

Sinaloa

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

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

El estado de Sinaloa se ubica dentro de la planicie costera noroccidental, la cual a su vez colinda directamente con la Sierra Madre Occidental. Se localiza al noroeste de México, sobre la vertiente del Pacífico, colindando a lo largo de la costa con el estado de Sonora en el norte y con el estado de Nayarit en el oeste.

La ciudad capital es Culiacán, que se encuentra en el interior del estado, retirado de la costa. El destino turístico más relevante es Mazatlán, famoso por sus playas. Cuatro de las ocho especies de tortugas marinas del mundo arriban anualmente a las playas de Sinaloa.

El litoral de Sinaloa se extiende a lo largo de alrededor de 640 km, sin embargo por la gran cantidad de islas de barrera, y por lo tanto la presencia de costas interiores, la longitud total de costa alcanza más del doble. Sinaloa es uno de los estados con dunas geomorfológicamente más variados y pertenece a la región con menos pérdida de vegetación de dunas, sin embargo en el sur la acuicultura ha modificado mucho estos ecosistemas (Seingier et al., 2009). La superficie total de dunas costeras en el estado es de 90,731 ha.

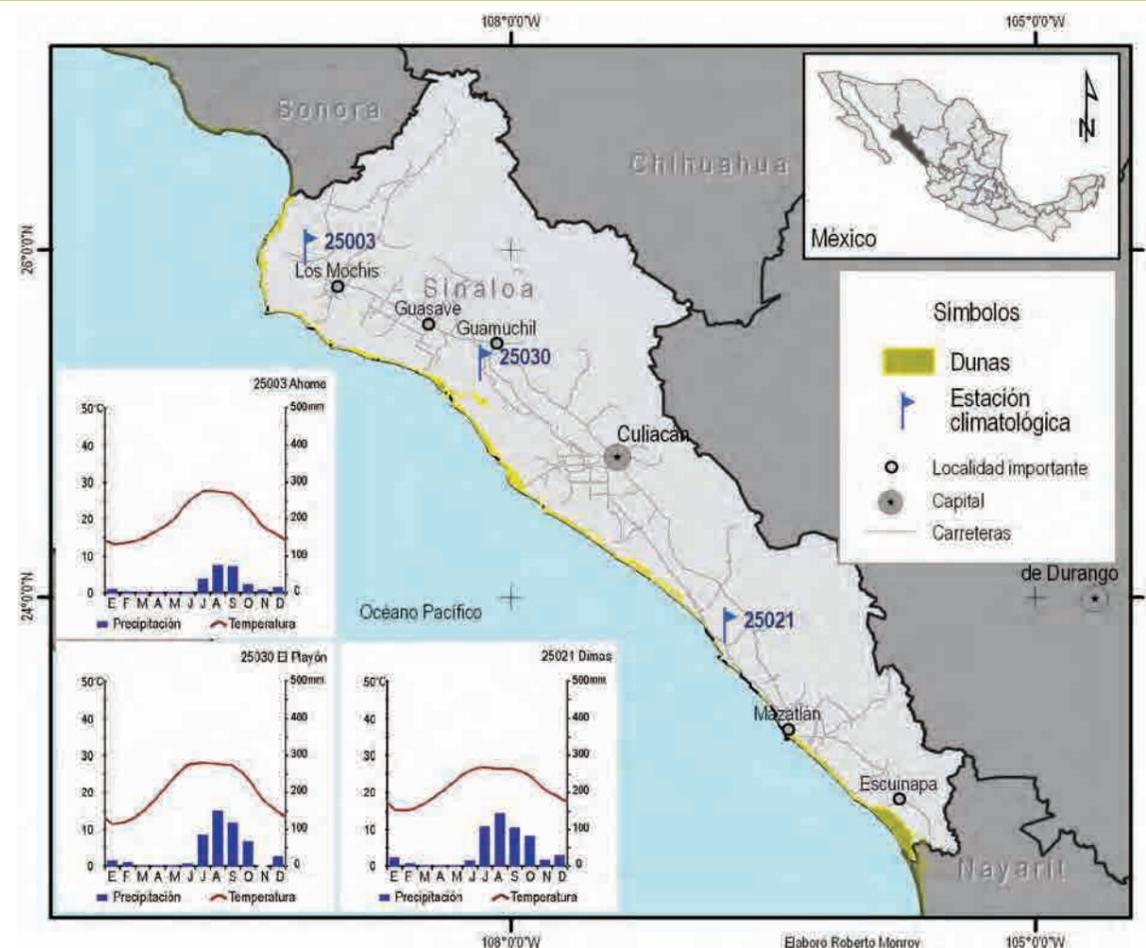
El clima costero

El clima en el estado varía por su ubicación a ambos lados del Trópico de Cáncer, el cual además de ser una línea significativa desde el punto de vista térmico, marca también en forma aproximada la franja de transición entre el clima semiárido y semihúmedo, que son los determinantes más importantes para la distribución climática en el estado (INAFED, 2010). La precipitación media anual es media, con 600 a 800 mm anuales; las temperaturas máximas varían entre 25 y 28°C y las mínimas entre 13 y 18°C (figura 1).

Los eventos climatológicos extremos son muy comunes en las costas sinaloenses. En los últimos 50 años se han registrado 18 huracanes, de diferentes categorías, que han tocado tierra; Sinaloa ocupa el segundo lugar en número de huracanes, solo después de Baja California Sur. Las tormentas tropicales también son comunes, con ocho registros en el últimos 50 años (ver capítulo 4). Los ciclones tropicales constituyen el segundo factor de la producción de la precipitación, toda vez que pasan cada año frente a la costa Centro Occidental; además, es la principal causa de la distribución en la variabilidad la lluvia (Vidal y Hernández, 1992) y por lo tanto, de las inundaciones. En los últimos 30 años, dos de los diez huracanes de mayor impacto en México hicieron tierra en Sinaloa (Tico en 1983 y Lane en 2006), causando pérdidas humanas y daños millonarios.

Sistema hidrográfico

El estado de Sinaloa está dividido en 11 corrientes hidrológicas que drenan al mar, entre las que sobresalen en el norte, los ríos Fuerte, Sinaloa y Evora o Mocorito; los dos pri-



▲ figura 1.

Climogramas que muestran la precipitación y su distribución, así como las temperaturas que se encuentran a lo largo de la planicie costera de Sinaloa. La mayor precipitación ocurre en el verano.

meros forman las dos cuencas más grandes de la entidad con el 50% del total del área hidrológica. En el centro están los ríos Humaya, Tamazula (afuentes del río Culiacán), Culiacán, San Lorenzo y Elota y en el sur, los ríos Piaxtla, Baluarte y Cañas. Todos ellos en conjunto acarrear un promedio de 15,200 millones de metros cúbicos anuales. La mayoría de los ríos que cruzan el territorio sinaloense tienen su origen en el flanco occidental de la Sierra Madre Occidental en los estados de Chihuahua y Durango. Conforme a los volúmenes de escurrimiento medio anual, los ríos Fuerte, Sinaloa, Humaya, San Lorenzo y Baluarte conjugan el 74% de los deslizamientos pluviales (INAFED, 2010).

Los ríos no forman deltas pero su sedimentación segmenta a las lagunas y esteros que se encuentran paralelos a la costa. Existe un arreglo hidrográfico de numerosas corrientes que se desprenden de la Sierra Madre Occidental y que surcan la llanura costera, pero son ríos que por la magnitud de sus cuencas y caudales, no llegan directamente al mar y, por tanto, se extienden hacia las tierras bajas y derivan atrás de las antiguas barras costeras, formando de este modo una amplia extensión de lagunas, esteros y planicies de inundación (Ortiz-Pérez y de la Lanza Espino, 2006) como: Estero Bacore-

hús, Estero Capoa, Laguna la Presa, Laguna de Canachi, Estero el Pozole, Estero Urías, Laguna el Huizache, Laguna el Caimanero, Estero el Mezcal, Laguna Agua Grande y Boca Teacapan. Por su morfología costera las barras arenosas forman muchas bahías y ensenadas: Bahía Jitzamuri, Boca las Piedras, Bahía Lechuguillas, Bahía Ohuira, Bahía Topolobampo, Bahía San Ignacio, Bahía Nava-chiste, Bahía Macapule, Bahía Playa Colorada, Bahía Santa María, Bahía Altata, Ensenada Pabellones y Bahía La Guadalupana.

