

Tamaulipas

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

Patricia Moreno-Casasola
Dulce Infante Mata
Ileana Espejel
Óscar Jiménez-Orocio
Ma. Luisa Martínez
Natalia Rodríguez-Revelo
Roberto Monroy

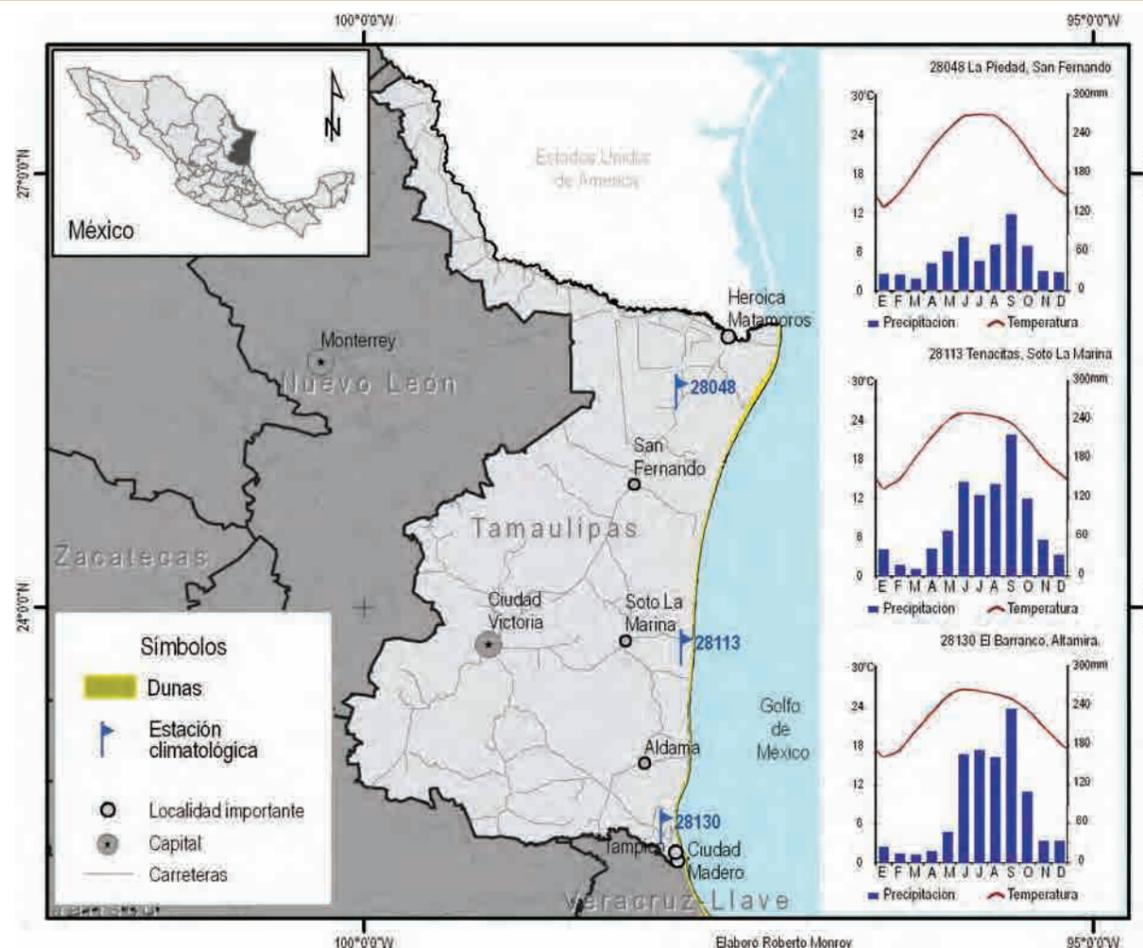
El estado de Tamaulipas se ubica en el noreste de la República Mexicana, sobre el Golfo de México. Colinda al norte con el Río Bravo, que separa a México de Estados Unidos, y al sur con Veracruz. Es conocido por sus playas tortugueras y por la presencia de la laguna costera más grande de México: la Laguna Madre. La Laguna Madre en el estado de Tamaulipas tiene una extensión de cerca de 200,000 ha y un perímetro costero de aproximadamente 1,633.6 km, tres veces más respecto a la extensión de la orilla frontal (Ortiz-Pérez y de la Lanza Espino, 2005). Su capital es Ciudad Victoria, pero la zona metropolitana de mayor relevancia económica es lo que se conoce como Tampico, Altamira y Ciudad Madero, donde se encuentra uno de los puertos comerciales más grandes del Golfo de México. El municipio de Ciudad Madero es el municipio con menos marginación del país pero uno de los que más vegetación costera ha perdido (Seingier et al., 2009).

El litoral de Tamaulipas se extiende a lo largo de 458 km y está formado por una costa acumulativa de playas bajas arenosas, rectilíneas, con una larga barrera frontal. Desde el punto de vista geográfico guarda una relación estrecha con la costa de Texas ya que ambas albergan sistemas lagunares sumamente extensos. Tiene tres tipos de dunas: frontales, parabólicas y transgresivas, que en su conjunto, suman un total de 27,005 ha. También hay algunas dunas en forma de barjanas, pero no cubren extensiones muy grandes.

El clima costero

El clima de la zona costera de Tamaulipas es cálido, teniendo las temperaturas más bajas de invierno en la zona norte (figura 1). Aquí, el clima es semicálido árido y en el sur es cálido subhúmedo. La precipitación cambia de manera notoria a lo largo de la costa. Es importante notar que a pesar de tener una estación de lluvias y de secas marcada, hay lluvias durante todo el año. Este gradiente de lluvias tiene un efecto muy marcado en la vegetación de las dunas, haciendo que la vegetación de la zona norte, más seca, se parezca más a la existente en las dunas de Texas, y la de la zona sur a la de Veracruz. Sin embargo la lluvia anual de las costas de Tamaulipas no es suficiente para sostener comunidades arbóreas, sino únicamente matorrales. Las temperaturas máximas anuales varían entre 25 y 27°C y las mínimas entre 12 y 16°C.

Las tormentas tropicales y los huracanes tienen un impacto moderado en Tamaulipas, ya que en 50 años, seis tormentas tropicales y siete huracanes han hecho tierra directamente en las costas de este estado (ver capítulo 4).



▲ figura 1. Climogramas de tres zonas de la costa de Tamaulipas, en los que se puede apreciar el gradiente de lluvia que se establece de la zona norte hacia el sur.

Sistema hidrográfico

Los ríos son muy importantes como fuente de arena que forma las dunas costeras. El estado de Tamaulipas tiene varios ríos, uno de ellos está ubicado en la frontera con Estados Unidos, el Río Bravo. Éste tiene dos afluentes, El Río Conchos y el Río Sabinas. Más al sur se ubica el Río Salado de los Nadadores, el Río Soto La Marina, y el Río Pánuco, en la frontera con el estado de Veracruz. El Río Tamesí es un afluente del curso bajo del Río Pánuco que desemboca en la barra de Tampico.

