



Necesidades de conservación

Definición de conservación
Conservación de playas y dunas costeras en México
Necesidades de conservación
Estrategias de manejo de dunas para lograr su conservación



Foto: M.L. Martínez

Óscar Jiménez-Orocio
Ileana Espejel
Patricia Moreno-Casasola
Natalia Rodríguez-Revelo

► Definición de conservación

La conservación de la naturaleza es un concepto que comienza a ser reconocido mundialmente cuando el sector ambiental emerge como tal y es a partir del Informe Brundtland en 1987 cuando esta visión se vuelve determinante. Antes de esta fecha clave, el cuidado de la naturaleza estaba implícito en los sectores forestal y pesquero. Estos sectores se guiaban por intereses económicos, por lo que dejaban de lado el cuidado de las especies sin valor directo en el mercado. Solo recientemente, en las últimas tres décadas, se han incorporado conceptos como biodiversidad y geoconservación en la agenda política mundial a la cual México se ha sumado desde el inicio.

La conservación de la naturaleza tiene dos acepciones; a) la conservación de las especies como poblaciones que están en peligro de desaparecer por el decreciente número de individuos y su limitada distribución y b) la conservación de ecosistemas cuya composición, estructura o función tiene un grado de alteración incluyendo la disminución de su cobertura original.

Las medidas de conservación que se han diseñado en el país responden a estas dos visiones. Para conservar especies cuyas poblaciones están amenazadas con desaparecer se diseñó la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la cual se pueden encontrar los listados de especies de flora y fauna mexicana sujetas a protección especial, amenazadas, en peligro de extinción y probablemente extintas en el medio silvestre (<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/catRiesMexico.html>). Las medidas para conservar una especie útil son vedas, número y tamaño mínimo de extracción y prácticas de cultivo entre otras, que imponen los sectores agropecuario, forestal y pesquero.

Para conservar ecosistemas se creó el sistema nacional de áreas protegidas (SINAP), con diferentes tipos que se diferencian en el tamaño y grado de conservación. Las más pequeñas no permiten que haya ningún uso que no sea el ecoturismo y la investigación, ni personas viviendo en ellas (por ejemplo Santuarios y Parques) mientras que las más grandes tienen ciudades dentro y usos agropecuarios y turísticos (por ejemplo las Áreas de Protección de Flora y Fauna y Reservas de la Biosfera). Para 2012 el país contaba con 176 Áreas Naturales Protegidas (ANP) clasificadas actualmente en: Reservas de la Biosfera (41), Parques Nacionales (67), Áreas de Protección de Flora y Fauna (37), Monumento Natural (5), Santuario (18) y Áreas de Protección de Recursos Naturales (8), con una superficie total que cubre 25,387,972 ha (http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos). También hay otras medidas de conservación de ecosistemas en los cuales se incorpora el desarrollo de actividades económicas intentando el diseño de un gradiente de usos donde el no uso corresponde a la conservación de ecosistemas clave embebidos en una matriz agrícola, forestal o urbana. Algunos de ellos son los instrumentos de política ambiental de planeación y los planes de desarrollo urbano de los centros

de población donde los municipios son los ejecutantes, por lo que pueden modificarse cada tres años. El instrumento nacional denominado Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) es normativo y puede ser regional, local o marino (<http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Paginas/OrdGenTerr.aspx>). Además del Ordenamiento a nivel nacional, todo México cuenta con ordenamientos marinos (decretados – Golfo de California y Golfo de México – y por decretar Pacífico norte y Pacífico sur), donde la costa se considera zona de influencia. Asimismo hay ordenamientos locales o regionales en los estados y municipios costeros, especialmente en corredores donde prevalece el uso turístico (Riviera Maya, Riviera Mexicana, Los Cabos-San José, Tijuana-Ensenada, San Felipe-Puertecitos, entre muchos otros).

Otros instrumentos reconocidos y que son esquemas de protección novedosos son los sitios Ramsar, que enfatizan el desarrollo sustentable de los humedales y su fauna, especialmente las aves (<http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php>). Algunos de los sitios denominados como Ramsar, combinan especies y ecosistemas como las playas designadas para la protección de las arribazones y anidación de tortugas. Los sitios Ramsar tienen una connotación internacional y su objetivo es la conservación de las aves migratorias pero también el hábitat donde obtienen alimento y se reproducen. Estos sitios se destinan a conservación, muchos establecen medidas de manejo especiales cuando arriban las tortugas y también conservan al ecosistema de playas-dunas costeras, por lo menos de las dunas frontales. Otro instrumento que se implementó en los últimos años fue la certificación de playas limpias, donde se incorporan los primeros cordones de dunas con vegetación de buena calidad para obtener la certificación. Las certificaciones son para playas recreativas y también para aquellas con prioridades de conservación (<http://www.semarnat.gob.mx/playas/Paginas/inicio.aspx>). El problema con este esquema es que es costoso y, por ejemplo, la primera playa certificada para conservación se encuentra en Veracruz y no se ha renovado. Baja California recientemente certificó una playa cerca de la ciudad de Ensenada con la condicionante de restaurar la vegetación, eliminando las especies introducidas y recuperando la vegetación nativa que la caracteriza. La renovación de la certificación y la instrumentación de esquemas de restauración donde hay que remover la vegetación introducida, son acciones costosas, por lo que estos esquemas son alternativas interesantes pero deben venir acompañadas de un presupuesto adicional, con el que no cuenta la mayoría de los municipios costeros del país.

En conclusión, las ANP son hasta la fecha el instrumento oficial más eficiente, destinado a la conservación de la naturaleza, por lo que en este capítulo se hará referencia a ellas, así como a los sitios Ramsar, que las conservan indirectamente.

► Conservación de playas y dunas costeras en México

En la costa mexicana a nivel federal hay 41 Reservas de la Biosfera, 67 Parques Nacionales, 37 Áreas de Protección de Flora y Fauna, 5 Monumentos Naturales, 18 Santuarios, y 8 Áreas de Protección de Recursos Naturales. Asimismo hay 275 ANP estatales, 138 sitios Ramsar y un número considerable de playas para anidación de tortugas, básicamente en Oaxaca, Michoacán, Tamaulipas y Baja California Sur. Cabe mencionar que algunas áreas tienen doble denominación. Como ninguna de las ANP existentes fueron diseñadas expresamente para la conservación de las dunas costeras, no todas tienen dunas. Estos ecosistemas quedan dentro de ellas como un componente adicional a otros ecosistemas o especies objetivo.

