *Tabebuia rosea*, *Lonchocarpus hondurensis*, *Vatairea lundellii*, *Collophylum brasiliensis*, *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*), y los mangles *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y la palma *Acoelorrhaphe wrightii*. Con respecto a las especies de fauna, las aves representativas son: *Jabiru mycteria*, *Mycteria americana*, *Cochlearius cochlearius*, *Ajaia ajaia*, *Cairina moschata*, *Dendrocygna autumnalis*, *Anas discors*, *Falco peregrinus*, *Eudecimus albus* (SIMEC, 2013a). La Reserva de Biosfera de Los Petenes localizada en los municipios de Calkini, Campeche, Hecelchakan y Tenabo, denominada también sitio Ramsar 1354 y AICA 173 protege los sistemas de dunas al norte del estado



◀ **figura 7.**
Aves en la Isla de Cayo Arcas.
(Foto: Hugo López Rosas).

y diversos tipos de humedales (manglar, tular, selva baja y mediana inundable y la asociación vegetal llamada petenes), ambientes que son usados por 295 especies de aves (CONABIO, 2013b; RAMSAR-CONANP, 2013). La Reserva de la Biosfera Calakmul se ubica tierra adentro y no incluye ecosistemas costeros; una continuación de ésta es la Zona Especial Sujeta a Conservación Ecológica denominada Balam-Kú, reserva de nivel estatal (Smaas, 2013). La Playa Tortuguera Chenkán ha sido designada sitio RAMSAR 1348; se reconocen además de las dunas las comunidades de selva baja caducifolia, vegetación rastrera, bosque de manglar, zona de pantanos y ríos (RAMSAR-CONANP, 2013).

El Parque Marino Arrecife Alacranes es otro espacio protegido que cuenta con la categoría de área marina protegida No. 58 e incluye los arrecifes y cayos arenosos de la plataforma marina. En Arrecife Alacranes hay fauna de gran interés. La densidad de aves marinas es muy elevada y en las islas Pájaros y Desertora anida regularmente una población de pato bobo (*Sula dactylatra* y *S. leucogaster*), además de las gaviotas *Larus atricilla* y *Anous stolidus*, la fragata *Fregata magnificens*, y otras aves como *Thalasseus maximus* y *Sterna fuscata*. Hay algunos reptiles como la lagartija *Mabuya mabuya*, y varias tortugas marinas como la tortuga verde *Chelonia mydas*, la laúd *Dermochelys coriacea* y la carey *Eretmochelys imbricata*. Hace 35 años era común ver a la foca monje (*Monachus tropicalis*) en las playas de las islas, pero ya han desaparecido por la cacería a que estuvieron sometidas (Canela, 1992). Lo mismo ocurre en Cayo Arcas, donde hay poblaciones bastante grandes de pato bobo (*Sula dactylatra*) y fragata (*Fregata magnificens*) que usan la isla como sitio de reproducción, anidación y descanso (figura 7).

Otras áreas marinas protegidas son Fosa Sigsbee (No. 55), Cayos Campeche (No. 56), Escarpe Campeche (No. 57) y Sonda de Campeche (No. 59). Con respecto a las Áreas Hidrológicas Prioritarias se encuentran Cabecera del Río Candelaria, Sur de Campeche, Calakmul, Cabecera del Río Champotón y Boca del Río Champotón (CONABIO 2013a). Campeche no cuenta con playas certificadas.

► Problemática y diagnóstico

El estado de Campeche cuenta con extensos campos de dunas frontales, muchos de ellos transformados por actividades agropecuarias. Las playas se encuentran bajo riesgo de erosión. La construcción de carreteras y la instalación de equipamiento como torres de cableado eléctrico se han visto afectadas por esta erosión. Los derrames de petróleo también han afectado a las playas y dunas.