Las presas son trampas de sedimentos y su presencia afecta el suplemento de arena hacia las playas. El estado tiene la Presa Internacional Falcón a ciento veinte kilómetros río abajo de Nuevo Laredo, con el propósito de regular las corrientes del río Bravo; la Presa Marte R. Gómez, también conocida como presa El Azúcar, sobre el Río San Juan; la Presa Vicente Guerrero se localiza en Abasolo y Soto La Marina, y desagua sus escurrimientos a la altura del poblado La Pesca. Otras presas importantes son Ramiro

Caballero Dorantes que desborda en el Guayalejo, al igual que la presa Emilio Portes Gil, Chicayán en el Pánuco y Venustiano Carranza en el Magiscatzin. El estado tiene zonas extensas de riego que usan el agua almacenada en las presas. La abundante presencia de presas en el estado ha reducido la cantidad de sedimentos que llegan a la costa y que forman las playas y dunas. A largo plazo, la escasez de sedimentos en la costa genera procesos de erosión que en una isla de barrera se traduce en un adelgazamiento y mayor cantidad de cercenaduras o rompimiento de la barrera, sobre todo durante la marea de tormentas.

Los paisajes de las playas y dunas

Tamaulipas presenta un sistema de dunas muy extenso. Hay dunas asociadas a las playas marinas y dunas asociadas a las playas formadas por la Laguna Madre, todas ellas alrededor de un cuerpo de agua con salinidades desde estuarinas hasta hipersalinas, por tanto hay dunas externas y dunas internas. Las dunas externas separan la laguna del mar y tienen una playa en contacto con el Golfo de México y abundantes dunas embrionarias. Se va transformando en una isla de barrera, la más extensa de México.

Propiamente dicho, desde el punto de vista geomorfológico, no es una isla de barrera, ya que está unida al continente en su extremo norte, pero se comporta como una isla de barrera. La cara interna (flanco de sotavento) tiene una playa de pendiente suave que forma marismas que están en contacto con la laguna. En el extremo oeste de la laguna, hacia tierra adentro, también hay dunas, denominadas internas, con una pendiente suave con marismas y hacia el interior del continente se van convirtiendo en tierras planas con más materia orgánica. La figura 2 muestra un conjunto de fotografías que permiten apreciar los distintos tipos de dunas del estado de Tamaulipas.

Tamaulipas es de los pocos estados que cuentan con dunas parabólicas y transgresivas, además de las dunas frontales y de los campos de dunas sobre la isla de barrera. No alcanzan grandes alturas, pero hay amplias zonas totalmente móviles. Este sistema se inicia con la arena que aporta el Río Bravo y la extensa planicie de humedales que este río formaba cuando se desbordaba (antes de ser represado). Desde la etapa geológica del Mioceno existe el sistema deltaico del río Bravo que influye en la geología del sector norte de la región con un aporte importante de sedimentos (Ortiz-Pérez y de la Lanza Espino, 2005). Hacia el sur, la isla barrera que resguarda a la Laguna Madre reduce su anchura, al estar más alejada de la fuente de sedimentos.



▲ a)



▲ b)



▲ c)



▲ d)

◀ figura 2.

a) Dunas embrionarias de las playas del lado marino de la isla de barrera, en el norte del estado, playa El Barril; b) Dunas embrionarias de arena más rojiza corresponden a la playa de la orilla de Laguna Madre. En el horizonte se observa la línea de dunas blancas de la playa marina; c) Planicie protegida de los vientos marinos, hacia el interior del sistema de dunas. En la parte frontal de la fotografía se convierte en las marismas de Laguna Madre; d) Dunas móviles de la zona de El Barril, hacia la colindancia con Laguna Madre. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil)

Se ha identificado una celda formada por las corrientes de acarreo litoral desde la costa de Texas y el propio delta del río Bravo, con una circulación generalizada de norte a sur en el invierno, invirtiéndose la circulación en el verano pero de menor magnitud (CIFSA, 1967).

▼ Cuadro 1.

Superficie de las dunas costeras frontales del estado de Tamaulipas, según su grado de movilidad y estado de conservación. Las categorías para determinar el estado de conservación son las siguientes: Muy bueno, natural, sin disturbio aparente; Bueno, fragmentado con carreteras y caminos; Regular, con actividades agropecuarias; Malo, con actividades agropecuarias y asentamientos humanos dispersos y Muy malo, totalmente antropizado (Ver cuadro 2 para más detalles).

Tipo de duna	Movilidad	Estado de conservación (ha)					Total estatal
		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
Duna frontal	Estabilizada	527	4,143		100	81	4,852
TOTAL duna frontal		527	4,143		100	81	4,852
Parabólica	Estabilizada		32			647	679
	Semi-móvil	892					892
	Móvil		157		80		238
TOTAL parabólica		892	189		80	647	1,809
Transgresivas	Estabilizada	174	7,080			1,166	8,420
	Semi-móvil	3,856					3,856
	Móvil	7,986	82				8,068
TOTAL transgresivas		12,016	7,162			1,166	20,344
TOTAL ESTATAL		13,435	11,495			1,894	27,005

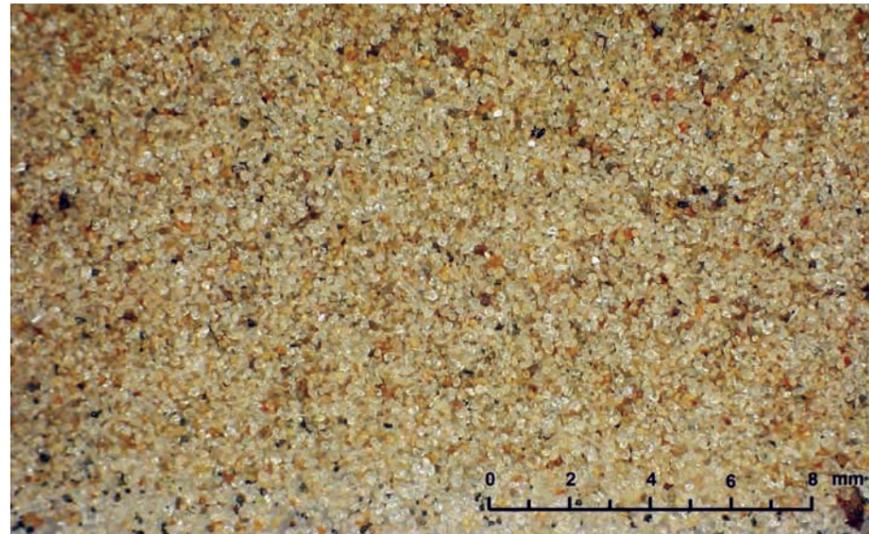
Tipos de dunas y extensión

Las dunas costeras de Tamaulipas suman un total de 27,005 ha, y éstas son de diferentes tipos: frontales, parabólicas y transgresivas (Cuadro 1). Las dunas que cubren una mayor superficie en Tamaulipas son las transgresivas (que corresponden al 75%), seguidas por las dunas frontales (18%) y las dunas parabólicas (7%), que son las más escasas. A nivel nacional, Tamaulipas ocupa el cuarto lugar en cuanto a extensión de dunas parabólicas y el sexto en lo referente a dunas transgresivas.

Las dunas frontales están ubicadas principalmente en los municipios de Aldama, Altamira, Matamoros y Soto la Marina. Las dunas parabólicas se encuentran en Altamira, Ciudad Madero y Matamoros, y las transgresivas se localizan en Altamira, Ciudad Madero, Matamoros, San Fernando y Soto la Marina. Las dunas de Tamaulipas están predominantemente cubiertas de vegetación de manera total o parcial, por lo que se consideran estabilizadas o semimóviles respectivamente. Todas las dunas frontales y la mayoría de las parabólicas están cubiertas de vegetación. Sin embargo, hay alrededor de 1,000 ha de dunas parabólicas con poca o nula vegetación y que por lo tanto son móviles. En las transgresivas predominan las estabilizadas y las móviles: las primeras se encuentran sobre todo hacia el interior, cerca de la Laguna Madre, mientras que las móviles están cerca del litoral (Cuadro 1).