En total, un poco más de la mitad de las playas y dunas del país está dentro de alguna ANP (344,677 ha que significan el 57%). Se contabilizaron 344,677 ha de playas y dunas (Cuadro 1) protegidas en ANP federales, es decir, un poco menos que la mitad (43%) de las playas y dunas del país. Asimismo, se encontraron 14,724 ha de playas y dunas en ANP estatales (2% de las 808,711 ha de playas y dunas de México).

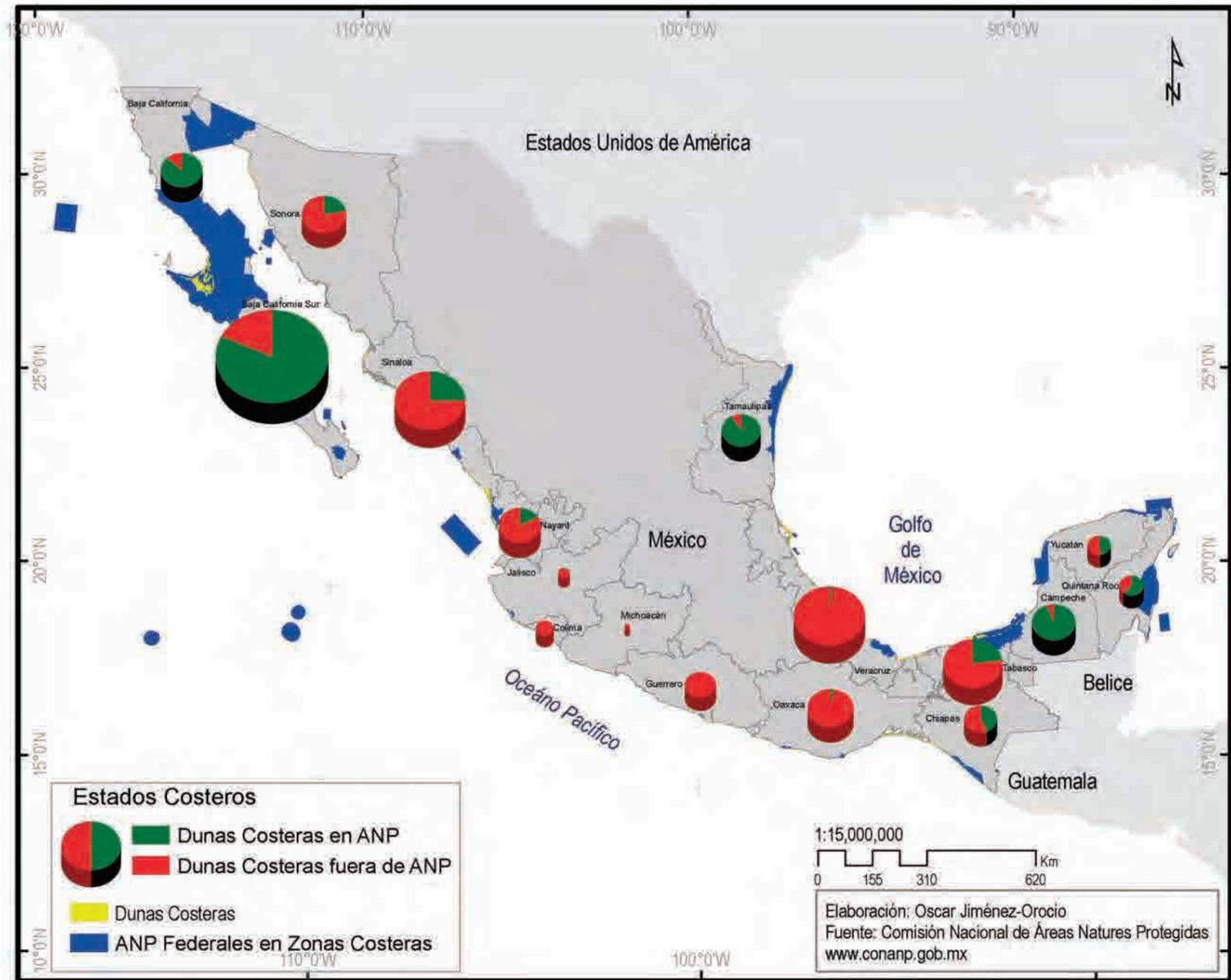
Se encontraron proporciones muy desiguales entre la superficie de dunas que cada estado del país protege y la superficie que no protegen (figura 1). Destaca la distribución desigual de la superficie costera protegida por el sistema de ANP federal. Por ejemplo, Campeche y Tamaulipas son los estados que más protegen superficie de playas y dunas, seguidos por los dos estados de la Península de Baja California. Esto se explica porque estos estados tienen una gran superficie costera declarada como ANP y las Reservas de la Biosfera más grandes del país se encuentran en ambas penínsulas mexicanas. Contrasta Colima que no tiene ninguna ANP costera federal que proteja sus casi siete mil hectáreas de playas y dunas. Es interesante notar que Veracruz es el estado, después de Baja California Sur, que más superficie de playas y dunas tienen (dato que puede verse en el capítulo 3), pero es también el estado con menos ANP federales que las protejan (1.4%). Estados que protegen más o menos la mitad de su superficie de playas y dunas son Quintana Roo (63%), Yucatán (48%) y Chiapas (42%).

En la figura 1 se muestra la distribución de las ANP que tienen dunas costeras. A pesar de los esfuerzos de conservación, Rodríguez-Cardozo et al. (en revisión) encuentra que, según los datos de INEGI 2010, aunque la mitad de los municipios costeros tienen una ANP o una porción de alguna, no está protegido el 22% del territorio municipal costero. Estos autores también encontraron que el 7% de las localidades de los municipios costeros está dentro de ANP y calculan que, al igual que en las ANP terrestres, en 2010 vivían dentro de ellas el 2% de la población municipal.

▼ Cuadro 1.

Superficie de dunas en Áreas Naturales Protegidas federales (CONANP) de la costa mexicana.

ANP	Hectáreas de dunas
Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado	5,881
Bahía de Loreto	105
Cabo San Lucas	53
Chamela-Cuixmala	60
El Vizcaíno	173,476
Huatulco	26
Isla Contoy	207
Islas del Golfo de California	19,305
La Encrucijada	9,957
Laguna de Términos	38,595
Laguna Madre y Delta del Río Bravo	24,221
Lagunas de Chacahua	1,328
Los Tuxtlas	1,503
Manglares de Nichupté	220
Marismas Nacionales Nayarit	16,058
Meseta de Cacaxtla	228
Pantanos de Centla	17,402
Playa Ceuta	98
Playa de Escobilla	30
Playa de La Bahía De Chacahua	17
Playa de Maruata Y Colola	18
Playa de Mismaloya	143
Playa de Puerto Arista	38
Playa de Rancho Nuevo	32
Playa El Tecuan	15
Playa El Verde Camacho	64
Playa Mexiquillo	26
Playa Piedra de Tlacoyunque	27
Playa Teopa	5
Ria Celestun	2,720
Ria Lagartos	3,204
Sian Kaan	3,077
Valle de Los Cirios	23,229
Yum Balam	3,290
Total	344,677
Total general	808,711



▲ figura 1.

