

Oaxaca

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

El estado de Oaxaca colinda al oeste con Guerrero y al este con Chiapas. Su capital es la ciudad de Oaxaca, la cual se encuentra tierra adentro, lejos de la costa. Sin embargo tiene algunos centros turísticos importantes como Puerto Escondido y Bahías de Huatulco. Además del turismo, las costas de Oaxaca son conocidas por ser sitios de arribazones de diferentes especies de tortuga como la de carey y la golfina.

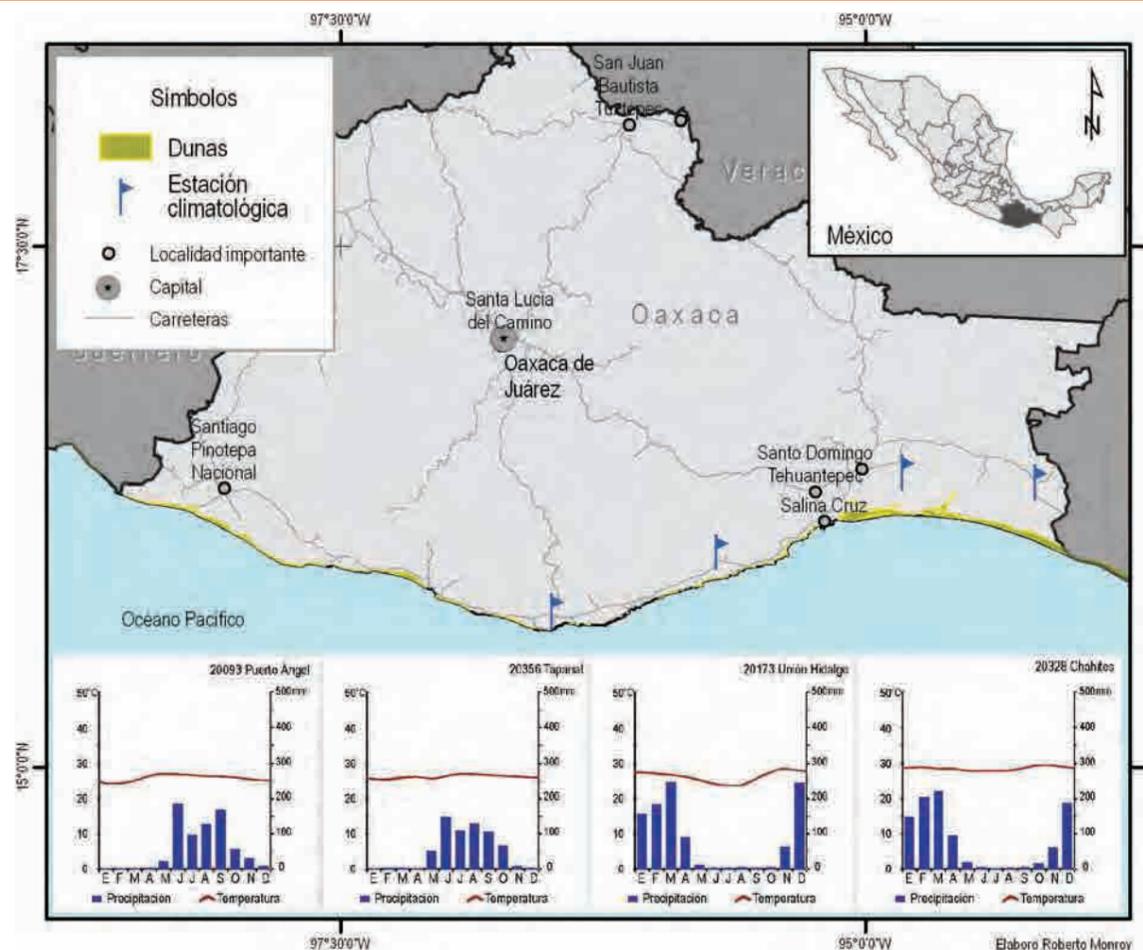
El litoral oaxaqueño se extiende a lo largo de 597.5 km y tiene una orientación casi este-oeste. Tiene sistemas extensos de dunas frontales que cubren 45,116 ha. Muchas de estas dunas aún mantienen su cubierta vegetal natural. Es el único estado donde grupos indígenas habitan y viven sobre dunas. Las costas de Oaxaca pertenecen a la segunda región florística costera que más vegetación de dunas ha perdido en 30 años (Seingier et al., 2009) básicamente por el uso agropecuario, ganadero y los múltiples aunque pequeños asentamientos humanos ubicados en las dunas costeras oaxaqueñas.

El clima costero

La costa de Oaxaca pertenece a la región del trópico seco con sólo tres o cuatro meses de lluvia en el verano. El clima es cálido subhúmedo (Trejo, 2004). La distribución de las lluvias en la costa oscila desde los 800 a los 1000 mm anuales (García, 1988). La temperatura media anual es mayor a 27°C, aunque en la zona costera del Golfo de Tehuantepec es de 25°C (figura 1). La precipitación muestra una marcada estacionalidad, con meses extremadamente secos (enero a abril) y meses muy lluviosos (de mayo a octubre).