Los paisajes de las playas y dunas

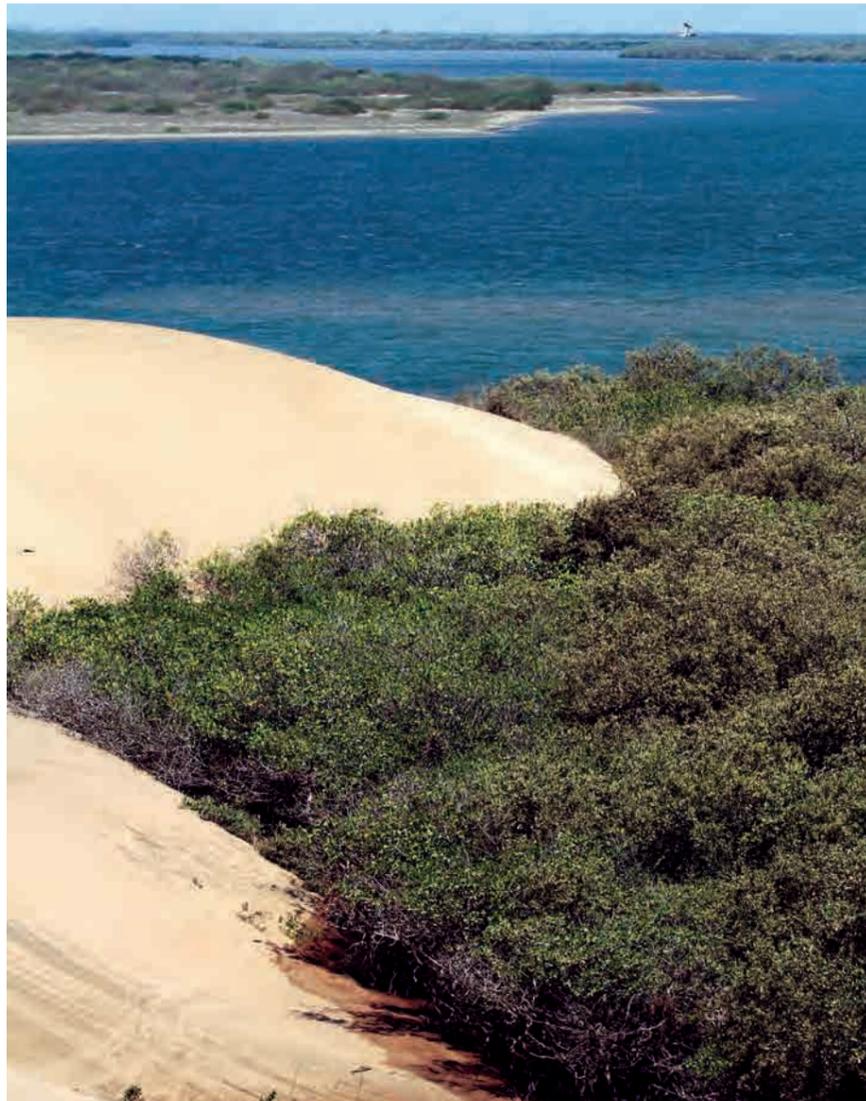
La línea de costa tiene una orientación NW-SE, a excepción de la costa más al norte, que presenta orientación N-S. Una de las características principales de la costa del estado es la presencia de numerosas barras arenosas, con dunas costeras de diversa geomorfología y grados de estabilización, derivadas de la geohidrografía de la planicie costera. Las barras arenosas son derivadas en buena parte de rampas de piedemonte que descienden por medio de torrentes de agua hacia el mar, formando abanicos del-taicos de sedimentos gruesos que tienen por característica una escasa madurez textural. Esto es consecuencia de la cercanía de

la fuente de sedimentos que se emiten de la vertiente oriental del estado.

Se puede decir que en esta región se alternan paisajes costeros de tipo rocoso y arenoso, o bien de playas que se encuentran precedidas de cantiles rocosos formando costas mixtas (Ortiz-Pérez y de la Lanza Espino, 2006). Sinaloa está en el límite sur del Golfo de California. Sobre la costa oriental del Golfo de California el litoral consiste en su sector septentrional de una costa de planicies deltaicas antiguas e inactivas, constituidas por el complejo deltaico de los ríos Hermosillo, Yaqui, Mayo y Fuerte. Al sur del estado, abajo de la latitud del Trópico de Cáncer, la línea de costa baja es arenosa (79%) con desarrollo de barreras formadas por planicies de cordones costeros antiguos y rocosos.

Tipos de dunas y extensión

Sinaloa ocupa el tercer lugar en superficie de dunas a nivel nacional sumando un total de 90,731 ha. Es el segundo estado con la mayor extensión de dunas frontales y el cuarto en extensión de dunas transgresivas. Las dunas frontales son las más comunes (59,140 ha), mientras que el restante son dunas transgresivas (31,592 ha). El 59 % de las dunas frontales están estabilizadas. En el caso de las dunas transgresi-



▲ a)



▲ b)



▲ c)



▲ d)

◀ **figura 2.**

Paisajes de las dunas costeras de Sinaloa: **a)** Guasave, **b)** Playa Ballena; **c)** Mazatlán y **d)** Tambor. Se observan dunas de gran tamaño, la presencia de especies arbustivas y rastreras, y la destrucción de las dunas por los desarrollos turísticos. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

vas el 33% están estabilizadas, el 46% son dunas transgresivas móviles y el 21 % restante son dunas transgresivas semi-móviles. Las dunas costeras se distribuyen en prácticamente toda la costa del estado, siendo la parte centro-norte la más representativa por la presencia de islas de barrera arenosas. Las dunas frontales se encuentran en los municipios de Ahome, Angostura, Culiacán, Elota, Escuinapa, Guasave, Mazatlán, Navolato, Rosario y San Ignacio. Las dunas transgresivas se localizan en los municipios de Ahome, Angostura, Culiacán, Elota, Guasave y Navolato (figura 2).

► Tipo de arena

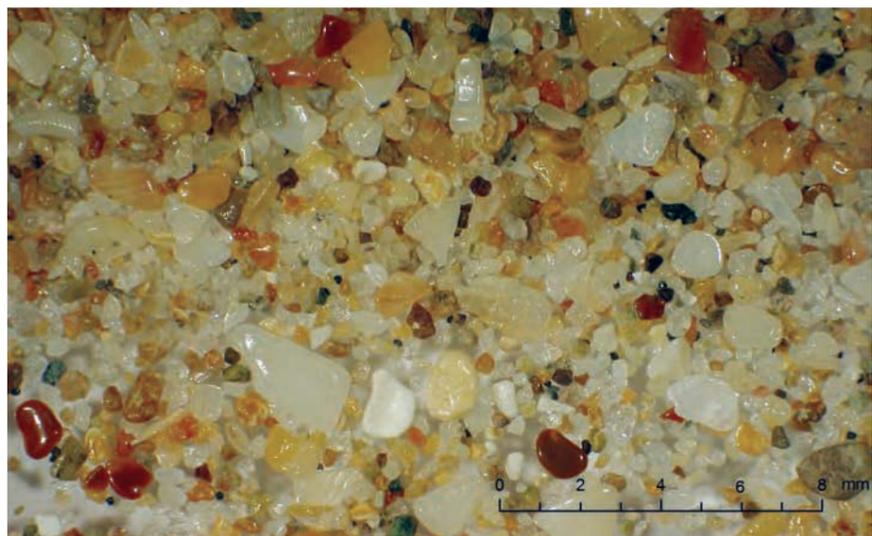
La arena del estado de Sinaloa se caracteriza por ser de grano medio a fino. Predomina la coloración gris amarillenta a gris anaranjada, debido a la presencia de cuarzos que contienen estos sedimentos. La arena de las playas de Navolato se caracteriza por ser de grano medio a fino, de coloración amarillo anaranjada. Este tipo de arenas está compuesto de cuarzo, feldespatos, minerales densos y menores cantidades de restos de conchas marinas. Las playas de Guasave son de grano fino (figura 3 a), bien seleccionadas lo que indica la

▼ **Cuadro 1.**

Superficie que ocupa cada una de los tipos de dunas del estado de Sinaloa. También se indica la categoría de conservación que presentan y la superficie que cubren. En el cuadro 2 se describen las categorías de conservación.

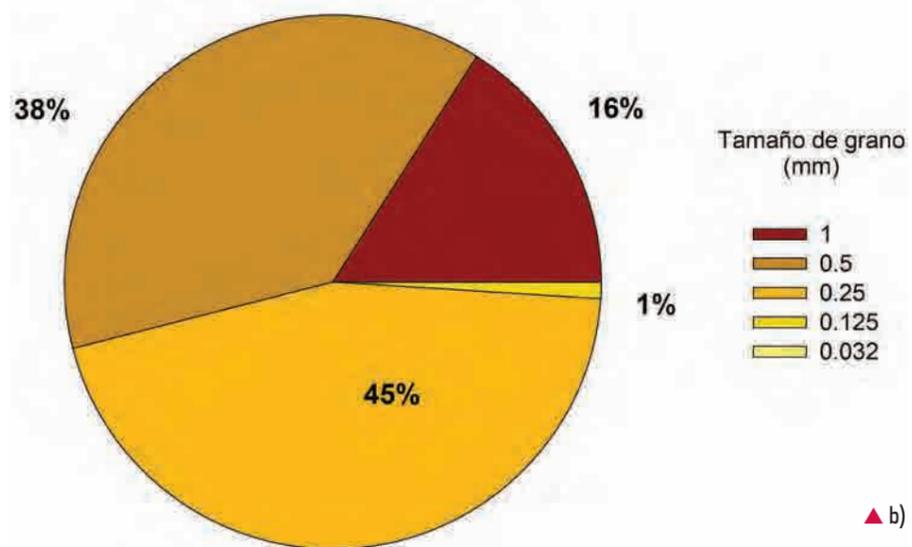
Tipo de duna	Movilidad	Estado de conservación (ha)					Total estatal
		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
Duna frontal	Estabilizada	2,268	10,497	2,205	36,415	6,181	57,566
	Semi-móvil		843		249		1,092
	Móvil	307	175				482
TOTAL duna frontal		2,575	11,515	2,205	36,664	6,181	59,140
Transgresivas	Estabilizada	3,546	3,015	2,740	423	664	10,388
	Semi-móvil	3,881	2,510	400			6,791
	Móvil	10,906	3,452		54		14,412
TOTAL transgresivas		18,333	8,977	3,140	477	664	31,591
TOTAL ESTATAL		20908	20493	5344	37141	6845	90731

homogeneidad del tamaño de la arena. Es de coloración gris amarillenta con abundantes fragmentos de minerales densos y restos de conchas marinas. En contraste, Playa Ballenas ubicada en la ciudad de Mazatlán se caracteriza por ser una arena con abundantes fragmentos de conchas marinas y cuarzo (figura 3b). Presenta tamaños de granos