Distribución de ANP federales y estatales en proporción de la superficie de playas y dunas costeras de cada estado. Por la escala, las dunas en amarillo no se ven, pero son las mismas que aparecen en el capítulo 3 de este libro.

Es preocupante notar que los estados donde hay más actividades portuarias y turísticas, son también los estados donde menos protegidas están las dunas costeras (Guerrero, Veracruz, Michoacán, Oaxaca, Jalisco y Nayarit), con la excepción de Quintana Roo. Algunos de ellos como son Veracruz y Nayarit son muy vulnerables a desastres naturales debidos al cambio climático y la elevación del nivel del mar, sin embargo en estos estados no se está protegiendo uno de los ecosistemas que mayor protección

brinda a las costas (ver sección de los estados). Sorprenden estados como Oaxaca, con casi 45,000 hectáreas de playas y dunas, que sólo protege el 2.5% de ellas dentro de un ANP; mientras que Sonora, con una cantidad similar (42,254 ha) de playas y dunas, protege casi la cuarta parte de su superficie (22.5%).

Cabe mencionar que las ANP estatales sólo cubren el 2% de las dunas del país (Cuadro 2), y no existe ningún área protegida municipal que conserve las playas y dunas.

▼ Cuadro 2.
Playas y dunas dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP) estatales.

ANP estatal	Hectáreas de dunas
Ciénaga del Fuerte	119
El Cabildo Amatal	672
El Gancho Murillo	1,176
Estero El Soldado	2
Estero San José del Cabo	19
La Encrucijada	10,031
Los Petenes	497
Medano del Perro	5
Navachiste	1,030
Refugio Estatal de Flora y Fauna Laguna Colombia	105
Refugio Estatal de Flora y Fauna Sistema Lagunar Chacmochuch	21
Reserva de Dzilam	102
Reserva El Palmar	946
Total general	14,725

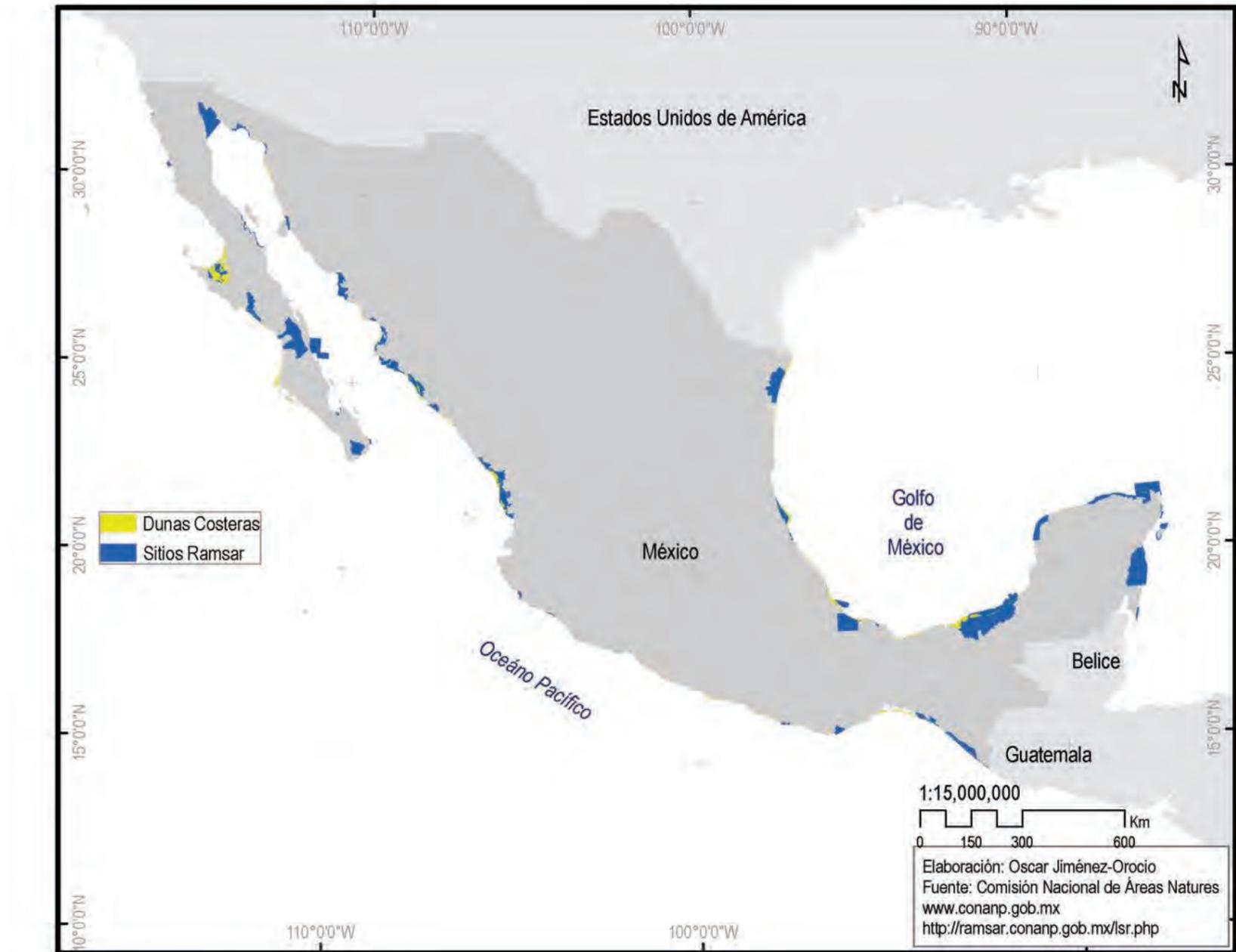
En cambio, recientemente se ha definido una superficie mínima de playas y dunas que están destinadas a la conservación y que han sido denominadas ANP voluntarias. Algunas organizaciones de la sociedad civil están promoviendo este tipo de zonas conservadas de manera relativamente exitosa como en Baja California, Baja California Sur y Sonora.