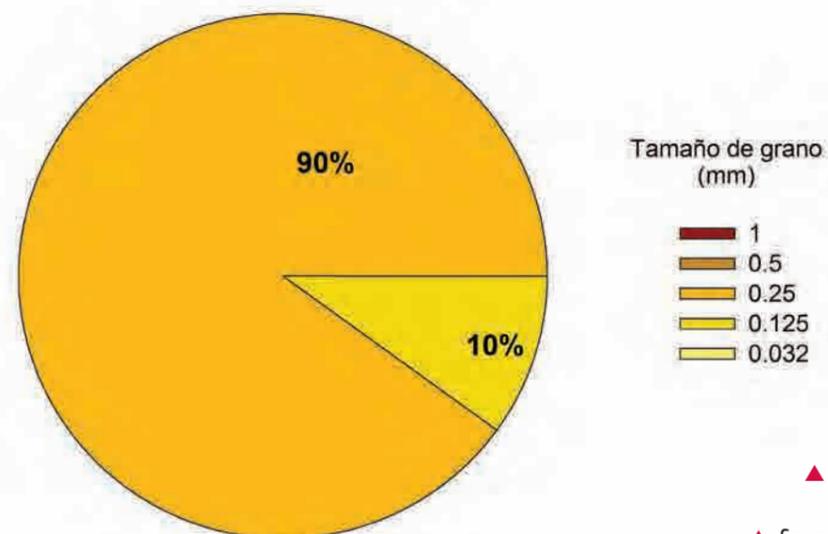
► Tipo de arena

La arena del estado de Tamaulipas se caracteriza por ser fina, con tamaño de grano muy homogéneo, con presencia de menores cantidades de minerales densos y muy bajo contenido de feldespato. El grosor, tipo y tamaño de los granos puede variar mucho de un lugar a otro, en el mismo estado y aun en playas vecinas. En esta región, la coloración en algunos sitios va desde rojiza hasta amarillenta. La arena de la zona de El Conchillal,



▲ a)

Porcentaje por tamaño de grano



▲ b)

▲ figura 3. a) Imagen de la arena de las dunas de Tamaulipas procedente de las dunas cercanas a la Laguna Madre en El Conchillal. b) La gráfica indica que predominan las arenas de 0.25 mm de tamaño, con un ligero porcentaje de arenas más gruesas. (Foto: G. Rendón-Márquez y N. Rodríguez-Revelo).

al norte del estado, hacia las dunas interiores cercanas a la Laguna Madre, forma dunas de color rojizo y presenta un tamaño de grano muy fino con granos redondeados a subredondeados, muy homogéneos (figura 3). Está compuesta sobre todo de cuarzo con menores contenidos de feldespatos y muy pocas cantidades de minerales densos. La coloración es amarilla debido a que los cuarzos están oxidados. Se encuentra clasificada como arena fina con tamaños de granos que van desde los 0.05 a los 0.2 mm. Este tipo

► figura 4.

Imágenes de algunas especies que crecen en las playas y dunas costeras de Tamaulipas. a) *Uniola paniculata*, pasto pionero de playas, formador y estabilizador de dunas; b) Numerosas especies herbáceas son frecuentes en las planicies protegidas entre la playa y dunas embrionarias y la playa de Laguna Madre. La imagen muestra a *Gaillardia pulchella*; c) *Prosopis reptans* es otra especie de las planicies protegidas entre la playa y dunas embrionarias y la playa de Laguna Madre. La imagen muestra los frutos, que son unas vainas retorcidas; d) Matorrales de la zona sur de la isla de Barrera de Laguna Madre. Están formados por diversas especies arbustivas rodeadas de una matriz herbácea. En la imagen aparece *Opuntia stricta*. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).



▲ a)



▲ c)



▲ b)



▲ d)

de arena se clasifica como bien seleccionada. Esto frecuentemente indica que la arena ha sido transportada por el viento una distancia considerable, por lo que los granos se han ido erosionando y por ello, su tamaño se ha homogeneizado. La selección de los tamaños de los granos de arena se refiere a qué tan homogénea o heterogénea es la arena en referencia al tamaño de grano, en este caso particular la arena es homogénea. No presenta limos ni arcillas, y tampoco materia orgánica ni carbonato de calcio.

Flora

El gradiente de lluvia que se observa a lo largo de la costa de Tamaulipas, siendo más seco al norte y más húmedo al sur, se refleja en la vegetación. En el norte y centro del estado predomina la vegetación herbácea, con gran afinidad con la flora de dunas de Texas. Las especies arbustivas de mayor altura aparecen hacia el sur del estado y las mayores similitudes en esta región de precipitación más alta se dan entre la zona sur del estado y Veracruz.

A continuación se enlistan algunas de las especies de plantas de los distintos microambientes de las dunas. La información proviene de García (1986), Castillo y Moreno-Casasola (1998), Moreno-Casasola y Espejel (1986), Moreno-Casasola et al. (2009) y Espejel et al. (2013). La figura 4 muestra fotografías de algunas especies representativas. Las principales especies de las playas de Tamaulipas que forman las dunas embrionarias y el primer cordón de dunas son: *Ipomoea pes-caprae*, *Ipomoea imperati*, *Uniola paniculata*, *Sporobolus virginicus*, *Croton punctatus*, *Chamaecrista chamaecristoides*, *Palafoxia texana* y *Lippia nodiflora*. Algunas de estas especies tienen valor ornamental y pueden servir para decorar jardines.

Las principales especies de la marisma son las hierbas *Sesuvium paniculatum*, *Batis maritima* y los mangles *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*. En las hondanadas húmedas se pueden encontrar *Fimbristylis spadiacea*, *Fimbristylis caroliniana*, *Flaveria brownei*, *Scirpus pungens*, *Bacopa monnieri*, *Eleocharis geniculata*, *Borrchia frutescens*,

Sesuvium portulacastrum, *Cyperus dentoniae*, *Monanthochloe litoralis*, *Philoxerus vermicularis*, *Salicornia bigelovii* y *Suaeda linearis*.

En las crestas de las dunas se encuentra *Lycium carolinianum*, *Sporobolus virginicus*, *Eragrostis secundiflorus*, entre otros. En las dunas estabilizadas al sur del sistema de dunas se establecen matorrales con *Conocarpus erectus*. Estas zonas son usadas para ganadería, por lo que predominan especies herbáceas y algunos pastos introducidos y arbustos aislados. Las principales especies sobre todo en los matorrales de las dunas estabilizadas de la zona sur, son *Oenothera drummondii*, *Verbena litoralis*, *Croton punctatus*, *Iva texensis*, *Lycium carolinianum*, *Borrchia frutescens*, *Waltheria indica*, *Crotopetalum uragoga*, *Scaevola plumieri*, *Caesalpinia bonduc*, *Mimosa strigillosa*. Las principales especies de los matorrales son *Prosopis juliflora*, *Prosopis glandulosa*, *Prosopis reptans* var. *cinerascens*, *Chiococca coriacea*, *Psidium guajava*, *Randia aculeata*, *Acacia farnesiana* y *Chrysobalanus icaco*. Si llegó a haber una selva baja sobre dunas costeras, ésta ha desaparecido y hoy en día solamente quedan matorrales bajos.