▲ a)

Porcentaje por tamaño de grano



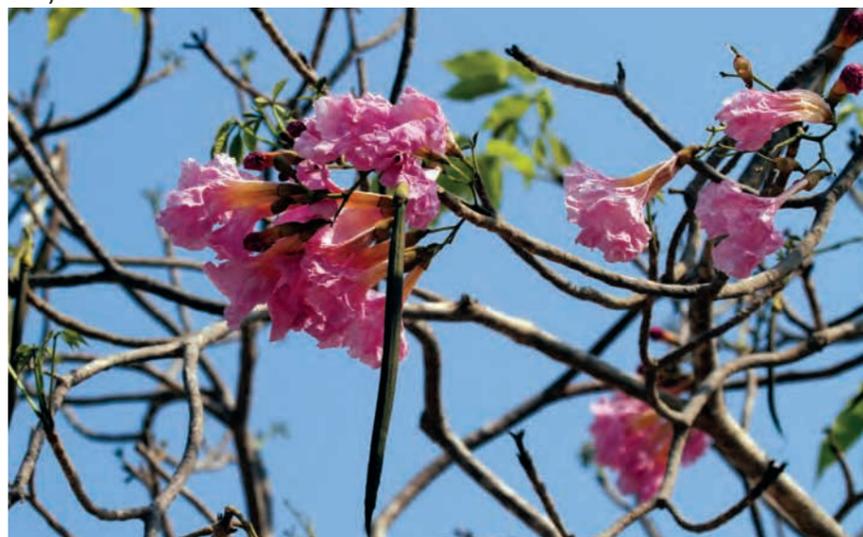
▲ b)

▲ figura 3.
a) Imagen de la arena (a) y análisis del porcentaje de los distintos rangos de tamaño de grano de Playa Ballena en Mazatlán; b) Se observa que predominan los granos de tamaño medio. (Foto: G. Rendón-Márquez y N. Rodríguez-Revelo).

que van desde subangulosos a subredondeados. Se encuentra clasificada como arena media a gruesa con tamaños de granos que van desde los 0.2 a los 2 mm. Este tipo de arena se clasifica como mal seleccionada. La selección significa qué tan homogénea o heterogénea es la arena en cuestión al tamaño de grano, en este caso particular la arena es heterogénea. El color de la arena es amarillo anaranjada, sin presencia de limos y arcillas, materia orgánica.



▲ a)



▲ b)



▲ c)



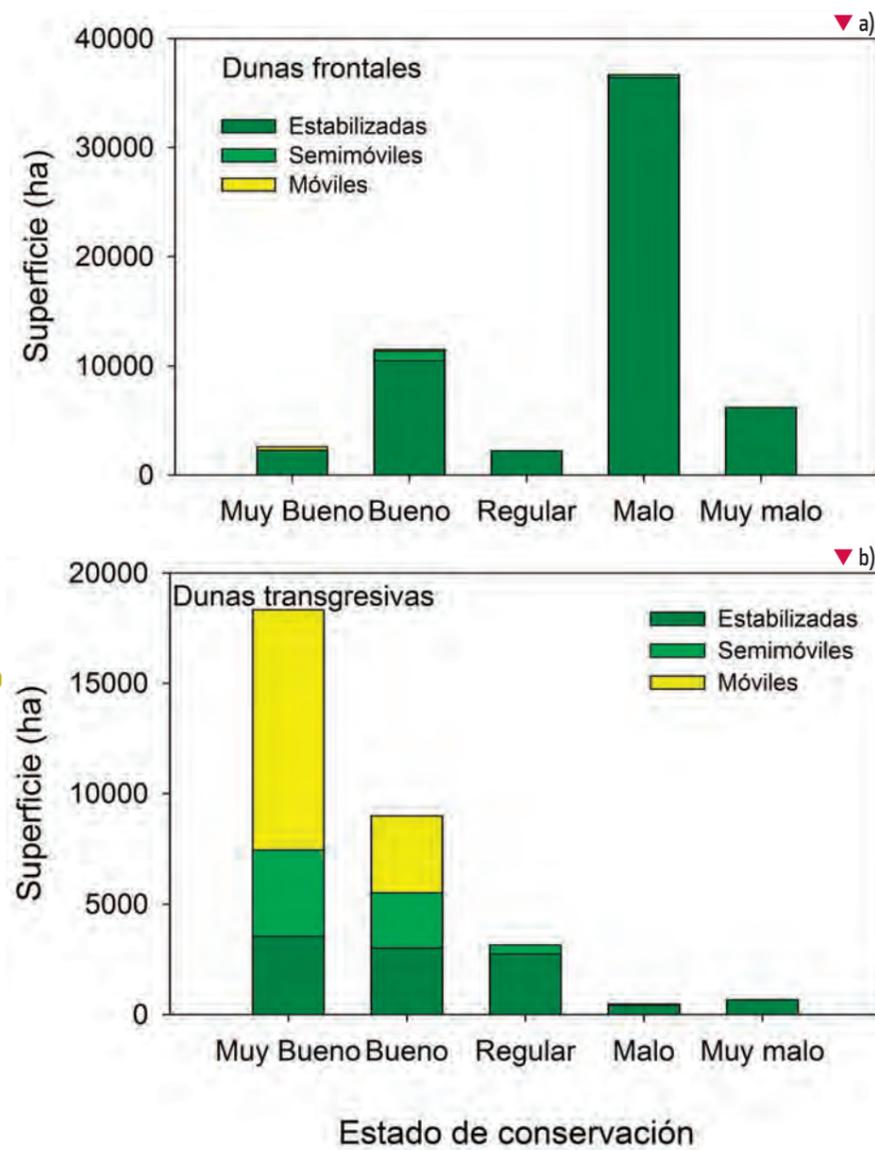
▲ d)

Flora

La información florística se obtuvo de Díaz (2008) y Espejel et al. (2013). Algunas imágenes de las principales especies pueden verse en la figura 4.

Las principales especies de plantas presentes en la zona playa-duna son: *Abronia maritima*, *Ipomoea pes-caprae*, *Sesuvium portulacastrum*. En el matorral y selva espino-sa son *Ehretia tinifolia*, *Prosopis juliflora*, *Hibiscus pernambucensis*, *Caesalpinia bonduc*, *Stegnosperma cubense* y *Tournefortia densiflora*; y en la zona de manglar *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. En la playa ocasionalmente hay individuos arbóreos aislados de *Conocarpus erectus* y de *Hippomane mancinella*, manza-

▲▲ figura 4.
Algunos ejemplos de la interesante flora que se desarrolla en las dunas costeras de Sinaloa: a) Arbustos tolerantes al enterramiento; b) *Tabebuia rosea*; c) *Passiflora* spp; y d) abundantes cactáceas. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).



▲ **figura 6.** Superficie que ocupan los tres tipos de dunas presentes en el estado de Sinaloa: a) Dunas frontales; y b) Transgresivas y el estado de conservación de cada una de ellas.

nillo o manzana de playa, un árbol tóxico. Todas las partes de la planta, corteza, hojas, flores y frutos, liberan un látex blanquecino, muy irritante. El contacto con la piel provoca irritaciones, quemaduras, ampollas e inflamación, y también se dice en la zona que puede producir ceguera en contacto con los ojos.

Las especies típicas de dunas frontales son las pioneras del Pacífico norte, todas especies fijadoras de arena y que se reproducen fácilmente, como sucede con *Ipomoea pes-caprae* por lo que es relativamente sencillo restaurarlas. Las especies de selvas bajas espinosas son arbustos de un metro y medio a tres metros, muy abundantes y formando una especie de matorral denso impenetrable. En algunos sitios, además de los planos puede haber hondonadas inundables y la vegetación de ambos ha sido sustituida por pastos para ganadería.