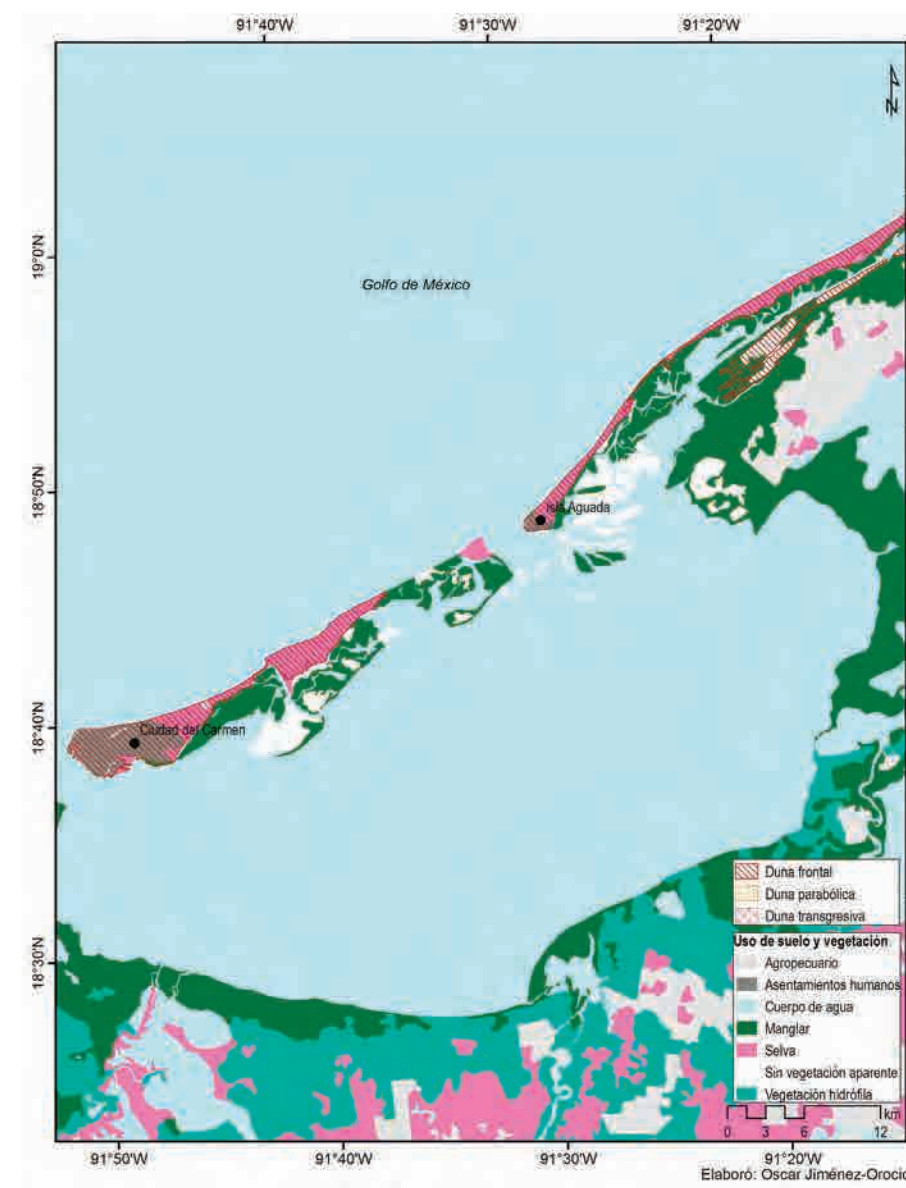
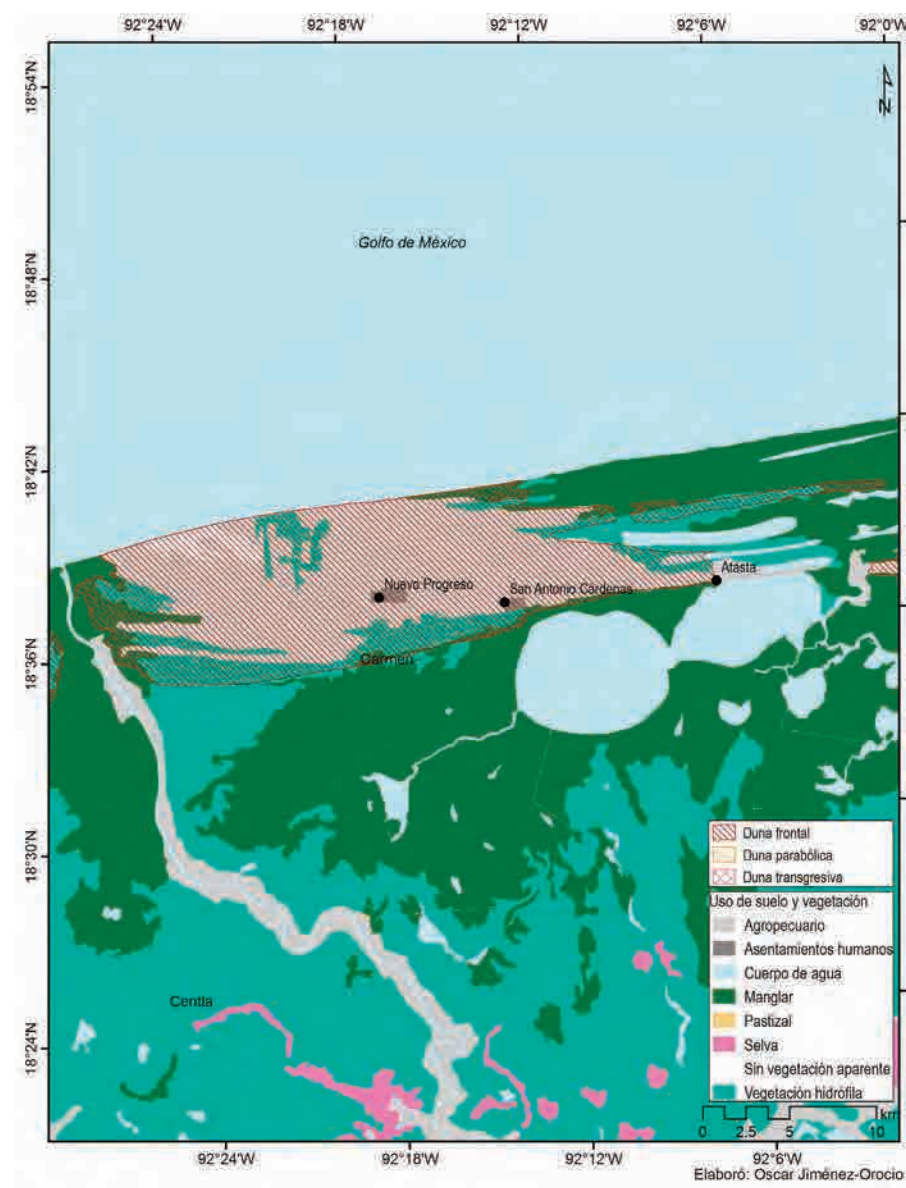
Usos del suelo