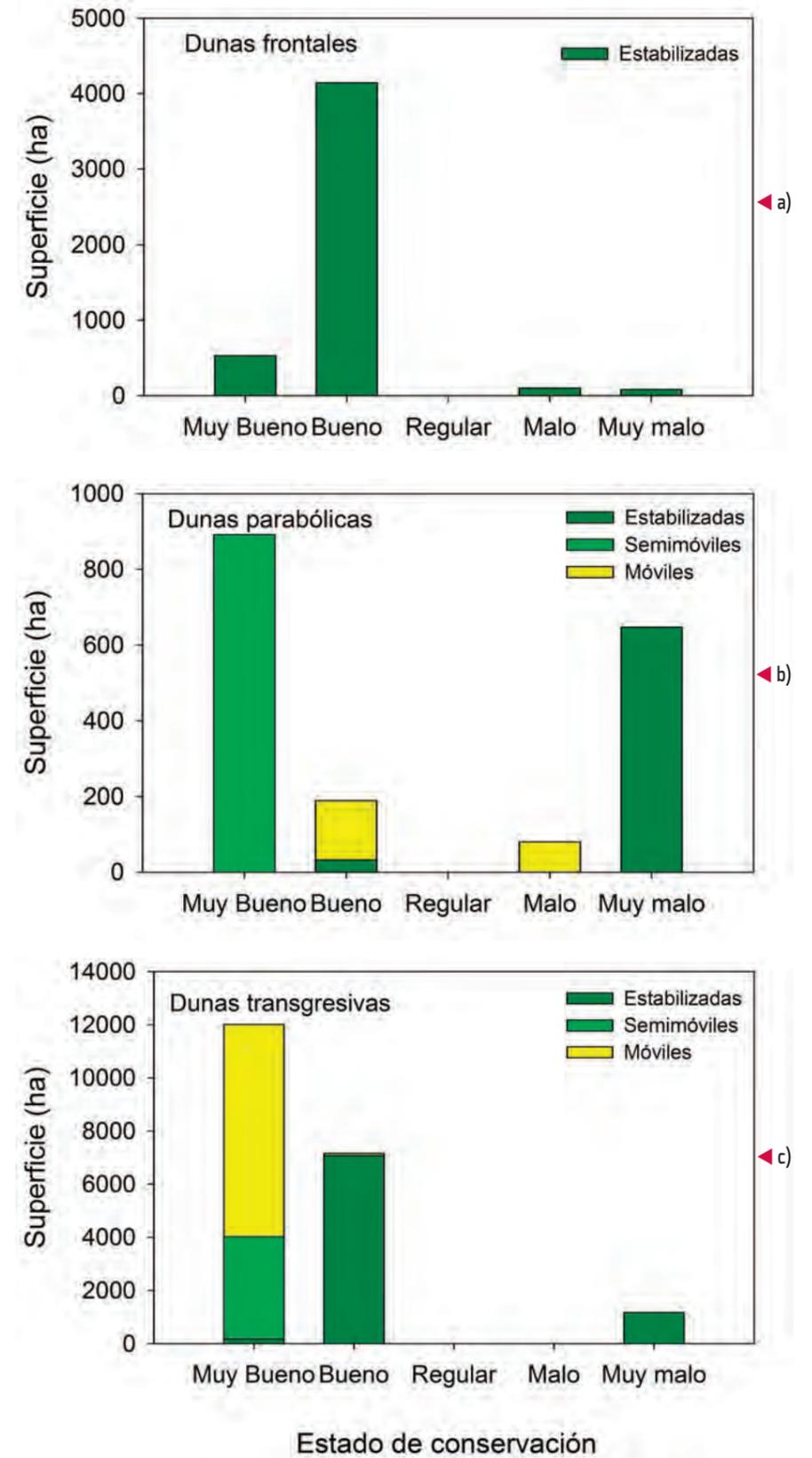
En las islas arenosas que se establecen en Laguna Madre se puede encontrar una mezcla de vegetación de dunas, de marismas y de manglares, dependiendo del grado de salinidad del agua. Hacia el norte predominan las especies de dunas y marismas y hacia el sur de la laguna se establecen manchones de manglares de las cuatro especies (*Avicennia germinans*, mangle negro; *Rhizophora mangle*, mangle rojo; *Laguncularia racemosa*, mangle blanco; y *Conocarpus erectus*, mangle botoncillo).

Estado de conservación de las dunas costeras

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):

▼ 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



▲ figura 5.
Superficie que ocupan los tres tipos de dunas presentes en el estado de Tamaulipas y estado de conservación de cada una de ellas. a) Dunas frontales; b) Dunas parabólicas y c) Dunas transgresivas).

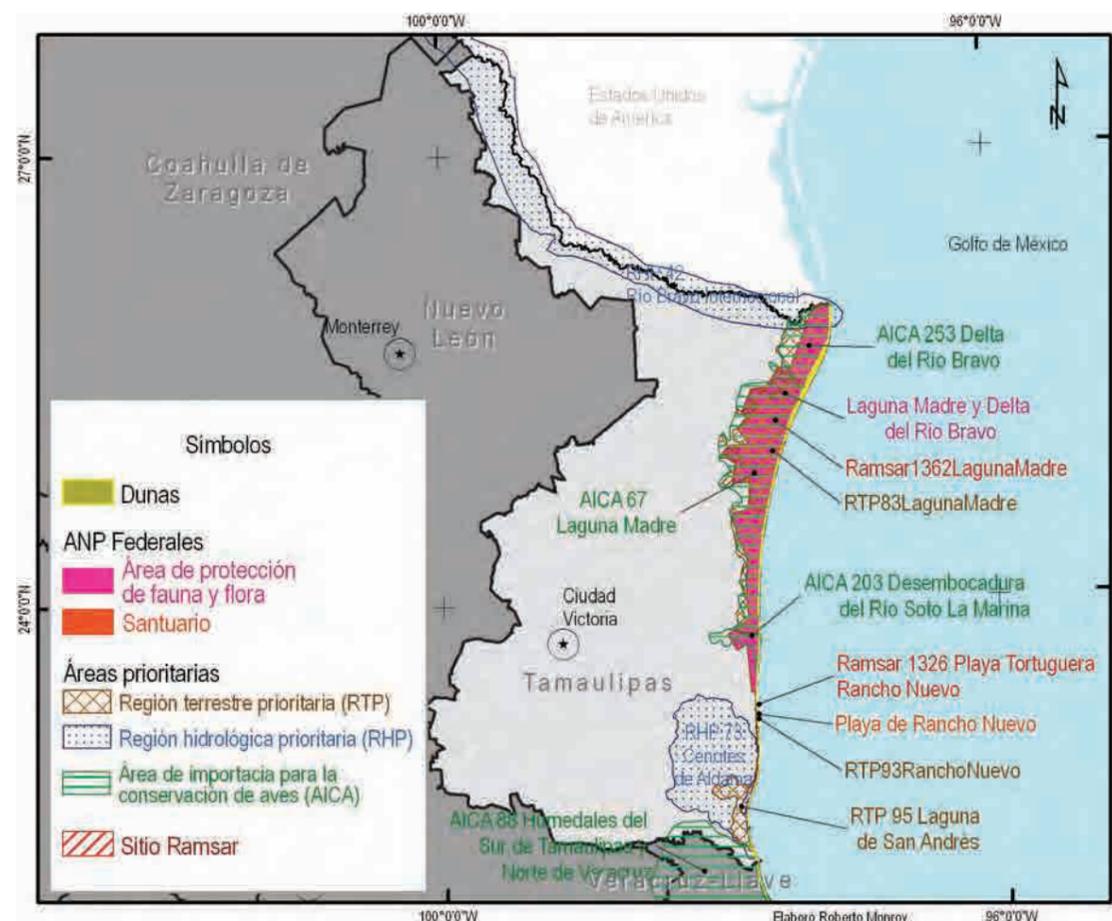
La figura 5 muestra el porcentaje de superficie que ocupa cada tipo de duna en el estado de Tamaulipas y su grado de conservación. Respecto al estado de conservación, el de las dunas frontales y las dunas parabólicas es muy bueno, seguidas por las dunas transgresivas, cuyo estado es bueno. Las dunas transgresivas mejor conservadas son las móviles. Una superficie baja de dunas frontales, parabólicas y transgresivas está en mal y muy mal estado de conservación. Se puede resumir diciendo que las dunas de este estado están en general en un buen estado de conservación. Sin embargo, como se verá posteriormente en el diagnóstico, la isla de barrera es frágil y debe tener reglas estrictas de manejo para preservar su integridad.