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):

Según la clasificación categórica del estado de conservación de las dunas costeras (capítulo 9), se determinó que la mayoría de las dunas frontales se encuentra en un estado de conservación que corresponde a las categorías malo (62%) y muy malo (10%); el 19% se encuentra en estado de conservación bueno y el resto entre muy bueno y regular (figura 5, Cuadro 1). Dado que la mayoría de las dunas frontales están estabilizadas las proporciones del estado de conservación por grado de estabilización son similares al total de este tipo de dunas. En contraste, las dunas transgresivas están más conservadas; el 58% del total de dunas de este tipo cae en la categoría muy bueno, de las cuales las dunas transgresivas móviles ocupan el 60%; el 28% caen en la categoría bueno, de estas cada grado de estabilización ocupa un tercio; el 10% se encuentra en la

categoría regular; y el restante 2% se encuentra en estado de conservación malo (figura 5, Cuadro 1).

Los espacios protegidos y de importancia biológica

Como ya se mencionó anteriormente, Sinaloa cuenta con numerosas islas de barreras, barras arenosas, y planicies costeras en forma de aluviones que permite la formación de grandes cuerpos de agua que albergan diferentes sistemas lagunares y humedales, entre ellos manglar. Estas particularidades ecológicas han permitido la implementación de programas de protección de especies y ecosistemas de la zona costera (figura 6). En esta zona las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de administración federal son el Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, el Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla y los santuarios Playa Ceuta y Playa El Verde Camacho. Otra área muy importante para la conservación en el estado de Sinaloa son Marismas Nacionales la cual cuenta con el reconocimiento de RAMSAR como humedal de importancia mundial, AICA, región terrestre, hidrológica y marina prioritaria (CONABIO, 2013a; 2013b; 2013c; RAMSAR-CONANP, 2013; SIMEC, 2013a) y es compartida con Nayarit, donde es reconocida como Reserva de de Biosfera (figura 6).

Las Islas del Golfo de California se conforman en conjunto con parte del territorio de Sinaloa, Baja California, Baja California Sur y Sonora. Su importancia radica en que proveen hábitat para fauna por ejemplo: en aves a la gaviota de Herman (*Larus heermanni*), charrón elegante (*Sterna elegans*), pájaro bobo de patas azules (*Sula nebouxi*), pájaro bobo café (*Sula leucogaster brewsteri*), paño mínimo (*Oceanodroma microsoma*), paño negro (*O. melania*) y gaviota patas amarillas (*Larus livens*); en mamíferos a la liebre (*Lepus alleni*), cacomixtle o babisuri (*Bassariscus astutus insulicola*), coyote (*Canis latrans*), venado bura (*Odocoileus hemionus*) y lobo marino de California (*Zalophus californianus*) (SIMEC, 2013b). Las Islas del Golfo de California han sido decretadas como Patrimonio Mundial de la Humanidad. La APFF Meseta de Cacaxtla se ubica en los municipios de Mazatlán y San Ignacio; protege selva caducifolia, selva espinosa, vegetación hidrófila y manglar (SIMEC, 2013c).

El Santuario Playa El Verde Camacho se localiza en el sur del estado en los municipios de Escuinapa y Rosario y el Santuario Playa Ceuta en los municipios de Elota y San Ignacio (SIMEC, 2013d y SIMEC 2013e). Los Santuarios han sido reconocidos como sitios RAMSAR Playa Tortuguera-El Verde Camacho (1439) y Sistema Lagunar Ceuta (1824). Son zonas importantes para la anidación de *Lepidochelys olivacea* (Tortuga golfina), ocasionalmente de *Dermochelys coriacea* (Laud). y *Chelonia agassizzi* (Tortuga negra o prieta), también es una zona de alimentación y migración *Eretmochelys imbricata* (Tortuga carey) (RAMSAR-CONANP, 2013).

▼ **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

Además de los sitios RAMSAR ya mencionados se localizan siete más que en su conjunto protegen zonas de humedales y playas muy importantes para la fauna y flora de la región: Sistema Lagunar Agiabampo- Bacorehuis- Río Fuerte Antiguo (1797), Laguna de Santa María- Topolobampo- Ohuira (2025), Sistema Lagunar-San Ignacio-Navachiste- Macapule (1826), Laguna Playa Colorada- Santa María Reforma (1340), Ensenada Pabellones (RAMSAR 1760; AICA 146), Laguna Huizache-Caimanero (RAMSAR 1689; AICA 147) y parte de Marismas Nacionales (732; AICA 47) (CONABIO 2013e). También se reconocen como Áreas de Importancia para la Conservación de Aves tanto migratorias como residentes las AICAS Agabampo (131), Bahía Lechuguilla (8122), Bahía Navachiste (227), Bahía Santa María (298) (CONABIO, 2013a; RAMSAR-CONANP, 2013). Como ejemplo de la importancia de la región con respecto a las aves se tiene reportado que Laguna Huizache-Caimanero se reconoce como un área de invernación del pelicano blanco y de al menos siete especies de patos que abarcan un total de 75,000 individuos. En cuanto a playeras se han contabilizado alrededor de 200,000 individuos de avoceta (*Recurvirostra americana*) (CONABIO, 2013b).

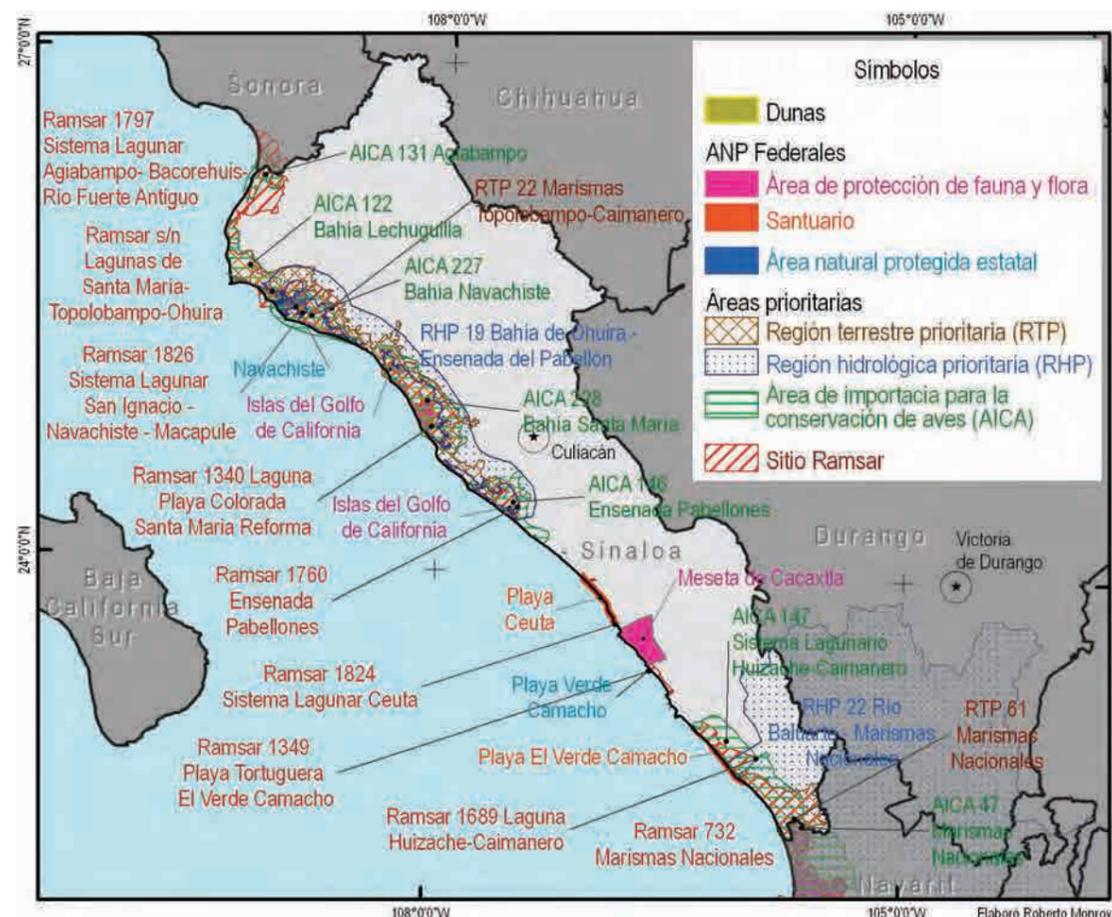
En el estado se reconocen como regiones prioritarias por su alta diversidad a las Región Terrestre Prioritarias Marismas Topolobampo-Caimanero (22); como Regiones Hidrológicas Prioritaria (RHP) a la Bahía de Ohuira-Ensenada del Pabellón (19) y Río Baluarte-Marismas Nacionales (22); y como Regiones Marinas Prioritarias (RMP) Lag. Sta. Ma. La Reforma (18), Laguna de Chiricahueto (17), Piaxtla-Urias (20) y Marismas Nacionales (21) (CONABIO, 2013b; 2013c; 2013d).

A nivel estatal sobresale la zona de reserva ecológica, y zona de refugio de aves marinas migratorias y fauna y flora silvestre «Islas del municipio de Mazatlán», que son las siguientes: Isla Pájaro, Isla Venado, Isla Lobo, Islas Cordones, Isla Hermano del Norte, Isla Hermano del Sur, Isla Piedra Negra, Isla Roca Tortuga y La playa del Verde Camacho (INE, 1991). La región conocida como Navachiste, ubicada en los municipios de Guasave y Ahome es un Área Natural Protegida de Jurisdicción Local con carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (Órgano Oficial del Gobierno del Estado, 2004).