En los mapas de la figura 8 se muestra el uso del suelo costero en dos regiones de Campeche. La primera zona (figura 8a) muestra las dunas frontales del sur del estado, localizadas al norte del sistema lagunar de Pom-Atasta. Constituyen un extenso campo de dunas formado por cordones de playa, debido a la aportación constante de sedimentos que arrastran las corrientes de deriva costera de los ríos, principalmente el Tonalá. Están sujetas a usos agropecuarios y forman una franja ancha. En algunas zonas más conservadas, se entremezclan los cordones de dunas con depresiones entre los cordones donde se establecen manglares y otros humedales. En el mapa de la figura 8b las dunas frontales se adelgazan y forman una isla de barrera. Parte de las dunas de esta isla están ocupadas por urbanizaciones como Ciudad del Carmen e Isla Aguada. El resto están cubiertas por matorrales y restos de selvas. Gran parte de las dunas de esta región colindan con humedales, tanto de agua dulce como manglares.

La figura 9 muestra el porcentaje de la superficie de dunas costeras en cada una de las cinco categorías de conservación en función del uso del suelo. Casi a lo largo de todo el estado hay una carretera costera que se extiende paralela al litoral y ha dado lugar a asentamientos y desarrollos turísticos. En la gráfica puede observarse que el 71% de las dunas está en mal estado, es decir que corresponde a un uso mixto en el cual hay usos agropecuarios, fragmentación por caminos y algunos asentamientos pequeños. El 16% está en muy mal estado, es decir urbanizado y las dunas han sido totalmente modificadas. El 12% está en un estado regular, es decir con uso agropecuario. Las categorías de muy buen estado (natural) y buen estado (fragmentado) ocupan menos del 1% (ver cuadro 2).

Geomorfología, biodiversidad y vegetación

Desde el punto de vista biogeográfico y de diversidad, el estado de Campeche tiene elementos de la vegetación de dunas característica del Golfo de México y de vegetación de dunas del Caribe, como ya se mencionó. Ello le confiere a la vegetación una mezcla florística relevante, aunque no hay información sobre si a nivel de fauna existe una transición similar. En la zona también existen matorrales remanentes de una vegetación de selva



▲ figura 8.