Los espacios protegidos y de importancia biológica

Tamaulipas es uno de los estados con mayor superficie protegida de dunas costeras (ver capítulo 8). La extensión de Laguna Madre y la isla de barrera que la separa del mar forman parte de la Reserva de Biosfera de Laguna Madre y Delta del Río Bravo (figura 6). La reserva fue creada como Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDB) en 2005 y designada posteriormente también como sitio RAMSAR. Es considerada como Área de Importancia para la Conservación de las Aves con tres sitios (AICA-67, AICA-230 y AICA-235) y región prioritaria para la conservación de zonas terrestres (RTP-83), marinas (RMP-44) y de aguas continentales (RHP-71) por la CONABIO. También tiene la denominación de Reserva de Biosfera.

Tamaulipas posee siete campos tortugueros en La Pesca, Tepehuajes, Barra del Tordo, Altamira, Miramar, playa Bagdad en Matamoros y Rancho Nuevo. Éste último está ubicado en el municipio de Aldama, y es considerado como un santuario por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Aquí se protegen los huevos y crías de la tortuga lora también conocida como tortuga golfinia o tortuga del golfo, además de la tortuga olivácea (*Lepidochelys kempii*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), y tortuga caguama (*Caretta caretta*).

La Laguna Madre es el sitio más importante para las aves playeras en el Golfo y Caribe de México. Recibe anualmente la mayor concentración de estas aves y 24 especies han sido documentadas. Algunas aves playeras como el chorlito piquigrueso (*Charadrius wilsonia*), chorlito alejandrino (*Charadrius alexandrinus*, 20% de su población llega a esta reserva), el chorlito melódico (*Charadrius melodus*), el sarapito picolargo (*Numerius phaeopus*), el costurero picocorto (*Limnodromus griseus*) y el playerito correlón (*Calidris alba*). También alberga la única colonia reproductora de pelícano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*), conocida en ambientes costeros en México. La garza rojiza (*Egretta rufescens*) también es frecuente. Se alimentan en las marismas que se forman en las pla-



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

yas interiores de la barrera hacia la laguna, al ser zonas altamente productivas donde se desarrollan comunidades de organismos bentónicos que sirven de alimento a las aves. Cuando las marismas se inundan atraen grandes concentraciones de aves playeras, aves de ribera, cangrejos y peces. También hay más de 500 islas distribuidas principalmente en la zona norte de la Laguna Madre, que son sitios de anidación de diferentes tipos de aves coloniales y residentes, así como reposo de aves migratorias, como garzas y patos (CONANP, 2012).

Problemática y diagnóstico

Las dunas del estado de Tamaulipas son muy extensas, ocupando poco más de 27,000 ha, de las cuales las dunas móviles transgresivas ocupan el 75% y la planicie de dunas frontales el 12%. Ello significa que predominan las dunas activas, donde la arena móvil produce de manera constante erosión y depositación. Es uno de los estados con mayor superficie de dunas en buen estado de conservación.

Uso del suelo

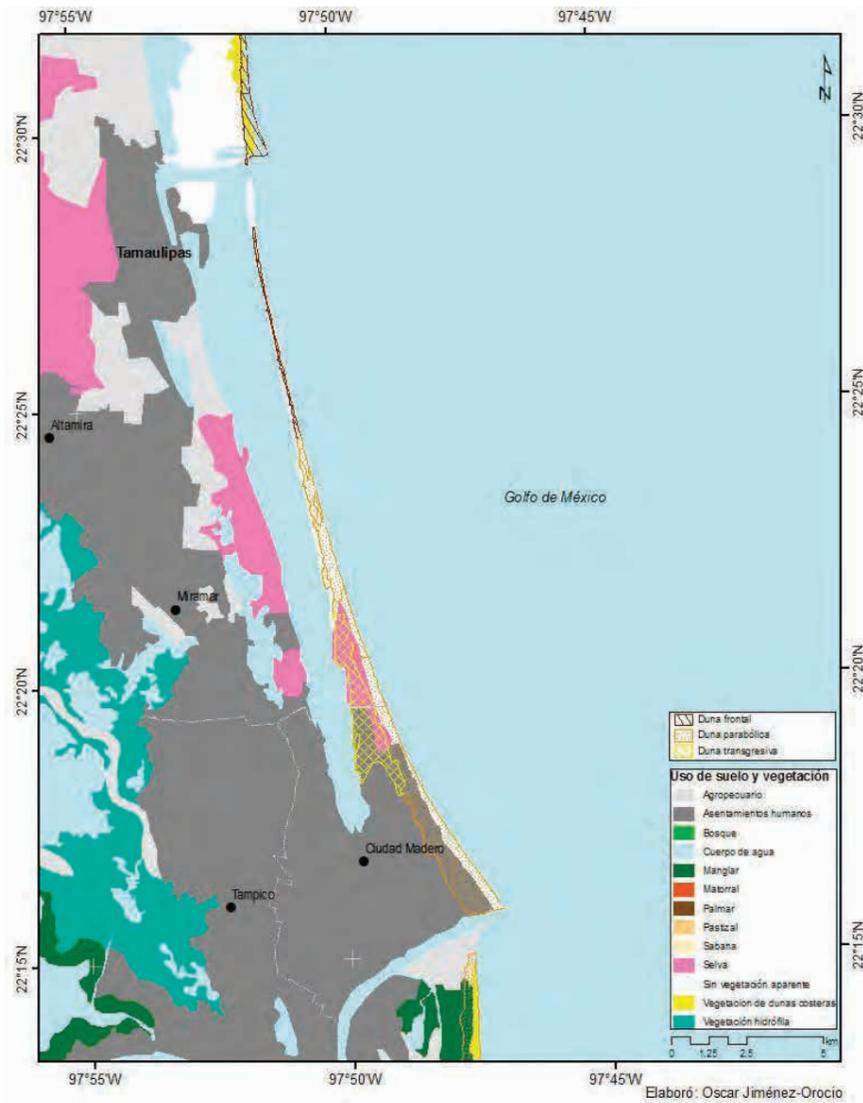
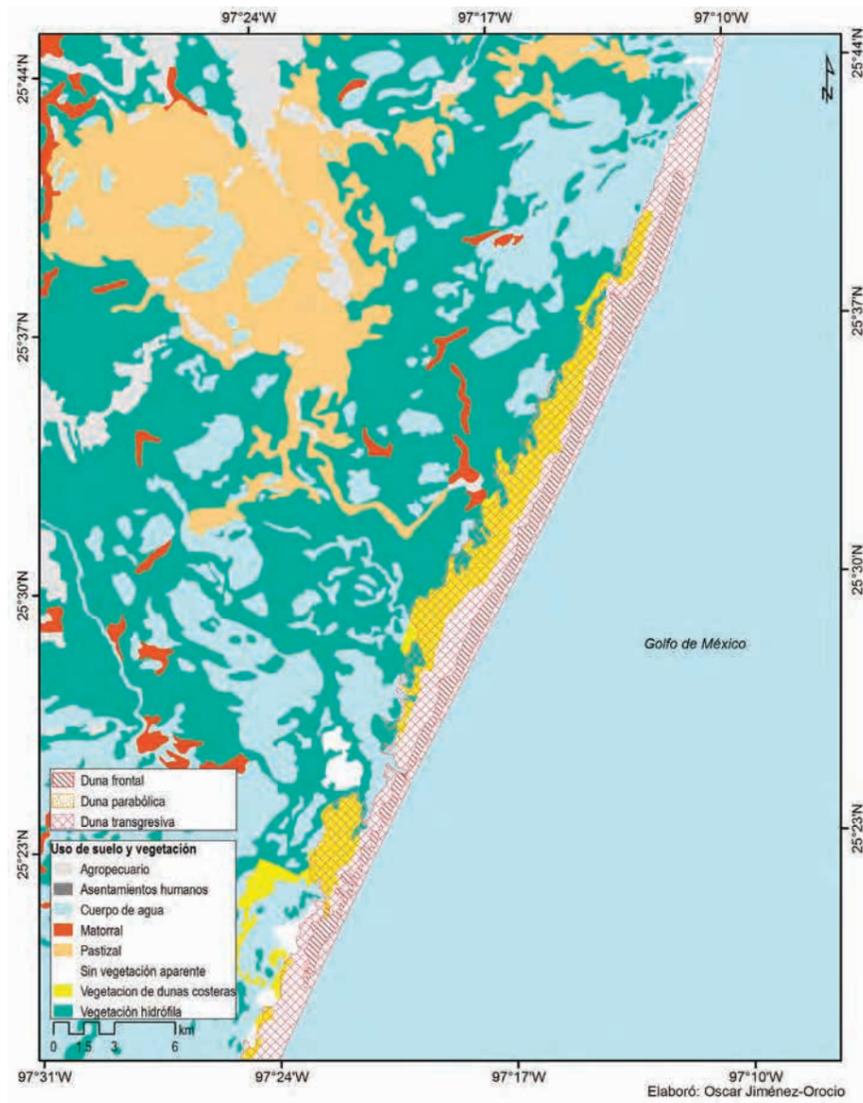
Los mapas de la figura 7 muestran ejemplos de los tres tipos de dunas ubicadas a lo largo de la costa de Tamaulipas, e indican el uso del suelo en cada uno de ellos. El primer mapa corresponde a la zona norte del estado y el segundo a la zona sur. En la zona norte, casi colindando con Estados Unidos, puede verse que hay dunas frontales y dunas transgresivas cubiertas con vegetación de las propias dunas y también hay áreas sin vegetación. En la parte posterior del mapa se puede observar el mosaico que forma la laguna y la vegetación de marismas. No se indicó presencia de ganadería extensiva como uso del suelo ya que es de muy baja densidad y no se cuenta con la información particular sobre las zonas en que se desarrolla. Sin embargo, a pesar de esta actividad las dunas están en buen estado. En la parte sur del estado, el sistema de dunas tiene una zona cubierta con vegetación nativa y otra parte está ocupada por usos urbanos, ya que corresponde a la zona de Tampico y Puerto Madero. La barra que bordea la laguna muestra dunas parabólicas y dunas transgresivas. Estas últimas están cubiertas en parte por vegetación de selva/matorrales y en parte por la propia urbanización.