Sinaloa cuenta con dos playas certificadas, ambas ubicadas en Mazatlán: Playa Santuario El Verde Camacho, está dedicada a la conservación y tiene una extensión de 6000 m; y Playa Gaviotas, de uso recreativo y con una extensión de 573 m (SEMARNAT, 2013a).

► Problemática y diagnóstico

Las dunas costeras de Sinaloa son de dos tipos: frontales y transgresivas, y cubren grandes extensiones. Las dunas frontales se encuentran en un estado de conservación malo y las transgresivas en un estado bueno. El cambio de uso de suelo por acuicultura ha sido documentado por Alonso-Pérez et al. (2003).



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

Usos del suelo

Un gran porcentaje de las dunas frontales sinaloenses ha sido transformado para usos agropecuarios y de acuicultura (figura 7a y 7b, página 260). A diferencia de Sonora, en Sinaloa las granjas camaronícolas sí se encuentran sobre las dunas costeras, además de que inducen la fragmentación por la construcción de canales. Los campos agrícolas son más comunes en las dunas ya estabilizadas, mientras que la fragmentación por caminos y accesos se observa en prácticamente todos los sistemas de dunas costeras.

Aunque en general estos sistemas de dunas se encuentran en buen estado de conservación (23% con uso de suelo natural y 23% fragmentadas por accesos), el efecto del cambio de uso de suelo para agricultura y acuicultura es apreciable (41% de uso de suelo mixto, es decir uso agropecuario con asentamientos dispersos) (figura 8, página 272). El estado de conservación de las dunas ubicadas al sur del estado es malo, ya que se encuentran en su totalidad ocupadas por la agricultura y asentamientos urbanos dispersos, a excepción de Mazatlán que está totalmente urbanizada. Cabe mencionar,

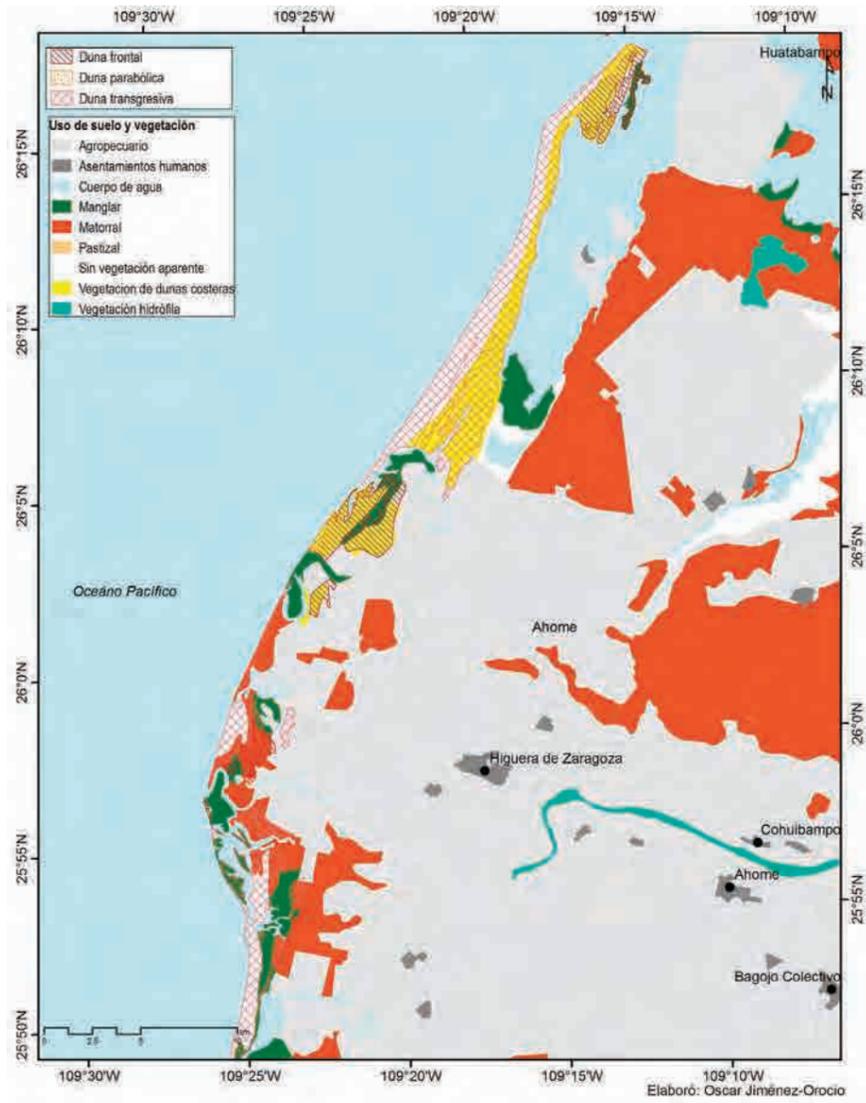
que los campos agrícolas generalmente se encuentran después del primer cordón de dunas frontales, es decir, alrededor de 100 m de la línea de costa (figura 9, página 273). En el caso de los asentamientos humanos, ya sean permanentes, efímeros o temporales siempre se les encuentra inmediatos a la playa, sobre el primer cordón de dunas.

Geomorfología, biodiversidad y vegetación

De norte a sur, las primeras dunas de Sinaloa se encuentran en los límites con Sonora. Se trata de una barra arenosa unida al continente en su extremo sur, diverso en geoformas, en el municipio de Ahome. Esta barra comienza con un estrecho cordón de dunas transgresivas que se va extendiendo, tierra adentro, hasta convertirse en un gran sistema de dunas transgresivas móviles, seguida de otro campo de dunas estabilizadas que limitan con la laguna de Jitzamuri. Al sur de este sistema y hasta la localidad de Aguajitos, las planicies de dunas frontales y pequeños islotes e islas de barrera son más comunes. Estos tipos de costa, islas de barrera y barras arenosas compuestas por un primer cordón de dunas móviles, seguidas de otro estabilizado y delimitado por un cuerpo costero, se repite constantemente en las costas sinaloenses hasta la localidad de Quevedo (Elota). De esta zona, destacan los sistemas de dunas de Lechuguillas, Topolobampo, Isla Santa María (Ahome), Isla de San Ignacio, Las Glorias (Guasave), Isla de

Altamura (Angostura), El Tambor y Nuevo Altata (Novolato) (figura 9). Al sur del estado, a partir de Mazatlán los tipos de dunas cambian. Las barras arenosas son más comunes, sin embargo la mayoría de ellas están dispuestas en planicies de dunas frontales. Estas dunas se distribuyen de manera continua desde la localidad de Mazatlán (Mazatlán) hasta Teacapan (Elota) en los límites con Nayarit. La anchura de las dunas costeras en Sinaloa va de los 100 m (Aguajitos, Ahome) hasta los 8 km en Isla del Bosque (Esquinapa). Las dunas más altas se encuentran en la zona centro-norte, donde superan los 30 msnm (El Tambor, Navolato); en la zona sur las dunas son muy pequeñas alcanzando los 10 msnm.

La vegetación de las barras arenosas generalmente es característica de dunas costeras (pioneras y constructoras de dunas); en las zonas inundables la mayoría de las especies pertenecen a la vegetación halófila; mientras que en los cordones de dunas frontales y transgresivas, que no se encuentran dispuestas en islas de barrera, existe una mezcla, aunque muy bien delimitada por el gradiente tierra adentro, de vegetación de dunas, matorral y vegetación de cactáceas (figura 9). En la parte sur del estado, entre Mazatlán y los límites con Nayarit, la vegetación de dunas es siempre se-