Imágenes que muestran los distintos tipos de dunas de la costa de Campeche sobreponiendo el uso del suelo en la costa. a) La región de dunas al norte del sistema lagunar Pom-Atasta y b) La región de Laguna de Términos con Isla del Carmen.

baja extendida y que ahora solamente permanece en las zonas de dunas más estrechas. Esta vegetación está en peligro de desaparecer por la erosión. La carretera y los "cangrejeros" también están impactando a las poblaciones de cangrejo azul que atraviesan las dunas y playas para desovar en el mar. En el campamento tortuguero de Isla Aguada la zona de anidación de tortugas marinas está disminuyendo por la erosión que es agravada por la colocación de espigones. En el campamento tortuguero de Chenkán el aumento en el nivel del mar y la consecuente erosión de la playa está formando un escalón de playa que impide que la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) llegue a la zona vegetada de las dunas a hacer su nido, por lo que deposita sus huevos en la playa. Lo anterior hace necesario trasladar posteriormente los huevos a zonas secas, para evitar que se inunden y mueran.

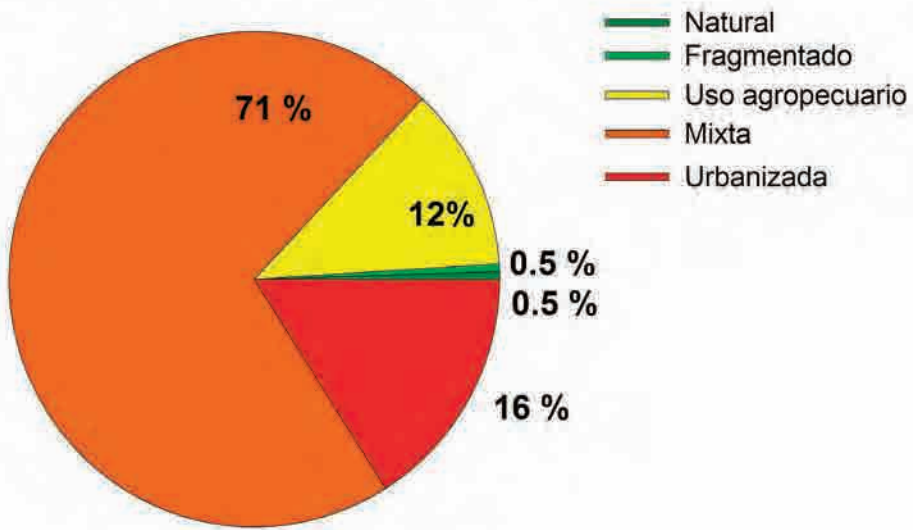
Uno de los aspectos que le brindan importancia a la vegetación de las islas es que representan el registro de vegetación terrestre más alejado del continente (González-Solis y Torruco-Gómez, 2010; INE, 1996).

Agricultura y ganadería

En la zona de dunas más ancha, hacia el sur del estado y cercana a Tabasco, la vegetación de dunas ha sido sustituida por algunos cocotales y sobre todo por campos ganaderos. Predominan estos últimos y se pueden observar numerosos aguajes que funcionan como abrevadero para el ganado. Quedan restos de matorrales y árboles en pie en estos campos ganaderos.



Usos de suelo sobre dunas



▲ figura 9. Esta gráfica muestra el porcentaje de superficie estatal que ocupa cada estado de conservación de las dunas, con base en cinco categorías (ver explicación en la sección de Estado de conservación y en el capítulo 9), como un indicador del uso del suelo sobre las dunas en Campeche.

Desarrollos turísticos y urbanos

El principal desarrollo urbano es la ciudad de Campeche y existen otros dos, Champotón y Ciudad del Carmen, sobre Isla del Carmen. Desde ahí se continúa una carretera costera hacia Campeche sobre las dunas que permite llegar hasta Yucatán. Varias de estas ciudades funcionan como zonas turísticas, como Si-Ho Playa, entre otras.

Ciudad del Carmen se ubica al occidente de la Isla del Carmen y es un importante centro de operaciones de PEMEX para el manejo de la Sonda de Campeche. En el año 2005 la población era un poco mayor de 150,000 personas y debido a la actividad económica la población se está incrementando. Por ejemplo, en el año 2000 tuvo un fuerte crecimiento poblacional, con una tasa de 4.1. Isla Pérez en cambio, en el Arrecife Alacranes, está habitada por cuatro familias.