La figura 8 muestra el porcentaje de la superficie de dunas costeras en cada una de las cinco categorías de conservación. Puede observarse que el 90% del estado presenta dunas en dos categorías: muy buen estado de conservación y en buen estado.

Es uno de los estados con mayor conservación de este ecosistema, lo cual contrasta con la degradación del cuerpo de agua de Laguna Madre.

Geomorfología, biodiversidad y vegetación

Este sistema de dunas representa una región de gran interés geomorfológico, ecológico, botánico y biogeográfico en el país. Constituye la isla de barrera más extensa en México. La extensión de las dunas y las diferencias climáticas forman dos grupos de vegetación. La zona norte y central del estado presenta una composición florística parecida a la de las dunas de Laguna Madre en Texas. Comparten especies como *Gaillardia pulchella* y *Senecio ridellii*. La zona sur guarda mayor relación con Veracruz, es decir con la zona tropical más lluviosa. Las playas y las dunas frontales en ambas zonas se parecen más entre sí que las zonas protegidas detrás del primer cordón de dunas y los matorrales. En la zona norte son frecuentes: *Mimosa strigillosa*, *Machaeranthera phyllocephala*, *Prosopis reptans*; y en la zona sur: *Schyzachirium scoparium*, *Karwinskia humboldtiana*, *Randia* spp., *Acacia farnesiana*, entre otras (Moreno-Casasola et al., 2009).

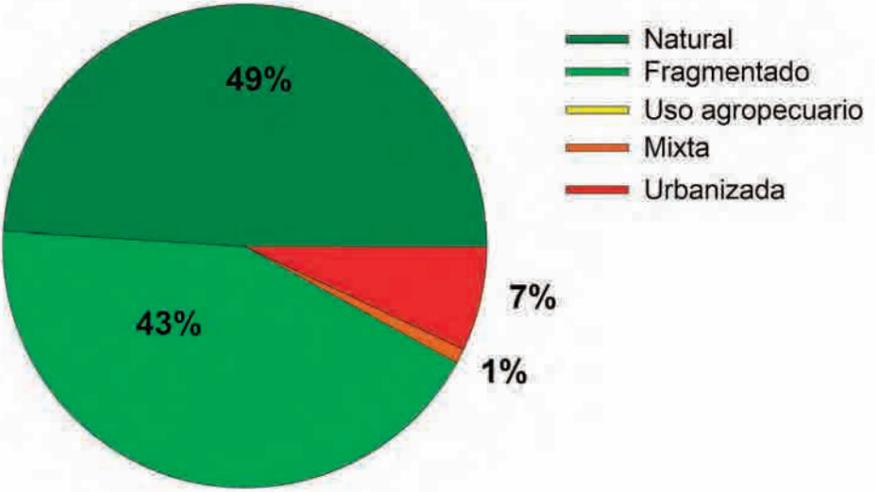


▲ figura 7. Mapas que muestran los distintos tipos de dunas de la costa de Tamaulipas en la zona norte, casi colindando con Estados Unidos (a) y en la región sur donde aún quedan remanentes de dunas en Tampico y Puerto Madero (b). Se representa también el uso del suelo.

Agricultura y ganadería

No se aprecia actividad agrícola en las dunas pero sí ganadera (figura 9). Ésta se desarrolla en la isla de barrera en la zona baja y plana, protegida, detrás de las dunas frontales y antes del sistema de dunas que colinda con las marismas de Laguna Madre. Es la zona con mayor humedad y por lo tanto con mayor cobertura vegetal y alimento para ganado. En algunos puntos del sistema se pueden apreciar pozas de agua dulce, donde aflora el manto freático del agua que se filtró en las dunas durante las lluvias, y sirve como abrevadero para el ganado (Moreno-Casasola et al., 2009). En general, en la región de la ANP y su área de influencia, las técnicas de producción agropecuaria y pesquera son poco

Usos de suelo sobre dunas



▲ figura 8. Esta gráfica muestra el porcentaje de 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 Tamaulipas.

adecuadas. No se toma en cuenta su impacto en la laguna (escurrimiento y filtración de agroquímicos al manto freático y al agua de la laguna).