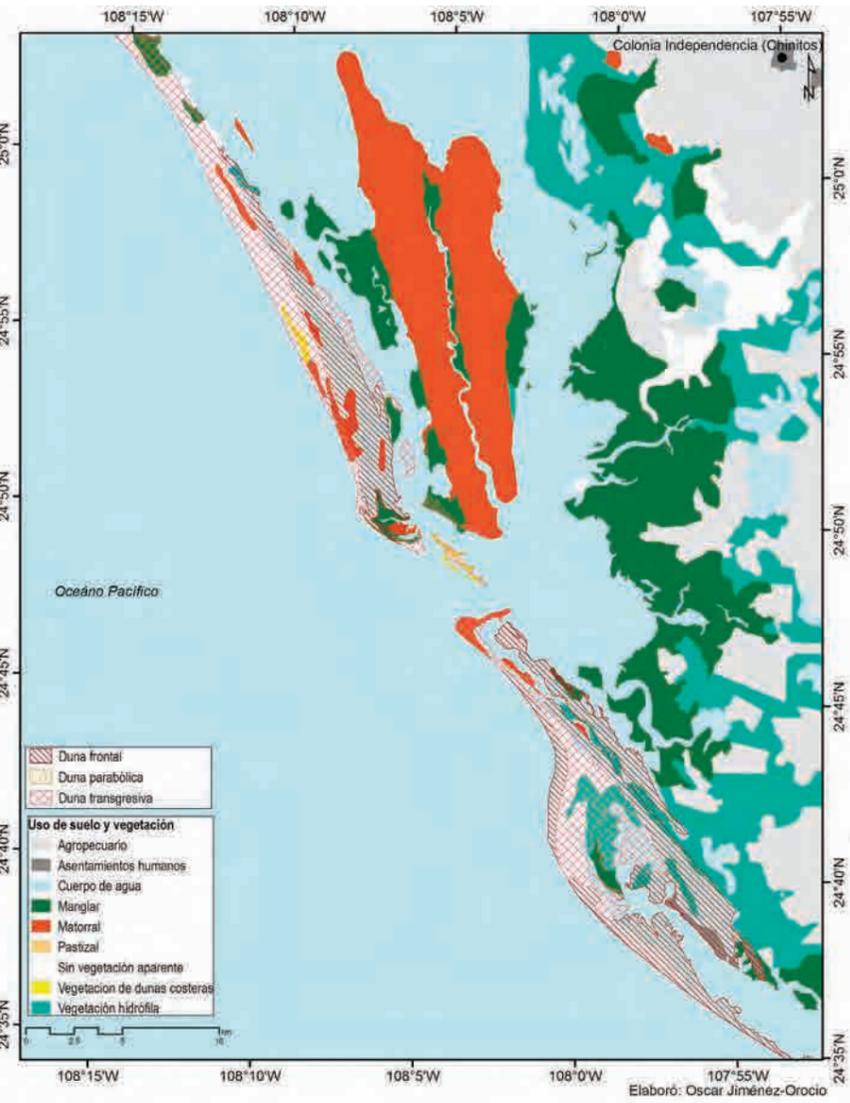
▲ figura 7a.

Dunas frontales en la zona norte del estado de Sinaloa. La mayoría está cubierta por vegetación de dunas costeras. Tierra adentro colindan con manglares y matorrales.

guida de matorral y selva espinosa; en esta zona las dunas costeras predominantes son planicies de dunas frontales con uso de suelo agrícola-ganadero, por lo que la vegetación de dunas solo se observa en el primer cordón.

En términos de vegetación, Sinaloa es el límite del clima árido y por eso también el límite de especies como los agaves. La vegetación desértica da lugar a las selvas bajas secas que se mezclan con la vegetación costera. Las dunas frontales están tan alteradas que ya casi no hay vegetación que no sean pastos para el ganado. Los paisajes de dunas en Sinaloa son los que se repiten en gran parte del Pacífico Sur.

Las playas son muy importantes para la anidación de tortugas como sucede también en los estados vecinos (Rendón y Ortega-Salas, 2013).



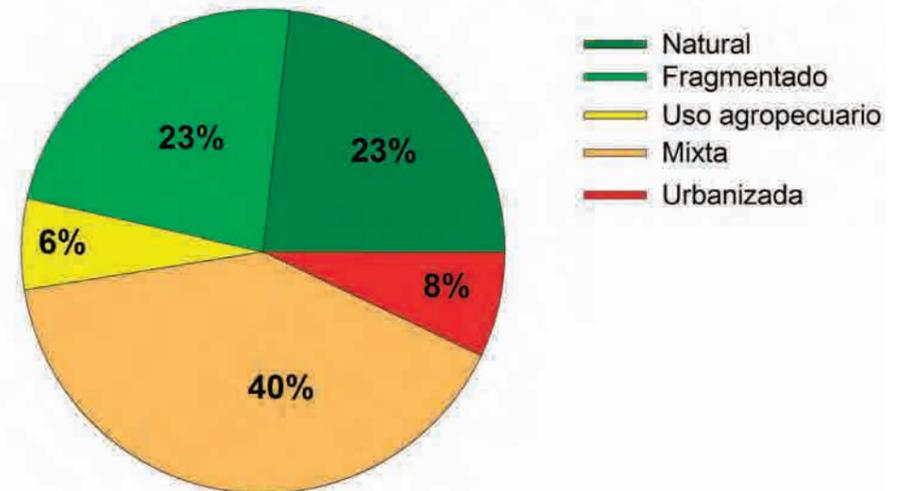
▲ figura 7b.

Uso de Suelo y vegetación de la zona costera y dunas del litoral central de Sinaloa. Se puede observar la complejidad de la costa, con numerosas entrantes y salientes. Se observa el paisaje complejo con dunas frontales y transgresivas que tierra adentro colindan con manglares, vegetación hidrófila y matorrales.

Agricultura, ganadería y acuicultura

Sinaloa es uno de los estados con mayor actividad agrícola en el país; para 2009 la superficie de terreno dedicada a la agricultura fue de más de 1, 300, 000 ha. La extensa planicie costera, sumado a la disponibilidad de agua (por precipitación y represa de ríos de gran afluente para riego) hace de los municipios costeros de Sinaloa los más productivos del estado (SAGARPA, 2010). Aunque las dunas del centro-norte del estado (Ahome-Culiacán) son escasamente utilizadas para uso agropecuario, su cercanía con las tierras de cultivo las hace más vulnerables. En esta zona las dunas generalmente están sujetas a fragmentación por la presencia de actividades acuícolas; las granjas camaronícolas se

Usos de suelo sobre dunas



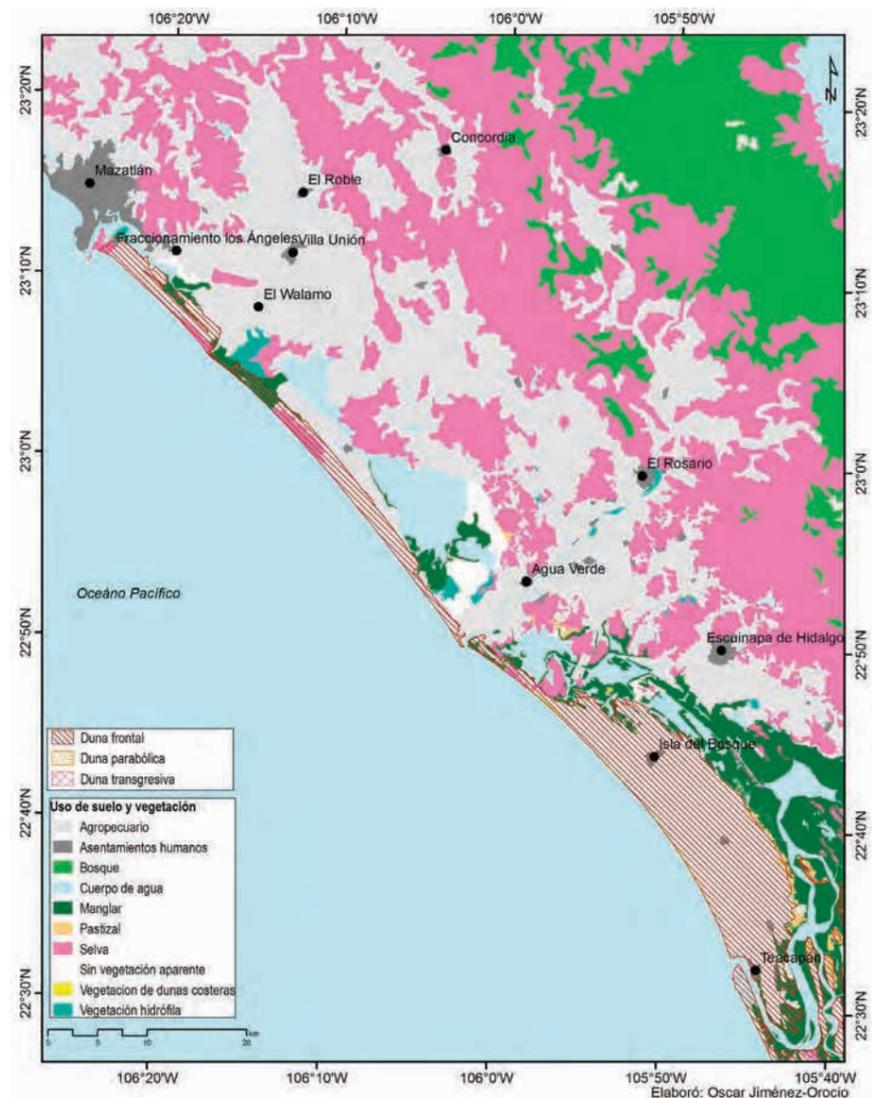
▲ figura 8.

Uso de suelo de las dunas costeras de Sinaloa

han establecido sobre algunos sitios con dunas costeras, además de la construcción de canales y escolleras para la protección de las granjas.

Contrario a las dunas del norte del estado, en el sur las dunas han estado sujetas al cambio de uso de suelo y vegetación. Al sur del puerto de Mazatlán y en la costa del municipio de Rosario, los terrenos arenosos están totalmente dedicados a la agricultura, mientras que en Isla del Bosque (Escuinapa), una de las barras arenosas más representativas del estado, hasta los límites de Nayarit es de uso agropecuario (principalmente ganadería). Al igual que la agricultura, la producción de ganado se da principalmente en los municipios costeros y como en los estados de Veracruz y Tabasco, es la actividad que más altera de las dunas (figura 10).