Industria e infraestructura costera

En la Isla del Carmen, en especial donde está Ciudad del Carmen y en todo el tramo costero entre Isla Aguada y Si-Ho Playa, la carretera costera 180 está construida sobre lo que antes fueron dunas costeras o en el borde entre el manglar y las dunas provocando degradación del ecosistema pero sobre todo erosión. Aunado a lo anterior, paralelo a la carretera están los tendidos de torres de conducción eléctrica con mantenimiento continuo por la Comisión Federal de Electricidad, lo que implica que frecuentemente se esté cortando la vegetación.

El estado tiene algunos muelles y escolleras, sobre todo en los asentamientos costeros. Campeche cuenta con un total de 24,196 m de obras portuarias de protección. De éstas, 2,295 son rompeolas, 377 escolleras, 5,886 son espigones y 15,638 son protecciones marginales (SCT, 2011). La infraestructura industrial petrolera está ubicada principalmente en el mar, en la sonda de Campeche. Los derrames de petróleo han impactado frecuentemente la playa y las dunas. Ejemplo de ello fue el derrame causado por la explosión del pozo Ixtoc I el cual en 1979 derramó de 10,000 a 30,000 toneladas de petróleo diarias, durante casi un año completo (Jamelöv y Lindén, 1981).

Erosión

El retroceso de la costa es un evento común en todo el frente deltaico del estado de Campeche, con una tasa media anual de -8 m, con años extremos de hasta -15 m/año, en la desembocadura del río San Pedro-San Pablo. Los cálculos de las tendencias entre 1984 y 1995, reflejan la tendencia sostenida desde 1943, con valores entre -9 y -10 m/año (figura 10). En la costa de Atasta se mantienen retrocesos costeros del orden de -8 a -9 m/año, con valores extremos de hasta -21 m/año (Hernández Santana et al., 2008).

La información anterior se refleja en la afectación a los tendidos de torres de conducción eléctrica, carreteras y casas afectadas (figura 10). En aquellas zonas donde la erosión topa con estructuras de ingeniería ya no hay espacio para recuperar la playa o las dunas y estos ambientes desaparecen. En un periodo de estudio de 31 años, de 1978 a 2008, se evaluó el desplazamiento de la línea de costa desde la Punta La Disciplina en Atasta hasta la desembocadura del río Champotón, y los resultados demostraron que las mayores tasas de erosión ocurren en Punta La Disciplina y Sabancuy, con pérdidas de 17.1 y 6.8 m/año, mientras que las tasas más bajas ocurrieron en Isla Aguada y Playa Norte, en Ciudad del Carmen con 0.2 y 0.3 m/año respectivamente. En este estudio no se detectó acreción, es decir, no hay crecimiento de las playas como en Yucatán.

Vulnerabilidad ante el cambio climático

El Instituto Nacional de Ecología indica que Campeche tiene una disponibilidad media de agua y el grado de presión es escaso (6%). La vegetación está bajo fuerte presión de la agricultura y de los centros urbanos. Los pronósticos indican que las principales amenazas son los huracanes y la sequía meteorológica. Los desastres hidrometeorológicos registrados entre 1980 y 2001 aparecen cuantificados en la figura 11a y los eventos más frecuentes han sido los vendavales (30 registros), inundaciones (20 registros), huracanes (8) y tempestades (8). No se han registrado granizadas, nevadas ni ondas frías por lo que no aparecen en la gráfica (figura 11a). El aumento del nivel del mar afectará de manera importante gran parte del estado, sobre todo en los alrededores de la Laguna de Términos (figura 11b) y sus humedales, modificando el funcionamiento de los mismos.