En la figura 2 se muestra el complemento a las ANP, que son los sitios Ramsar, ubicados en zonas de dunas costeras. Muchos se sobrelapan con las ANP, especialmente en ambas penínsulas (Baja California y Yucatán), pero cubren los vacíos encontrados en el Pacífico y en el Golfo de México.

► Necesidades de conservación

A partir del análisis de las ANP que incluyen dunas costeras es posible visualizar las necesidades actuales que se tienen de conservación. Por un lado es importante diferenciar lo que se puede hacer en el 57% de las playas y dunas ya protegidas dentro de ANP y por otro, en el 43% de playas y dunas fuera de ANP. A continuación se dan algunos ejemplos.

- En cada una de las regiones se deben identificar los ecosistemas de dunas costeras con características únicas y buscar las alternativas de conservación adecuadas con el fin de mantener estos centros únicos de concentración de especies y sus características paisajísticas o geomorfológicas.



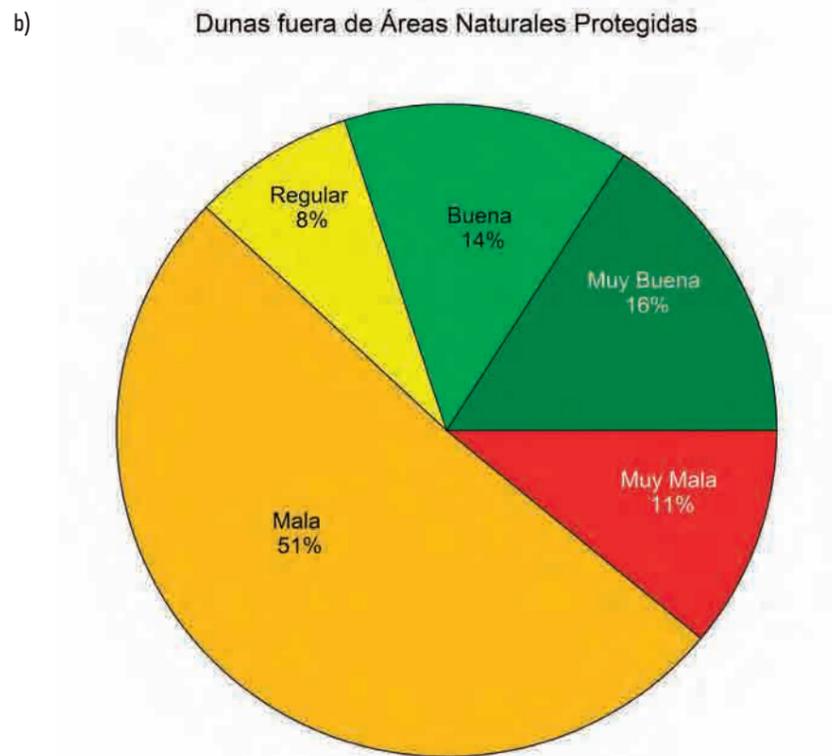
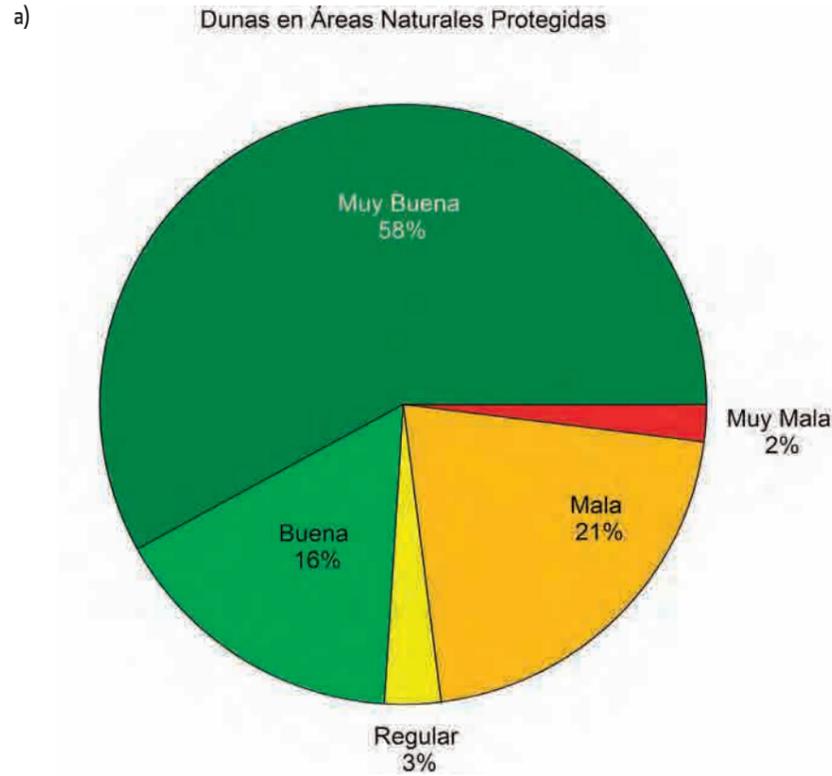
▲ figura 2.
Sitios Ramsar de México donde hay presencia de dunas costeras.

- Los resultados del análisis de las dunas costeras de este capítulo, indican que es urgente crear una estrategia para proteger las playas y dunas de los seis estados con menor superficie de playas y dunas protegidas. Se debe poner atención especial al estado de Veracruz, cuya riqueza florística ha sido documentada (Moreno-Casasola et al., 1998, 2011; Espejel et al., 2013) y cuyas costas se han reconocido como vulnerables (Martínez et al., 2006 y Oropeza-Orozco, et al., 2011).

- Sólo en el norte y centro de Veracruz está bien representada en las ANP la flora de pastizales y selvas sobre dunas estabilizadas (desde Tamiahua hasta Alvarado), pero solamente un remanente de selva y una zona de pastizales están protegidos en la reserva privada de La Mancha (CICOLMA). Hasta la fecha las dunas móviles no están protegidas, aunque se están haciendo esfuerzos para lograr su protección.