Desarrollos turísticos y urbanos

Hoy en día existen aún pocos desarrollos turísticos en la región. Los principales son Playa Bagdad, Playa La Pesca, Carbonera, Barra del Tordo y Miramar. En estos sitios hay pocos hoteles. Las poblaciones urbanas sobre las dunas costeras de Tamaulipas son escasas, sumando menos de 200,000 habitantes en Ciudad Madero. La población rural sobre dunas costeras también es escasa en Tamaulipas, y solamente en el municipio de Matamoros es mayor de 500 habitantes (3,173). En algunas zonas se establecen pequeños poblados de pescadores con construcciones sobre pilotes para permitir el paso del agua (figura 10, página 310).

Las islas de barrera son un gran atractivo para los desarrollos turísticos. En las partes más angostas, de un lado se contempla el mar y del otro la laguna. En muchas partes del mundo, las islas de barrera se han desarrollado económicamente, a pesar de tratarse de uno de los ambientes más vulnerables del planeta, como es el caso de Cancún. Las bocas que comunican a la laguna con el mar son frágiles y móviles, una tormenta abre una nueva boca en un sitio y la cierra en otro, creando múltiples cercenaduras. El oleaje de tormenta es particularmente erosivo en las islas de barrera. Se les conoce como cintas de arena en movimiento ya que crecen por la acumulación de arena que trae el mar, pero al mismo tiempo se van erosionando (Pilkey et al., 1998). Tamaulipas cuenta con una gran extensión de islas de barrera. Ha habido planteamientos para crear grandes

proyectos como el Desarrollo Turístico de La Pesca y el Desarrollo Turístico Playa Miramar. Huracanes recientes mostraron la vulnerabilidad de estas iniciativas.

Industria e infraestructura costera

A lo largo del litoral del estado se encuentran habilitados sobre las dunas costeras varios puertos, una ciudad de 97,216 habitantes (Ciudad Madero), además de pequeños asentamientos pesqueros (9 localidades con 3,236 habitantes). Los principales puertos son Mezquital, La Pesca, Altamira y Tampico. Cuentan con escolleras y espigones que modifican el flujo de sedimentos. Tamaulipas tiene un total de 12,148 m de obras portuarias de protección. De éstas, 7,990 son escolleras, 1,060 espigones y 3,098 protecciones marginales.

Las poblaciones de pescadores tienen pocos servicios y varias de ellas carecen de un ordenamiento en el sentido de tener zonas de acumulación de basura, lodazales, materiales abandonados, etc. Asimismo, hay un fuerte problema de basura en los alrededores de los asentamientos. Esta basura consiste en plásticos, maderas, papeles, latas, así como de pescado muerto, que contamina la propia laguna y las playas.

Algunas cercenaduras de la isla de barrera se mantienen abiertas mediante escolleras y dragados. La acumulación de sedimentos se deposita formando tarquinas que son colonizadas por vegetación de dunas tolerante a la salinidad y por mangles en la orilla.

Erosión

En Tamaulipas hay varios ríos cuyas arenas formaron las dunas de arena y mantienen la isla de barrera. Sin embargo, muchos de ellos han sido represados para riego de las zonas agrícolas. Estas presas no solamente retienen el agua, sino también los sedimentos, reduciendo el aporte que alimenta a la isla de barrera e incrementando la vulnerabilidad de esta zona ante el cambio climático. Esta situación es especialmente grave en las zonas donde hay playas tortugueras, pues el estado cuenta con poblaciones de gran importancia nacional e internacional, y muchas playas están desapareciendo.

El material arenoso acumulado en los abanicos se va depositando sobre los humedales de la línea de costa interna de la barrera, contribuyendo al azolve de la Laguna Madre durante las tormentas, pues sobre el lecho del fondo hay sedimentos de procedencia eólica (Yáñez-Arancibia y Schlaepfer, 1968).

Vulnerabilidad ante el cambio climático

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (SEMARNAT) hizo un análisis del impacto del cambio climático para cada estado de la República. Analizaron el número de veces que se presentaron eventos hidrometeorológicos en la entidad. Estos eventos se clasificaron en ocho categorías que aparecen en la figura 11a y el análisis se realizó



▲ **figura 9.** Zona protegida entre los sistemas de dunas marinos y los de la laguna, que se usa para criar ganado. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

para el periodo comprendido entre 1980 y 2001. Muchos de estos eventos constituyen desastres hidrometeorológicos, y en el caso de Tamaulipas los más frecuentes son las inundaciones (se registraron 38) y los vendavales (se registraron 36). El Estado tiene una disponibilidad baja de agua y el grado de presión es moderado (19%)

La mayor parte de la zona costera está bajo riesgo de incremento del nivel del mar y en la Laguna Madre es en toda la extensión del litoral de la laguna (figura 11b) (http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html).

La zona costera está expuesta al impacto directo de los huracanes. Gilberto (en 1988) y Emily (en 2005) demostraron que la morfología del litoral se altera al desplazar miles de toneladas de arena que resultan en ganancias o pérdidas de playas.



▲ figura 10.

En Playa Bagdad los pescadores construyen sus casas sobre pilotes para permitir el paso del oleaje de tormenta, que baña la isla de barrera.
(Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

► Recomendaciones y planes de manejo

La ANP de Laguna Madre surca cerca de las tres cuartas partes de la longitud costera del estado de Tamaulipas, de norte a sur. Es una fortaleza, una zona de resistencia y vinculación de la tierra con el mar, es la protección de la tierra y de la productividad de la planicie costera, pero también representa el potencial presente y futuro. La ANP se debe reconceptuar no solamente por su vocación de conservación sino también por su situación estratégica en la vida de los tamaulipecos. Cada ecosistema presente en este complejo de dunas y marismas tiene su propia problemática y requiere esfuerzos particulares y planes de manejo específicos. Sin embargo, es necesario recordar que los ecosistemas de la costa constituyen un conjunto interactivo y que la afectación de uno repercute en el otro. 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.