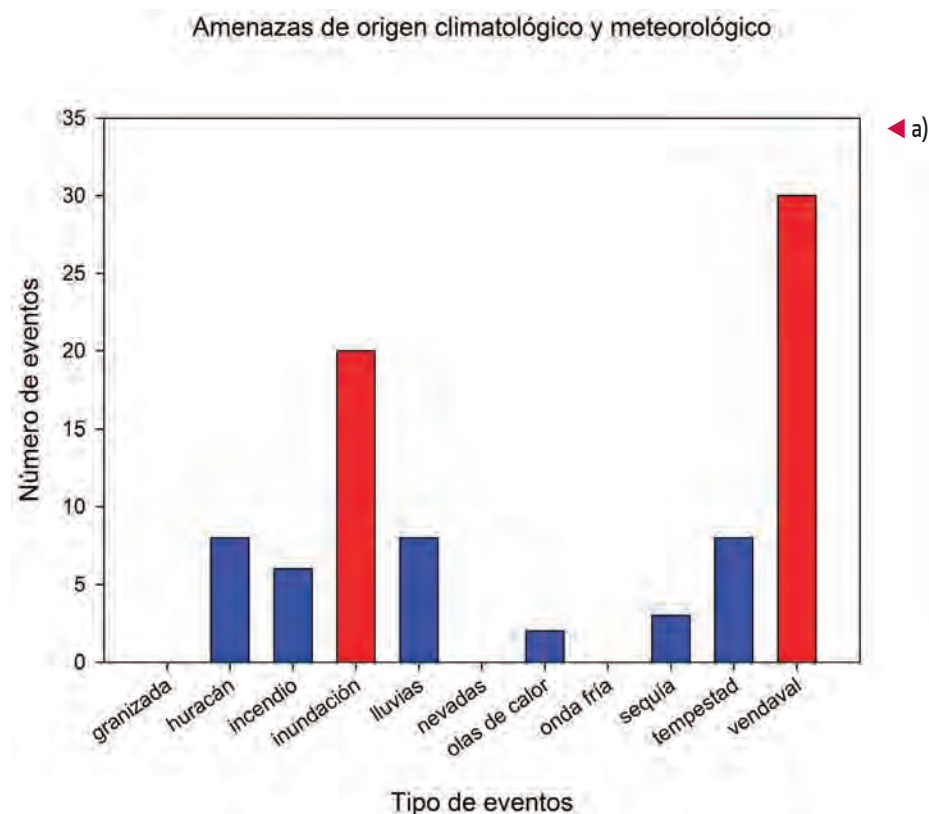
▲ figura 10. La erosión de la playa ha hecho que algunos pobladores recurran a elevar su casa o negocio sobre pilotes y otros lo abandonen por el impacto de la erosión. (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).

La mayor parte de la zona costera está bajo riesgo de incremento del nivel del mar y en algunas zonas la penetración marina representa un alto riesgo (figura 11b, página 179). (http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html)

Recomendaciones y planes de manejo

Campeche constituye un estado muy biodiverso, con varios y extensos espacios protegidos, lo cual indica una preocupación del gobierno y de la población por cuidar su patrimonio natural. La presión sobre la costa por la erosión es muy alta. Se recomienda desarrollar una estrategia de manejo integral de la zona costera donde se establezcan diálogos y acuerdos entre las necesidades de la industria petrolera, el crecimiento urbano y turístico y la conservación (Moreno-Casasola et al., 2006). Asimismo es importante revisar el Ordenamiento Territorial del estado de Campeche. Específicamente para el manejo y conservación de los ecosistemas de playas y dunas, SEMARNAT (2013) publicó recientemente un conjunto de lineamientos a tomar en cuenta para garantizar el mantenimiento del buen estado de estos ecosistemas.

La erosión es un problema costero de gran impacto en el estado. Hay partes en las que la playa y duna han desaparecido y las carreteras están a unos cuantos metros. Debe haber un monitoreo permanente de los cambios en la línea de costa, y éste debe ser una prioridad.



◀ a)

La vegetación de dunas está amenazada de desaparecer, pues la mejor representada se ubica en las franjas delgadas de dunas que están sufriendo fuertes procesos de erosión. La presencia de los humedales y la carretera costera impiden la migración de las comunidades vegetales tierra adentro; ésta además constituye puntos de desarrollo y cambio de uso del suelo. Se deben ubicar zonas conservadas y con menor presión de la erosión y establecer planes de manejo, monitoreos permanentes y acciones de protección para salvaguardar esta riqueza.

Se deben restaurar dunas frontales con vegetación pionera para asegurar que este ecosistema mantiene su capacidad de protección. Se deben reforestar las planicies de dunas frontales con especies nativas, buscando reproducir la estructura y composición de las dunas que aún mantienen selvas y matorrales conservados. La restauración del primer cordón de dunas es especialmente importante en aquellas dunas donde hay poblaciones. Se debe buscar restablecer el primer cordón y que las construcciones inicien por atrás del primer cordón, tomando en cuenta la tasa de erosión en la zona.