- En el Pacífico norte la flora de dunas costeras está bien representada en el ANP del Valle de los Cirios en Baja California. Sin embargo la zona mediterránea, como es la duna conocida como El Socorro, donde además ya empezó una explotación minera, no tiene ningún tipo de protección, y su vegetación no está representada en otras regiones. También la flora del Golfo de California con El Vizcaíno en Baja California sur está bien representada en las ANP, pero no las zonas de mayor endemismo, como es Cabo Pulmo, donde también existe la amenaza de una nueva ciudad turística cuyo desarrollo está proyectado exactamente sobre las dunas y playas.
- En el Pacífico Sur, sólo en Huatulco se conserva una pequeña muestra de la flora de Oaxaca. Aunque hay muchas playas tortugueras, éstas protegen las playas pero no necesariamente las dunas costeras más allá del primer cordón de dunas.
- En el Caribe, la flora de dunas está protegida en Campeche, en la barras arenosas que cubre el ANP de Laguna de Términos (aunque esta barra esté urbanizada, no deja de ser parte del ANP). En Yucatán, las ANP como Celestún y Río Lagartos protegen vegetación de dunas. Pero el núcleo de biodiversidad de las dunas yucatecas es San Benito y no está protegido; de hecho está a la venta para desarrollos urbanos. En Quintana Roo, Sian Ka'an podría ser un buen representante de la flora de dunas caribeñas, pero gran parte de su franja de dunas costeras aparece en los ordenamientos territoriales de la zona como superficie para desarrollos turísticos y de hecho ya hay muchas construcciones que no siempre respetaron la flora de las dunas.

Se utilizó el análisis aplicado para estimar los usos a que están sujetas las dunas, cuyos resultados pueden verse en el capítulo anterior. Se conformaron cinco clases de uso. La primera clase, denominada «natural», es aquella con muy buena calidad, ya que las condiciones naturales se encuentran sin ningún disturbio aparente. El segundo tipo es «fragmentada», y tiene buena calidad pero también la presencia de carreteras, brechas y accesos a la playa. La tercera clase se denomina «uso agropecuario» y se consideró de calidad regular, ya que hay actividades agrícolas y ganadería extensiva, además de la presencia de carreteras, brechas y accesos a la playa. La cuarta clase consiste en las dunas a las que se les llamó «mixtas» o de mala calidad, por la presencia de numerosas actividades o infraestructura que modifica la cobertura vegetal, como es una combinación de brechas, caminos y carreteras, actividades agropecuarias y asentamientos humanos dispersos. Finalmente, las de muy mala calidad se denominaron «urbanizadas» y corresponden a las zonas donde hay dunas abatidas y modificadas con asentamientos urbanos en más del 75% de su superficie. En la figura 3 se muestra que dentro de las ANP el 74% de las dunas costeras no muestran daños propios del desarrollo de actividades humanas ya que el 58% presenta muy buena calidad y el 16% presentan



▲ **figura 3.**
Calidad de las dunas costeras de México de las dunas costeras localizadas
a) dentro de Áreas Naturales Protegidas y b) fuera de Áreas Naturales Protegidas.

deterioro por fragmentación debido a la presencia de brechas, caminos y carreteras (buena calidad). Por el contrario, fuera de las ANP, solo el 30% de las dunas costeras tiene estas calidades (sin intervención 16% y fragmentadas 14%).

Las ANP ofrecen mayor seguridad para llevar a cabo experimentos de campo que permiten conocer su funcionamiento, la ecología de sus especies, la fauna que las habita y los servicios ambientales que prestan. Sin embargo, la mitad de las dunas del país están fuera de un ANP y por lo tanto son más susceptibles de pasar a una calidad menor (es decir, que las destruyan para construir sobre ellas o las transformen a cultivos o pastizales). Una prioridad es que en algunas de las dunas de mala calidad dentro de las ANP, se diseñen programas de recuperación de las dunas mediante planes de manejo que no permitan el acceso a las brechas, que se recuperen algunas playas evitando el paso constante de los bañistas, que se monitoree y asegure que no hay invasión de especies, etc. Es decir que muchas de ellas se pueden restaurar de manera pasiva a través de medidas indirectas, dejando que la duna y su vegetación recuperen naturalmente la dinámica que las caracteriza.

En conclusión, en las ANP se pueden fomentar programas de recuperación de dunas costeras y revisar si en los planes de manejo ya están incorporadas las actividades para restauración/reforestación. Fuera de las ANP, es importante hacer uso de los instrumentos indirectos de conservación, como son los ordenamientos ecológicos, los planes de desarrollo urbano de los centros de población y la certificación de playas limpias (de conservación). En estos espacios, donde se mezclan usos agropecuarios, urbanos, recreativos e industriales, es necesario que los planes de manejo integrado incorporados a los esquemas de planeación territorial, busquen que dichas actividades se realicen preservando la biodiversidad de las dunas costeras y que fomenten una participación activa de los municipios. Una característica de las dunas es que en espacios relativamente pequeños se pueden encontrar muchas de sus especies y que, en especial las dunas frontales, pueden ser interrumpidas por construcciones aisladas y de baja altura, pero mientras se mantengan las formas de las dunas y la flora, es posible que no se pierda su capacidad de protección de la línea de costa.

► Estrategias de manejo de dunas para lograr su conservación

En los capítulos anteriores se ha explicado la importancia de las dunas como ecosistemas, los recursos y servicios que proporcionan y el papel que juegan en la vida de nuestras sociedades. En los próximos dos capítulos se explicará cómo restaurar las dunas y cómo reforestarlas para asegurar que sigan cumpliendo con sus funciones. Sin embargo, más de la mitad de las dunas de México quedan sin proteger. Son ecosistemas que son

y seguirán siendo zonas donde se busca realizar actividades recreativas y productivas, y hoy en día constituyen puntos de desarrollo turístico. Frecuentemente el beneficio económico hace que estos ecosistemas se substituyan por edificaciones de concreto. El desarrollo sustentable busca equilibrar el uso y la conservación de la estructura y las funciones de los ecosistemas, por lo tanto es importante destinar áreas para protección, pero también hay formas de usar sin alterar los procesos ecológicos fundamentales.

Como se ha visto en capítulos anteriores, las playas y dunas costeras son ecosistemas frágiles ubicados en la zona de interacción de la dinámica del mar, de la tierra, de la atmósfera y del agua dulce. Ello hace que sean ecosistemas también sumamente dinámicos que responden a las fuerzas que ejercen presión sobre ellos. Si la atmósfera con vientos fuertes es la que ejerce presión, la arena se mueve, se erosiona en algunas zonas y se deposita en otras. Si es el mar el que ejerce presión, el oleaje golpea con mayor energía y se lleva la arena de la playa, llegando a erosionar dunas embrionarias y aun la primera duna frontal, también llamada duna primaria. Frecuentemente el mar y la atmósfera actúan conjuntamente, como sucede durante los nortes y tormentas de invierno, en las cuales la playa se hace más angosta, se producen las mayores erosiones en playas y dunas, se desestabilizan los sistemas. Cuando viene la primavera y el verano predomina la calma, y el agua de los ríos acarrea cuenca abajo los sedimentos que las corrientes marinas acarrearán a las playas. Éstas se hacen más anchas. Esta dinámica se repite año con año, a veces más destructiva, a veces menos, pero es la historia constante de las playas y dunas, procesos mediante los cuales se regeneran y mantienen.