La acuicultura es la actividad costera más importante y que además de fragmentar las dunas ha contaminado la zona costera (Páez-Osuna et al., 1998).



▲ figura 9.

Uso de suelo y vegetación de la zona costera y dunas del sur del estado de Sinaloa. Se observa el intenso uso agropecuario en las costas de Sinaloa.

Desarrollos turísticos y urbanos

El extenso litoral y belleza de sus playas hacen de Sinaloa un destacado centro turístico. En la zona norte del estado se localizan las bahías de Topolobampo y Navachiste; las playas de la isla de Santa María, El Mavirí, Las Glorias y Macapule; las presas Miguel Hidalgo, Josefa Ortiz de Domínguez y Lic. Eustaquio Buelna, donde se realizan torneos de pesca deportiva. En la zona centro de la costa del estado se localizan las bahías de Altata y Ceuta, Playas del Tambor, Ponce y Las Arenitas, los vasos de las presas Lic. Adolfo López Mateos y Sanalona, los diques Mariquita y Cuates, zonas de aguas termales, de pesca y de caza, campos de golf. En la zona sur del estado es donde sobresale el más importante polo de desarrollo turístico y el de mayor interés del noroeste del país, que



▲ a)



▲ b)



▲ c)

▲ figura 10.

Diversas actividades que destruyen las dunas costeras: a) Motos; b) Agricultura y ganadería que eliminan las especies nativas; y c) El turismo intensivo. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil)

es el puerto de Mazatlán. En el 2009 Mazatlán recibió 1, 473, 545 turistas hospedados, de los cuales el 79% fue turismo nacional y el 21% restante extranjero (SECTUR, 2010). Las playas han sido acondicionadas para recibir cientos de turistas en las épocas vacacionales pero no queda nada de vegetación natural. El malecón y las palmeras ofrecen un paisaje tradicional para turismo de sol y playa, pero sin los atractivos singulares del estado (Espejel et al., 2007; Cervantes y Espejel, 2008). Por otro lado, los jubilados extranjeros son un potencial que está explorando el estado de Sinaloa al igual que Baja California Sur (Lizárraga Morales, 2008) y que propicia la construcción de edificios junto al mar que destruyen las playas y dunas del país. Hay un proyecto de Centro Integralmente Planeado, para desarrollar la barra arenosa de Teacapan, donde se proyectan escenarios como en Cancún o Los Cabos, con pérdidas considerables de los servicios ambientales que ofrecen los manglares (Valdez et al., 2013) y abatimiento total de las dunas.

En esta zona hay numerosas playas turísticas como las playas de Isla de la Piedra, Playa Norte, El Sábalo, Cerritos, Barras de Piaxtla en San Ignacio, Las Cabras y Teacapan en Escuinapa, además de islas, esteros y marismas. En las islas, esteros y marismas se ofrecen atractivos turísticos como clubes de caza, pesca, y tiro, entre otros muchos (INAFED, 2010).

La población rural establecida sobre dunas costeras en el estado asciende a 15,997 situadas en 77 localidades, de las cuales 29 se encuentran en el municipio de Escuinapa (sur del estado). La población urbana se distribuye en tres ciudades costeras, resaltando Mazatlán, con alrededor de 390, 000 habitantes.

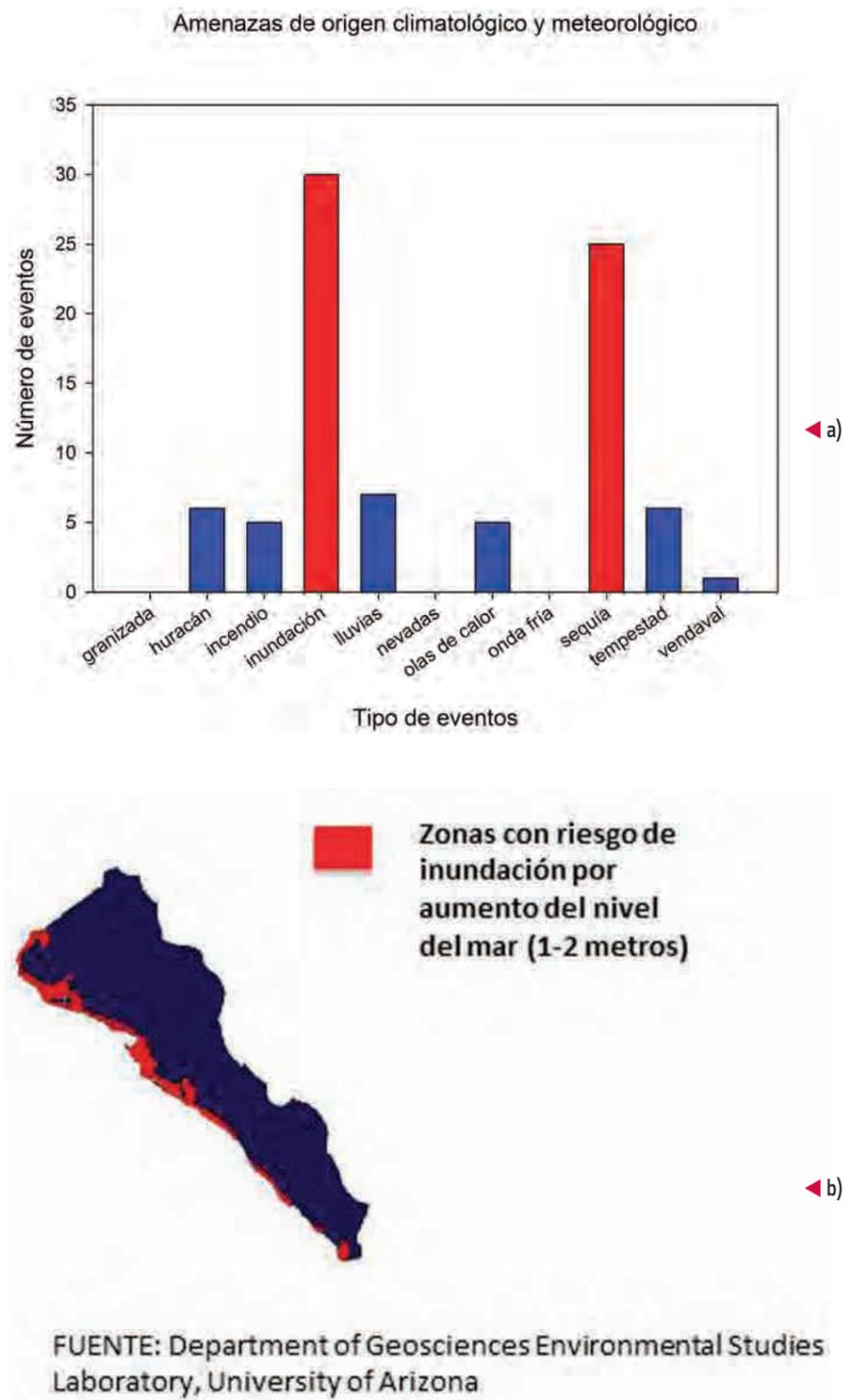
Industria e infraestructura costera

La zona portuaria más importante se encuentra en Mazatlán con más de 8 km de protecciones costeras marginales, 1.85 km de rompeolas, 1.51 km de escolleras y 0.2 km de espigones. El puerto de Mazatlán ha sido estudiado por su contaminación (Szefer et al., 1998; Soto-Jiménez y Páez-Osuna, 2001). También cuenta con instalaciones portuarias de menor tamaño, como Topolobampo (Ferri que comunica a Sinaloa con Baja California Sur), y otras estructuras de protección (principalmente escolleras) en diversos puntos del litoral como: Playa Pozole, El Tambor, entre otros.

También la industria pesquera y acuícola es de gran importancia en las costas de Sinaloa.

Erosión

Los procesos de erosión y acreción han sido documentados como de interés para la acuicultura y el turismo (Montaño-Ley y Páez-Osuna, 1991; Páez-Osuna et al., 2010). El represamiento de los ríos descrito en párrafos anteriores y la modificación en el acarreo de sedimentos afectan la dinámica de las costas, como se ha observado en otros sitios del país.



▲ figura 11.
a) La figura muestra los desastres hidrometeorológicos entre 1980 y 2001 en el estado de Sinaloa, sobresaliendo las lluvias e inundaciones (en rojo) por ser los de mayor frecuencia; **b)** Se muestran las zonas de la costa de Sinaloa, con riesgo de inundación por aumento del nivel del mar, siendo los complejos de dunas e islas de barrera de la zona noroeste del estado las áreas de mayor riesgo. La información fue tomada y redibujada de http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html.

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 para el periodo comprendido entre 1980 y 2001. Muchos de estos eventos constituyen desastres hidrometeorológicos, y en el caso de Sinaloa los más frecuentes son las inundaciones (se registraron 30) y las sequías (se registraron 25). El Estado tiene una disponibilidad baja de agua y el grado de presión es alto (42%). No se han registrado ondas frías por lo que no aparecen en la gráfica.