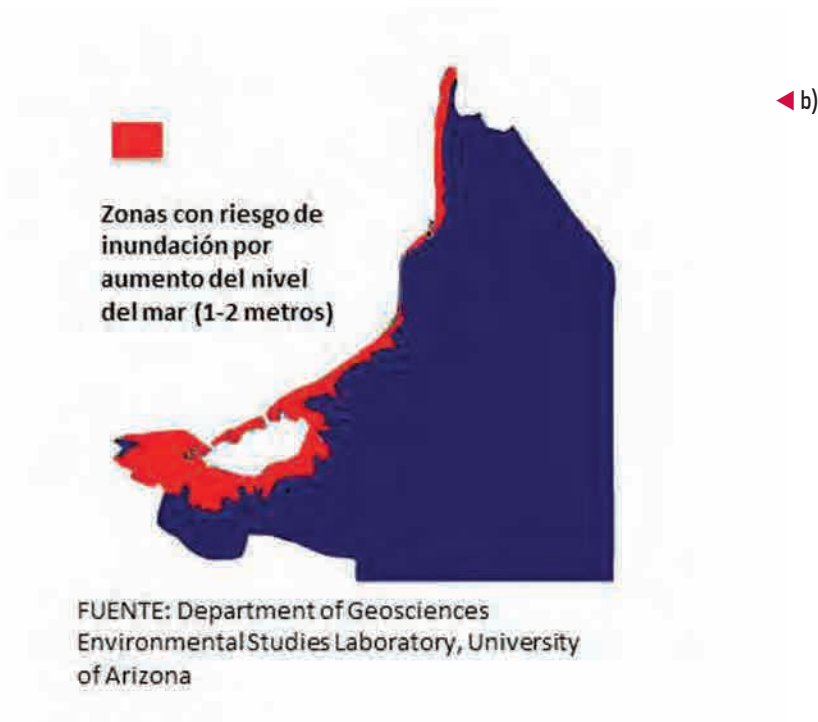
Isla del Carmen tiene una fuerte presión demográfica. Se da no solamente por la gran cantidad de habitantes en un espacio pequeño, sino también por la presión que dicha población ejerce para la recreación en las playas Caracol, Puntilla, Manigua, Playa Norte, Bahamitas, Tortugueros, Puerto Real, Punta San Julián. Se debe tener un plan de desarrollo urbano consensuado entre los habitantes y los representantes de las actividades industriales, para regular el crecimiento y reducir el impacto del cambio climático.

No se debe incrementar la utilización de obras de ingeniería de protección costera, pues éstas favorecen aún más la erosión. Se recomienda más bien buscar alternativas de ingeniería blanda (ejemplos en el estado de Carolina del Norte en Estados Unidos).

Se sugiere que las construcciones (casas, desarrollos turísticos, crecimientos urbanos) se coloquen por atrás de la duna frontal, y además es necesario tomar en cuenta las tasas de erosión actuales y utilizarlas para definir una distancia que garantice la seguridad de las personas y de las inversiones en infraestructura.

Se recomienda establecer una estrategia estatal que conserve las pocas dunas que aún están en buen y muy buen estado de conservación, probablemente como áreas naturales protegidas estatales, y una segunda estrategia que plantee proyectos y mecanismos para reforestar y para restaurar las dunas en mal estado.

En general, los arrecifes y sus cayos se encuentran amenazados por las actividades de explotación pesquera y turismo (que usan los cayos como zonas de descanso) y la contaminación, principalmente por el lavado de los tanques de los buques, además del petróleo que se libera durante las actividades de extracción y la basura dejada por visitantes y pescadores (CONANP, 2006).



◀ b)

▲ figura 11.

a) La figura muestra los desastres hidrometeorológicos entre 1980 y 2001 en el estado de Campeche, sobresaliendo las inundaciones y los vendavales (en rojo), los de mayor frecuencia, b) se muestran las zonas de la costa de Campeche, con riesgo de inundación por aumento del nivel del mar, estando el complejo lagunar de Términos especialmente con alto riesgo. La información fue tomada y redibujada de http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html.