Hoy en día el ser humano ha alterado este equilibrio. Entre el 70 y el 90% de las playas del mundo se está erosionando (Bird, 1996). Este autor menciona entre las principales causas la construcción de presas que retienen los sedimentos, el incremento en el nivel del mar que ha hecho que el oleaje golpee con mayor energía y más tierra adentro en las playas y la pérdida de muchos sedimentos hacia los fondos marinos, volviéndolos irre recuperables para las playas. En los desarrollos turísticos costeros, la playa es uno de los principales atractivos y su calidad guarda una relación estrecha con la capacidad de producir beneficios económicos. Una playa sin arena, rellena de piedras o grava y llena de escolleras, resulta menos atractiva para los visitantes. Esta situación hace que el mantener la arena y evitar su pérdida deba ser un objetivo de cualquier actividad que se desarrolle en un sistema de playas/dunas. Ello no significa que no pueda darse un desarrollo turístico costero, significa más bien que el proyecto deberá adaptarse a las condiciones particulares del sitio e incluir entre sus objetivos el conservar la playa y por tanto adecuar sus construcciones a estos escenarios.

Existen numerosos autores que han tratado estos temas a fondo. Los problemas de la costa y el manejo integral costero han sido revisados detenidamente y aquellos interesados pueden consultar los trabajos de Beatley et al., (1994), Viles y Spencer (1995), Bird (1996), Clark (1996), French (1997), Carter (1988) y Cicin-Sain y Knecht (1998) entre los principales. Otro grupo de autores han elaborado un conjunto de libros para las

distintas zonas de Estados Unidos, en los cuales analizan a las condiciones ambientales de cada zona de playa y dunas y dan recomendaciones sobre vulnerabilidad, reglas a seguir para reducir las amenazas, normas de construcción, etc. (Pilkey et al., 1984; Doyle et al., 1984; Canis et al., 1985; Bush et al., 1995; 1996; Komar 1997; Pilkey et al., 1998). En México, Robles et al. (2000) elaboraron una estrategia para el manejo costero que es antecedente de la Política Nacional de Mares y Costas que trabajó recientemente la SEMARNAT (http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/participacion/consultaspublicas/marescostasy manglares/Documents/dcto_trab_22oct10_conspub.pdf). Moreno-Casasola et al. (2006) conjuntaron diversos escritos sobre el manejo costero integral, aportando elementos para varios municipios del país. Se han planteado diversas formas de conservación de dunas, desde internacionales como Espejel et al. (2001), quienes presentan una propuesta para la frontera norte, hasta muy localizados como el de Espejel

et al. (2004a) para un sitio puntual y carismático de Baja California. Los ordenamientos ecológicos de Campeche y Baja California (Espejel et al., 2004b) presentan estrategias para protección de las playas. En Baja California Escofet et al. (1993), Espejel et al., 2007; Cervantes et al., 2008; Cervantes y Espejel 2008 y Rosas et al., (2012) han elaborado recomendaciones para el uso de las playas recreativas incorporando a los usuarios, las cuales han sido utilizadas en otros países como Argentina (Faggi et al., 2011 y Madanes et al., 2012). En el Caribe Molina et al., (1998) desarrollaron un manual con normas prácticas para el desarrollo turístico. Más recientemente SEMARNAT., (2013) elaboraron un conjunto de criterios ecológicos que proporcionan recomendaciones para regular las obras y actividades en las playas y dunas de México.

Bush et al., (1996) y Pilkey et al., (1998) plantean una serie de principios básicos para vivir en la zona costera, denominados "viviendo bajo las reglas del mar":

1. La zona costera es un ambiente único en la tierra y por tanto requiere de estrategias de manejo únicas. En la costa hay sistemas mucho más dinámicos que tierra adentro y por tanto el tipo y patrón de desarrollos urbano-turísticos que funcionan en el interior frecuentemente incrementan el riesgo en las zonas costeras.
2. Los procesos físicos costeros deben ser identificados y comprendidos desde una perspectiva integral que tenga en cuenta todos los ecosistemas costeros y sus interacciones.
3. Se debe planificar antes de hacer un desarrollo y éste debe hacerse respetando la dinámica natural de la costa y con una visión integral de la misma. El escoger adecuadamente dónde se va a ubicar una edificación es el mejor seguro contra daños. Un sitio protegido por la playa y dunas o bien elevado cuenta con más protección. Un desarrollo bien planificado no requiere el uso de sistemas de "protección costera" como son muros de contención, espigones, etcétera.
4. Las alteraciones que el desarrollo económico produce en el ambiente deben ser reparadas. Ello implica generalmente, restaurar zonas de dunas, bosques sobre dunas, humedales, manglares, selvas inundables, etc. a condiciones similares a las que tenían antes del desarrollo.
5. Todas las evaluaciones de riesgo y de mitigación en la zona costera deben manejarse dentro del marco de la elevación del nivel del mar que se está produciendo.
6. El riesgo y los daños que se pueden ocasionar a las propiedades en la zona costera son específicas de cada sitio. Cada lugar es diferente ya que presenta un conjunto único de características o condiciones que requiere soluciones únicas.
7. La mitigación de daños a la propiedad debe plantearse desde una perspectiva integral, y no sólo desde la visión de las zonas más cercanas al mar. Este enfoque es especialmente importante para las islas de barrera.
8. Las áreas de riesgo relativo pueden ser reconocidas con base en criterios bien definidos. El establecimiento de criterios y la observación directa del área en cuestión permitirán dirigir el desarrollo hacia zonas menos riesgosas, por ejemplo, donde no hay penetración del oleaje de tormenta, migración de dunas, áreas poco elevadas, etcétera.
9. Se deben evitar acciones y construcciones que generen problemas. Caminos y carreteras que llegan perpendiculares hasta la playa son puntos bajos de entrada del oleaje durante tormentas. Lo mismo sucede con cortes o eliminación de dunas de arena que frecuentemente se hacen para tener vista, acceso o edificar construcciones. Los muros de contención protegen edificios pero también reducen el tamaño de la playa, quedando mucho más expuestos al oleaje.
10. Las playas anchas y las dunas embrionarias protegen las construcciones, ya que hay más superficie para disipar la energía del oleaje durante tormentas.
11. Las dunas protegen las edificaciones, pues funcionan de igual manera que las playas.
12. Es de gran importancia conservar la arena, es decir, los sedimentos. Especialmente en las playas y dunas, el volumen de arena debe mantenerse o bien incrementarse. Al igual que el agua o el aire, es un recurso que debe conservarse.
13. La vegetación protege las edificaciones y las propiedades. Se debe mantener la cubierta de vegetación natural de las dunas y humedales, ya que brinda estabilidad a las dunas y permite el funcionamiento de los humedales.
14. Se deben proteger las unidades geomorfológicas como consecuencia del cumplimiento de las reglas anteriores. Las playas y dunas, las marismas, manglares y selvas inundables son ambientes donde se ha producido una acumulación de sedimentos como respuesta a la dinámica costera. Cuando se altera la unidad geomorfológica, se altera la estabilidad.