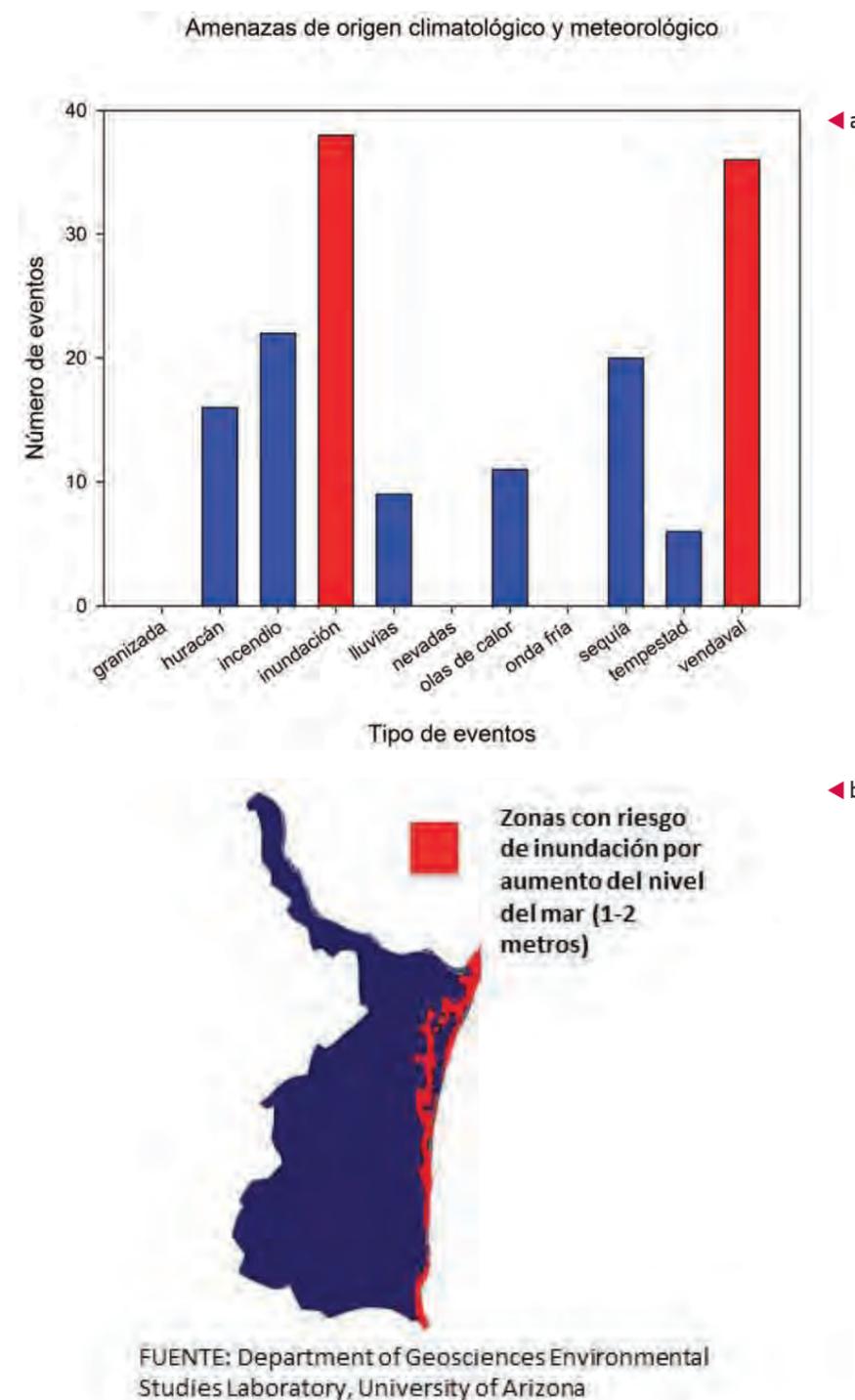
Debe establecerse una zonificación tanto de la laguna como de la isla de barrera de la ANP. Ésta debe indicar claramente las áreas de anidación de aves y tortugas, las de mayor riqueza pesquera, las de presencia de endemismos, las de mayor riqueza de flora y fauna, entre otros, las cuales pueden denominarse "áreas críticas de la conservación". Deben existir reglamentos para asegurar que ningún tipo de acción u obra afecte estos sitios. También deben indicarse las zonas de influencia de estos sitios para asegurar que hay criterios y normas aplicables a las áreas críticas. La zonificación del ANP debe indicar

claramente las zonas de prohibición de asentamientos y estructuras de construcción, las zonas de alto riesgo y peligrosidad para asentamientos humanos y tener reglamentos de construcción de servicios, como palapas, caminos, hoteles de bajo impacto entre otros.

Entre las principales acciones de restauración que se sugieren se encuentra la estabilización de las tarquinas existentes y su revegetación para convertirlas en islas, imitando a la vegetación de las islas naturales y la zonación de las mismas. Las tarquinas futuras deben ser reubicadas en los sitios idóneos, alejados de las corrientes y de las zonas de reproducción de aves, para asegurar que los sedimentos no las afecten. Estas acciones deben formar parte del plan de manejo de la propia reserva. Se deben proteger/restaurar las dunas donde hay playas que se están erosionando. Se debe hacer un esfuerzo especial de conservación y protección en las zonas con playas tortugueras.

Se ha reducido el aporte de agua dulce a la laguna debido al represamiento de muchos ríos que anteriormente drenaban en este cuerpo de agua. Se deben revisar las políticas y experiencias instrumentadas en un ecosistema similar, la Laguna Madre de Texas, para considerar un aporte de agua dulce a la Laguna, así como la revisión de datos históricos que permitan determinar el caudal ecológico o ambiental necesario para la laguna.

Finalmente, vale la pena revisar el trabajo de Ortiz Lozano et al. (2000), quienes analizaron las perspectivas para un manejo costero adecuado para Tamaulipas y proporcionan una serie de sugerencias generales.



▲ **figura 11.** La figura muestra los desastres hidrometeorológicos entre 1980 y 2001 en el estado de Tamaulipas, sobresaliendo las inundaciones, vendavales, incendios y huracanes, siendo los dos primeros los de mayor magnitud. **b)** Se muestran las zonas de la costa del estado con riesgo de inundación por aumento del nivel del mar, estando todo el litoral del estado, inclusive el margen interno y externo de Laguna Madre con alto riesgo. Esta información fue tomada y redibujada de http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo_sector/estados/estados.html.

Referencias bibliográficas

- 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.
- CIFSA 1967. Estudio preliminar para la rehabilitación de la laguna Madre de Tamaulipas. México.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) 2012. Proyecto de programa de manejo. Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo. http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/PROYECTO_LM_FIN%20Febrero%20201
- Espejel, E., Peña-Garcillán, P. y Jiménez-Orocio, O. 2013. Flora de playas y dunas de México. Informe Técnico Final CONABIO HJ007.
- García, T. 1986. Análisis numérico de la vegetación de dunas costeras del sur de Tamaulipas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias-Biología, UNAM. México D.F.
- Moreno-Casasola, P. y Espejel, I. 1986. Classification and ordination of coastal dune vegetation along the Gulf and Caribbean Sea of Mexico. *Vegetatio* 66: 147-182.
- Moreno-Casasola, P., Infante, D.M., Vázquez Benavides, J., González Trujillo, R., Monroy Ibarra, R.C. y Sánchez Vigil, G. 2009. Elaboración de un plan estratégico de manejo y base para el monitoreo de los humedales, playas y dunas en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), Tamaulipas. Iniciativa de México para la protección del clima en el Corredor ecológico Sierra Madre Oriental y en las lagunas costeras Laguna Madre y Marismas Nacionales". 08_II_060_Mex_G_Schutzmaßnahme Ökosysteme. GTZ.
- Ortiz Lozano, L., Solís Weiss, V. y Granados Barba, A. 2000. Scientific research in the Tamaulipas Coastal Zone, Mexico: implications for its coastal management. *Ocean & Coastal Management* 43: 927-936.
- Ortiz Pérez, M.A. y de la Lanza Espino, G. 2005. Diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional. Serie Textos Universitarios, núm. 3, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Pilkey, O.H., Neal, W.J., Riggs, S.R., Webb, C.A., Bush, D.M., Pilkey, D.F., Bullocky, J. y Cowan, B.A. 1998. *The North Carolina shore and its Barrier Islands: restless ribbons of Sand (Living with the Shore)*. Duke University Press. Durham.
- 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/janiumbin/janium_login_opac.pl?find&ficha_no=225712
- Yáñez-Arancibia A, Schlaepfer, C. 1968. Composición y distribución desedimentos recientes de la Laguna Madre, Tamaulipas, México, *Boletín* 84, Instituto de Geología, UNAM, México: 5-44.

Colaboradores de la ficha

Esta ficha se elaboró con información generada por Judith Vázquez, Ricardo González, Gonzalo Castillo Campos.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo brindado en campo y en logística al personal de la Oficina Regional de la CONANP, especialmente a Rafael García Soriano, Gloria Tavera, Marco Antonio Castro Martínez, Blanca Zapata y David Lerma Quiroga.