Referencias bibliográficas

- Amezcuca, I., Carreón, G., Márquez, J., Vidal, R.M., Burgués, I., Cordero, S., Reid, J. 2007. Tenosique: análisis económico-ambiental de un proyecto hidroeléctrico en el Río Usumacinta. Serie Técnica No. 10. Conservation Strategy Fund. http://conservation-strategy.org/sites/default/files/field-file/10_Reid_Usumacinta.pdf
- Bonet, F. y Rzedowski, J. 1962. La vegetación de las islas del Arrecife Alacranes, Yucatán (México). Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, vol. XI.
- Canela, R. J. 1992. Conocimiento y uso de los recursos del Arrecife Alacranes por pescadores de la zona maya de la península de Yucatán. Reporte del proyecto de sostenibilidad maya, núm. 4. Universidad de California-Riverside y Fundación MacArthur.
- Castillo, S., Popma, J., Moreno-Casasola, P. 1991. A typological study of the vegetation of the coastal dunes of Tabasco and Campeche, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 2: 73-88.
- Castillo, S. y Moreno-Casasola, P. 1998. Análisis de la flora de dunas costeras del Golfo y Caribe de México. *Acta Botánica Mexicana* 45: 55-80.
- CONABIO (Comisión Nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad) 2013a. Áreas Prioritarias de Conservación. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_098.html
- CONABIO (Comisión Nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad) 2013b. Avesmx. http://avesmx.conabio.gob.mx/lista_region?tipo=aiica Fecha de consulta 13 08 2013.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) 2006. Programa de Conservación y Manejo. Parque Nacional Arrecife Alacranes, México. Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT.
- Espejel, I. 1987. A phytogeographical analysis of coastal vegetation in the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography* 14: 499-519.
- Espejel, E., Peña-Garcillán, P. y Jiménez-Orocio, O. 2013. Flora de playas y dunas de México. Informe Técnico Final Conabio HJ007
- Flores, J. S. 1984. Dinámica de emersión del suelo y sucesión de la vegetación en el Arrecife Alacranes del canal de Yucatán. *Biotica* 9(1): 41-63.
- Flores, J. S., y Espejel, I. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Dirección General de Extensión.
- González-Solis, A. y Torruco-Gómez, D. 2010. Fisiografía de las islas y su relación con la flora insular en los arrecifes de Campeche. En: Villalobos-Zapata, G. J., y J. Mendoza Vega (Coord.), 2010. La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 142-158.
- Hernández Santana, J.R., Ortiz Pérez, M.A., Méndez Linares, A.P., Gama Campillo, L. 2008. Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.* 65: 7-21.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 1996. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 1996. URL: http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/2/alacranes.html?id_pub=2 (Consultado el 24 de febrero de 2004).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. Principales resultados por localidad 2010. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html
- Jernelöv, A., y Lindén, O. 1981. Ixtoc I: A case study of the world's largest oil spill. *Ambio* 10: 299-306.
- Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Castillo, S., Castillo-Campos, G., Durán, R., Pérez-Navarro, J.J., León, J.L., Olmsted, I., Trejo-Torres, J. 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México. En: Halffter, G. (ed.). Biodiversidad en Iberoamérica. Vol. II. CYTED- Instituto de Ecología A.C. 177-258.
- Moreno-Casasola, P., Peresbarbosa, E. y Travieso-Bello, A.C. (eds). 2006. Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal. Instituto de Ecología A.C.-Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas, SEMARNAT- Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Ver., México. Volumen I, II y III. 1251 pp (<http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/documentos/publicacionestxt.htm#Libros>)
- Ortiz Pérez, M.A. y de la Lanza Espino, G. 2006. Diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional. Serie Textos Universitarios, núm. 3, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Rebolledo Vieyra, M. V. 2010. Hidrología. En: Villalobos-Zapata, G. J., y J. Mendoza Vega (Coord.), 2010. La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 2-7.
- RAMSAR-CONANP 2013. Humedales de México. <http://ramsar-conanp.gob.mx/lsr.php> Fecha de consulta 15 08 2013.
- Seingier G., Espejel, I. y Fermán-Almada, J.L. 2009. Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental* 1(1): 54-69.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) 2013. Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. Autores: Pedroza, D., Cid, A., García, O., Silva-Casarín, R., Villatoro, M., Delgadillo, M.A., Mendoza, E., Espejel, I., Moreno-Casasola, P., Martínez, M.L. e Infante Mata, D. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?id=20140425060525>
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 2011. Anuario estadístico estatal 2011, Sector Comunicaciones y Transportes. SCT-DGP.
- SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación). 2013a. Ficha del área natural protegida Laguna de Términos. https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=58
- SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación) 2013b. Ficha del área natural protegida Los Petenes. https://simec.coanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=51https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=152
- Smass 2013. Gobierno del Estado de Campeche. <http://www.smaas.campeche.gob.mx/anp/category/fichas-anp/>
- Tunnell, J.W., Jr. 2007. Reef Distribution. En: Tunnell, J.W. Jr., Chavez, E.O. and Withers, K. (eds.) *Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico*. Texas A & M University Press, College Station, TX. (capítulo 2). 216 p.