A continuación, y con base en los autores arriba mencionados, especialmente en el trabajo de Silva-Casarín et al., SEMARNAT (2013), se plantean una serie de recomendaciones que permitirán desarrollar la costa de manera sustentable.

- Siempre deben realizarse estudios del sistema en particular, considerando los tipos de dunas, su orientación y la vegetación que los estabiliza, para determinar la densidad y tipo de construcciones, ya que los impactos que se generen serán distintos en un sistema de dunas de 5 metros de alto y uno de médanos de 25 metros.
- En toda construcción la orientación de las edificaciones deberá disminuir la superficie de choque del viento, con base en los estudios de vientos correspondientes.
- Se deberá evitar la construcción en zonas de: (1) riesgo para la población, (2) alta vulnerabilidad, y (3) donde se forman los deltas de ríos, estuarios, islas de barrera y en cabos. Las zonas de riesgo para la población en ecosistemas de dunas costeras son aquellas susceptibles a inundarse por avenidas continentales donde las dunas funjan como barrera o dique que limite el drenaje.
- Se deberá mantener el flujo de sedimento entre las dunas costeras y la playa, así como la cobertura de vegetación nativa que forma las dunas, para que se mantenga la dinámica natural del sistema. De esta manera se mantiene la playa con menos problemas de erosión, y se conserva la forma y funcionamiento de las dunas.
- Tampoco se debe interrumpir el aporte de agua a hondonadas húmedas y lagos interdunarios y se debe evitar rellenarlos con arena, ya sea con fines de nivelación de terreno o para incrementar la superficie de terreno de un predio. En aquellos terrenos en que las hondonadas son usadas como ojos de agua para dar de beber al ganado, se deberán construir accesos para el ganado, para evitar el deterioro de todo el borde de la hondonada o lago.
- Las obras de infraestructura que atraviesen las dunas como las tuberías de obras de toma y descarga deben colocarse en las zonas de baja elevación y estar enterradas hasta la profundidad de cierre (profundidad a la cual el transporte de sedimentos es nulo) en la parte marina de la playa. Las zonas adyacentes a las tuberías enterradas deberán restaurarse con vegetación nativa para fijar la arena que se coloca al enterrarlo.
- El acceso de paseantes a las playas a través de las dunas costeras deberá ser por medio de andadores elevados de material degradable y prefabricado, piloteado y no cimentado. Deben estar suficientemente elevados para permitir el crecimiento de la vegetación (al menos un metro de elevación) y el paso de sedimentos y de fauna.
- La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas incipientes o embrionarias. Deberá siempre evitarse, ya que son las primeras dunas que proporcionan el servicio de protección.
- En las dunas primarias o frontales podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial, no cimentado y permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes o procesos avanzados de erosión, ya que en estas zonas las dunas primarias constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas. Es importante recordar que en escenarios de erosión de playas y de cambio climático como los actuales, hay un avance del mar sobre la tierra, por lo que, mientras más atrás se construya la infraestructura, más tiempo tardará en verse afectada.
- Las construcciones en las dunas semi-móviles (dunas secundarias) que se localicen en sitios expuestos y tengan arena (material no consolidado), sólo podrán ser de madera o material degradable y piloteadas, ubicadas detrás de la cara posterior del primer cordón.
- En sitios de dunas protegidos físicamente, donde se presente suelo desarrollado, material consolidado y pendiente menor a 20° se permitirá la construcción de infraestructura permanente.
- En grandes dunas (mayores a 6 metros) con cobertura vegetal menor al 90% no se deberá permitir la construcción de infraestructura que ponga en riesgo su estabilidad.
- En las estabilizadas (dunas terciarias) podrá haber construcciones permanentes solamente en la zona donde se presenta material consolidado, suelo desarrollado y pendiente menor a 20°.
- No se recomienda la construcción de infraestructura permanente, ni estructuras de protección, en las zonas inestables de dunas costeras de islas de barrera.
- Se construyen campos de golf sobre dunas y transforman el sistema completamente al poner pasto, sin embargo algunos dejan los *roughs* con la vegetación de dunas y de alguna manera se mantiene el paisaje. Leyva et al., (2006) mencionan las ventajas en los matorrales costeros sobre los paisajes donde toda la vegetación es introducida. Estos campos de golf cada vez son más apreciados y mantienen hábitat de aves en las lagunas y sitios de refugio para mamíferos e invertebrados pequeños.
- Deberá mantenerse la conectividad del sistema a través de corredores biológicos para animales, ya que éstos hacen uso de diversos ecosistemas costeros y requieren áreas de vegetación natural y conservada para trasladarse.
- Las obras y actividades que se realicen en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. También se debe evitar la afectación de las Áreas Naturales Protegidas, de los sitios Ramsar, y de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