El aumento del nivel del mar afectará de manera importante gran parte del estado, sobre todo en la zona lagunar, al este del estado agravando aún más los problemas, ya que de por sí en estas zonas y sus humedales, ya se ha modificado el funcionamiento de ecosistema (figura 11b).

Recomendaciones y planes de manejo

Las dunas costeras de Sinaloa se encuentran en general, en un estado de conservación entre malo y muy malo, sobre todo en lo que concierne a las dunas frontales. En especial, las dunas frontales estabilizadas son las que se encuentran más degradadas, sobre todo debido a actividades agropecuarias. En cambio, las dunas costeras transgresivas están en mejor estado de conservación, sobre todo las móviles donde no es posible hacer ganadería, ni sembrar ni construir.

Considerando lo anterior, las acciones de restauración, revegetación y reforestación son necesarias, en especial considerando los pronósticos de incremento en el nivel medio del mar, puesto que las dunas juegan un papel protector contra la erosión de la costa. En estas zonas se puede dar la restauración pasiva lo que implica eliminar o controlar el factor de perturbación y permitir que el sistema se regenere por medio de procesos naturales. Habría que decidir si se recuperan las dunas con uso agropecuario para restaurar y recobrar la vegetación nativa perdida.

Se recomienda establecer zonas de monitoreo de sedimentación y cambios de línea de costa para verificar si en un futuro los procesos erosivos se incrementarán.

El desarrollo costero incipiente junto con la predominancia de dunas en mal estado, indican la necesidad de contar con estrategias y programas de manejo integral de la zona costera que contemplen tanto acciones de restauración como lineamientos claros que garanticen la seguridad de los pobladores en los desarrollos turísticos que se establezcan en la costa. Se sugiere que las construcciones (casas, desarrollos turísti-

cos, crecimientos urbanos) se coloquen por atrás de la duna frontal, y que se tomen 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.

Las dunas transgresivas móviles que se encuentran en buen estado de conservación, deben protegerse y conservarse en su estado de gran movilidad, ya que con esto se permite que funcionen adecuadamente en su papel amortiguador y protector de la costa frente a eventos meteorológicos extremos.

La actividad acuícola debe diseñarse de manera tal que no sea una fuente de degradación de las dunas y provoque erosión en las playas. En este sentido las actividades de acuicultura y pesca en las lagunas costeras, las actividades portuarias, el desarrollo turístico y el bienestar de la población requiere de un ordenamiento de la zona costera, de una planeación bajo una visión de manejo integral y de planes de manejo específicos para las distintas regiones y ecosistemas, sobretodo aquellas que requieren de restauración y tomando en cuenta sus particularidades (Moreno-Casasola et al., 2006).

Específicamente para el manejo y conservación de los ecosistemas de playas y dunas, SEMARNAT (2013b) publicó recientemente un conjunto de lineamientos a tomar en cuenta para garantizar el mantenimiento del buen estado de las dunas costeras.



Referencias bibliográficas

- Alonso-Pérez, F., Ruiz-Luna, A., Turner, J., Berlanga-Robles, C. A., y Mitchelson-Jacob, G. 2003. Land cover changes and impact of shrimp aquaculture on the landscape in the Ceuta coastal lagoon system, Sinaloa, Mexico. *Ocean & Coastal Management* 46(5): 583-600.
- Cervantes, O., y Espejel, I. 2008. Design of an integrated evaluation index for recreational beaches. *Ocean & Coastal Management* 51(5): 410-419.
- CONABIO (Comisión nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad). 2013a. Avesmx. http://avesmx.conabio.gob.mx/lista_region?tipo=aica Fecha de consulta 13 08 2013.
- CONABIO (Comisión nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad). 2013b. Listado Regiones Terrestres Prioritarias. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tlistado.html>
- CONABIO (Comisión nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad). 2013c. Listado Regiones Marinas Prioritarias. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mlistado.html>
- CONABIO (Comisión nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad). 2013d. Listado Regiones Hidrológicas Prioritarias.
- CONABIO (Comisión nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad). 2013e. Ficha AICA 147. Sistema Lagunario Huizache Caimanero. <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=147Avesmx> Fecha de consulta 23 09 2013.
- Díaz J.S. 2008. Diversidad florística y estructura de la vegetación de las islas de los sistemas lagunares Navachiste y Macapule, del norte de Sinaloa Tesis de Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente. CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa. México.
- Espejel, E., Peña-Garcillán, P. y Jiménez-Orocio, O. 2013. Flora de playas y dunas de México. Informe Técnico Final Conabio HJ007.
- Espejel, I., Espinoza-Tenorio, A., Cervantes, O., Popoca, I., Mejía, A., y Delhumeau, S. 2007. Proposal for an integrated risk index for the planning of recreational beaches: use at seven Mexican arid sites. *Journal of Coastal Research*. SI 50 ICS2007 (Proceedings) Australia 47-51.
- INAFED (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2010. Enciclopedia de los municipios de México. Secretaría de Gobernación. <http://www.e-local.gob.mx>
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 1991. DECRETO que declara zona de reserva ecológica, y zona de refugio de aves marinas migratorias y fauna y flora silvestre a las "Islas del municipio de Mazatlán", que son las siguientes: Isla Pájaro, Isla Venado, Isla Lobo, Islas Cordones, Isla hermano del norte, Isla hermano del sur, Isla piedra negra, Isla roca tortuga y La playa del verde Camacho. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/360/sin.html>
- Lizárraga Morales, O. 2008. La inmigración de jubilados estadounidenses en México y sus prácticas transnacionales: Estudio de caso en Mazatlán, Sinaloa y Cabo San Lucas, Baja California Sur. *Migración y Desarrollo* (11): 97-117.
- Montaño-Ley, Y., y Páez-Osuna, F. 1991. Procesos de erosión y acreción en playas de Mazatlán, Sinaloa, México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 6: 187.
- 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>)
- Órgano Oficial del Gobierno del Estado. 2004. Órgano Oficial del Gobierno del Estado de Sinaloa, Tomo XCV 3ra. Época. Cuiliacán Rosales, Sinaloa, Viernes 04 de Junio de 2004. No. 067.
- Ortiz Pérez, MA 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.
- Páez-Osuna, F., Guerrero-Galván, S. R., y Ruiz-Fernández, A. C. 1998. The environmental impact of shrimp aquaculture and the coastal pollution in Mexico. *Marine Pollution Bulletin* 36(1): 65-75.
- Páez-Osuna, F., Montaro-Ley, Y., y Bojorquez-Leyva, H. 2010. Intercambio de agua, fósforo y material suspendido entre el sistema lagunar del puerto de Mazatlán y las aguas costeras adyacentes. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 6(1): 19-32.
- RAMSAR-CONANP, 2013. Humedales de México. <http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php> Fecha de consulta 15 08 2013
- Rendón, L. A., y Ortega-Salas, A. A. 2013. Neonate survival in handled broods of the Olive Ridley Turtle *Lepidochelys olivacea* (Testudines: Cheloniidae) in "El Verde", Sinaloa, Mexico. *Cuadernos de Investigación UNED* 5(1): 137- 141.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2010. Anuario estadístico del estado de Sinaloa 2010. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquería.
- SECTUR (Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado). 2010. Anuario estadístico del estado de Sinaloa 2010. Secretaría Técnica, Departamento de Enlace Tecnológico
- 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). 2013a. Playas Certificadas.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) 2013b. 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-Casarrín, 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>
- SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación). 2013a. Ficha Reserva de Biosfera Marismas Nacionales Nayarit https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=167
- SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación). 2013b. Ficha Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=19
- SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación). 2013c. Ficha Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=196
- SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación). 2013d. Ficha Santuario Playa El Verde Camacho https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=21
- SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación). 2013e. Ficha Santuario Playa Ceuta https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=20
- Soto-Jiménez, M. F., y Páez-Osuna, F. 2001. Distribution and normalization of heavy metal concentrations in mangrove and lagoonal sediments from Mazatlan Harbor (SE Gulf of California). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 53(3): 259-274.
- Szefer, P., Geldon, J., Ali, A. A., Osuna, F. P., Ruiz-Fernandes, A. C., y Galvan, S. R. 1998. Distribution and association of trace metals in soft tissue and byssus of *Mytella strigata* and other benthic organisms from Mazatlan Harbour, Mangrove Lagoon of the northwest coast of Mexico. *Environment International* 24(3): 359-374.
- Valdez, V. C., Ruiz-Luna, A., Ghermandi, A., y Nunes, P. A. 2013. Valuation of ecosystem services provided by coastal wetlands in northwest Mexico. *Ocean & Coastal Management* 78: 1-11
- Vidal Z., R. y Hernández, C.M.E. 1992. Algunas características de la precipitación en Nayarit, México. *Geografía y Desarrollo*, Rev. del Colegio Mexicano de Geografía Posgr. A.C., núm. 7-18.

Colaboradores de la ficha

José Díaz.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo en campo a Neftali Ochoa Avelar y Christian Samuel Castillo Flores