Referencias bibliográficas

- Beatley, T., Brower, D.J., y Schwab, A.K. 1994. An introduction to coastal zone management. Island Press, Washington D.C.
- Bird, E.C. 1996. Beach management. John Wiley & Sons. New York.
- Bush, D.M., Pilkey Jr., O.H. y Neal, W.J. 1996. Living by the rules of the sea. Duke University Press. Durham.
- Bush, D.M., Webb, R.M.T., González-Liboy, J., Hyman, L. y Neal, W.J. 1995. Living with the Puerto Rico shore. Duke University Press. Durham.
- Canis, W.F., Neal, W.J., Pilkey Jr. O.H., y Pilkey Sr, O.H. 1985. Living with the Alabama-Mississippi shore. Duke University Press. Durham.
- Carter, R.W.G. 1988. Coastal environments. An introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. Academic Press, Londres.
- Cervantes O., y Espejel, I. 2008. A Model for the Evaluation of Recreational Beaches: Its application in Mexico, Brazil, and the United States. *Ocean and Coastal Management* 51: 410-419
- Cervantes, O., Espejel, I., Arrellano, E. y Delhumeau, S. 2008. Users' perception as a tool to improve beach planning and management. *Environmental Management* 42: 249-264
- Cicin-Sain, B. y Knecht, R.W. 1998. Integrated coastal and ocean management. Concepts and practices. Island Press. Washington D.C.
- Clark, J.R. 1996. Coastal zone management. Handbook. Lewis Publishers. New York.
- Clark, J.R. 1996. Coastal zone management. Handbook. Lewis Publishers. New York.
- Doyle, L. J., Sharma, D.C., Hine, A.C., Piley, O.H., Neal, W.J., Pilkey Sr., O.H., Martin, D. y Bleknap, D.F. 1984. Living with the West Florida shore. Duke University Press. Durham.
- Escofet, A., Espejel, I., Gómez-Morín, L., Ferman, J.L. y Torres-Moye, G. 1993. Manejo de la Zona Costera. En: Salazar, S. (ed.). Biodiversidad de la zona costera y marina de México. CIQRO-CONABIO.
- Espejel, I., Ahumada, B., Cruz, Y. y Heredia, A. 2004. Coastal vegetation as indicators for conservation. En: Martínez, M.L. y Psuty, N. (eds). Coastal Sand Dunes: Ecology and Restoration. Springer. pp. 297-318.
- 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. Proceedings. International Coastal Symposium. Queensland Australia*. Si 50:47-51.
- Espejel, I., León, C., Fermán, J.L., Bocco, G., Rosete, F., Graizbord, B., Castellanos, A., Arizpey, O. y Rodríguez, G. 2004b. Planeación del uso del suelo en la región costera del Golfo de California y Pacífico Norte de México. En: Arriaga Rivera et al. (eds.) El Manejo Costero en México. Epomex, Semarnat, CETyS, Univ. de Quintana Roo. 321-340 pp.
- Espejel, I., Moreno-Casasola P. y Barbour, M. 2001. Coastal vegetation: diversity and conservation. En: G. Webster & C. Bahre (eds.) The Frontera. New Mexico University Press.
- Espejel, I., Peña-Garcillán, P. y Jiménez-Orocio, O. 2013. Flora de playas y dunas de México. Informe Técnico Final Conabio HJ007.
- Faggi A., Madanes, N., Rodríguez, M., Solanas, J., Saénz, A. y Espejel I. 2011. Users preferences and choices in Argentinean beaches. En: Dupont, H.C. (ed.) Environmental Management: Systems, Sustainability and Current Issues. Nova Publishers. pp 197-220. https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=21722
- French, P.W. 1997. Coastal and estuarine management. Routledge Environmental Management Series. N. York.
- Komar, P.D. 1997. The Pacific Northwest coast. Living with the shores of Oregon and Washington. Duke University Press. Durham.
- Leyva, C., Espejel, I., Escofet, A. y Bullock, S.H. 2006. Coastal landscape fragmentation by tourism development: impacts and conservation alternatives. *Natural Areas Journal* 26(2): 117-125
- Madanes, N., Faggi, A. y Espejel, I. Sistemas de valoración de calidad de playas turísticas. 2011. En: Ciudad, Paisaje, Turismo. Frentes Urbanos Costeros (José R. Dadon, ed.). Gestión de Espacios Costeros (GEC), Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires y Nobuko. Buenos Aires.
- Martínez, M.L., Gallego-Fernández, J.B., García-Franco, J.G., Moctezuma, C., Jiménez, C.D. 2006. Assessment of coastal dune vulnerability to natural and anthropogenic disturbances along the Gulf of Mexico. *Environmental Conservation* 33(2): 109-117.
- Molina, C., Rubinoff, P. y Carranza, J. 1998. Normas prácticas para el desarrollo turístico de la zona costera de Quintana Roo, México. Amigos de Sian Ka'an y Centro de Recursos Costeros URI, Coastal Resources Center. 93 pp.
- Moreno-Casasola, P., Castillo, S. y Martínez, M.L. 2011. Flora de las playas y dunas (los ambientes arenosos) de las costas del estado de Veracruz. CONABIO.
- Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Castillo-Argüero, S., Castillo-Campos, G., Durán, R., Pérez-Navarro, J., León, J., y Trejo-Torres, J. 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México. En: Halffter G.E. (ed.) Diversidad Biológica de Iberoamérica. Instituto de Ecología, A.C. pp 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 Áreas 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>)
- Oropeza-Orozco, O., Sommer-Cervantes, I., Carlos-Gómez, J., Preciado-López, J. C., Ortiz-Pérez, M. A. y Lopez-Portillo, J. 2011. Assessment of vulnerability and integrated management of coastal dunes in Veracruz, Mexico. *Coastal Management* 39(5): 492-514.
- Pedroza, D., Cid, A., García, O., Silva-Casarín, R., Villatoro, M., Delgadillo, M.A., Mendoza, E., Espejel, I., Moreno-Casasola, P., Martínez, M.L. y Infante Mata, D. 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. Recuperado el 21 de julio de 2013, CDO01496. ISBN: 978-607-8246-59-5. http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium-bin/janium_login_opac.pl?find&ficha_no=225712.
- Pilkey Jr., O.H., Sharma, D.C., Wanless, H.R., Doyle, L.J., Pilkey Sr. O.H., Neal, W.J. y Gruver, B.L. 1984. Living with the East Florida shore. Duke University Press. Durham.
- Pilkey, O.H., Neal, W.J., Riggs, S.R., Webb, C.A., Bush, D.M., Pilkey, D.F., Bullock, J. y Cowan, B.A. 1998. The North Carolina Shore and its Barrier Islands. Restless ribbons of sand. Duke University Press.
- Robles M., Espejel, I. y Chávez, C. (Coordinadores). 2000. Estrategia Ambiental para la Gestión Integrada de la Zona Costera de México. Propuesta. México D.F. INE-SEMARNAP.
- Rodríguez-Cardozo L., Espejel, I., y Seingier, G. (en revisión). Políticas de protección a las áreas naturales y su impacto. Política y Cultura. UAM.
- Rosas, R., Espejel, I., Cervantes-Rosas, O.D., Ferrere, A. 2012. La percepción de la playa como un elemento importante para la certificación de playas. Ejemplo de Ensenada, Baja California, México. En: Correa Guía, D. y Márquez Ortiz L. (comp.). Turismo Sostenible. Un debate para el futuro multigeneracional. Universidad de Carabobo
- Viles, H. y Spencer, T. 1995. Coastal problems. Geomorphology, ecology and society at the coast. Arnold. London. 350 pp.



Foto: Gerardo Sánchez Vigil