En Oaxaca se localiza una parte del llamado Istmo de Tehuantepec, el cual comparte con el estado de Veracruz. Esta zona es la porción terrestre más estrecha que divide el Océano Pacífico y el Golfo de México. En esta zona los nortes (masas de aire frío de invierno que se generan en el Golfo de México entre octubre y abril) cruzan el Istmo hasta el Golfo de Tehuantepec con velocidades sostenidas de 30 m/s y ráfagas de hasta 50 m/s (Gallegos García y Barberán Falcón, 1998). Se conocen como "Tehuanos" o "Tehuantepecanos".

En los últimos 50 años, Oaxaca ha recibido el impacto directo de 11 tormentas tropicales y dos huracanes, lo cual podría considerarse como moderado. Sin embargo, los daños por las lluvias torrenciales han sido cuantiosos. Por ejemplo, en 1997 el huracán Paulina hizo tierra en Oaxaca, causando entre 200 y 500 decesos y generando daños por 448 millones de dólares (National Hurricane Center-USA). En fechas recientes, en septiembre de 2013, dos tormentas tropicales afectaron fuertemente la costa de Oaxaca. La tormenta tropical "Manuel" causó tres decesos y dejó 40 municipios afectados en el Istmo de Tehuantepec y la zona de la Costa, principalmente en Juquila. En la comunidad de Cieneguilla, perteneciente al municipio de Asunción Ixcaltepec, 600 personas



▲ 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 Oaxaca. Se observa una marcada estacionalidad con lluvias predominantemente en el verano o bien en el invierno.

estuvieron incomunicadas por la crecida del río Hondo debido a la tormenta tropical Ingrid (<http://www.adnsureste.info/index.php/noticias/notas-del-dia/60529-el-paso-de-qmanuelq-por-oaxaca-ha-dejado-3-muertos-y-40-municipios-afectados-1314-h>; <http://www.vanguardia.com.mx/tormentaingridazotaoaxacaocasionadeslaves-1832029.html>).

Sistema hidrográfico

En Oaxaca existen dos grandes vertientes en las que desembocan los ríos: la del Golfo de México y la del Océano Pacífico. El río más grande de Oaxaca es el Papaloapan, donde, nace, y se alimenta de ríos más pequeños. Al río Papaloapan se le unen, entre otros, el río Grande, el río Tomellín, el río Santo Domingo, el río Valle Nacional y el río Tonto; así como el río Coatzacoalcos-Uxpanapa, que nace en la selva de los Chimalapas y desemboca en el Golfo de México. Mientras que en la vertiente del Pacífico, desemboca el río Atoyac, afluente del Balsas, que se convierte en el río Verde al atravesar la Sierra Madre del Sur.

Asimismo, en las costas del Océano Pacífico existen varias lagunas. Las más importantes son las de Chacahua y Manialtepec, en la región de la Costa, y las lagunas Superior e Inferior en el Istmo de Tehuantepec.

Entre las presas más importantes se encuentran la Temazcal, el Cerro de Oro, la del Marqués y la de Yosocuta. Es importante señalar que las presas retienen sedimentos, lo que genera problemas de erosión en las zonas costeras.

Los paisajes de las playas y dunas

El litoral de Oaxaca comprende dos regiones costeras, la denominada Costa Suroccidental del Pacífico Mexicano y la llamada Costa del Golfo de Tehuantepec. Ambas corresponden a costas de colisión. La Costa Suroccidental es una de las más extensas ya que abarca desde Bahía de Banderas en Jalisco hasta la localidad de Mazunte cerca de Puerto Ángel en Oaxaca y representa la totalidad de la línea de costa de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y parcialmente el de Oaxaca. Hay numerosos afloramientos rocosos que forman elevaciones de rocas graníticas donde se disponen las principales bahías y fondeaderos como

Bahías de Huatulco, en el caso de Oaxaca. En esta región también hay lagunas costeras que se originan de los escurrimientos de la Sierra Madre del Sur, con barreras arenosas litorales formadas por campos amplios de cordones costeros. Esta costa presenta un oleaje de alta energía del orden de dos a tres metros de altura.

La región de la Costa del Golfo de Tehuantepec tiene cadenas montañosas paralelas al litoral, que constituyen la Sierra Madre del Sur. La fisonomía de la costa son trechos extensos de costas de playas bajas arenosas que se interrumpen cuando existen afloramientos rocosos dispuestos en salientes. A partir de la Bahía Bamba, la configuración de la línea de costa es de entrantes arenosas y salientes rocosas; ésta se modifica en una serie de bahías abiertas que guardan una configuración que vista en plano adquiere una forma escalonada. El tramo de costa que se extiende entre Salina Cruz y la laguna del Mar Muerto presenta una fisonomía de barreras arenosas que propician el establecimiento de lagunas costeras muy amplias. Estas barras están formadas por una sucesión de cordones costeros modelados por el viento dominante de invierno, de dirección norte-sur (Ortiz-Pérez y de la Lanza Espino, 2005).



▲ a)



▲ c)



▲ d)



▲ b)

▲ figura 2.

Imágenes de las dunas costeras de Oaxaca; **a)** Planicies de dunas embrionarias; **b)** La costa de Oaxaca tiene regiones con dunas parabólicas y transgresivas, totalmente móviles como las de Playa Brasil. **c)** El agua es un elemento presente en la costa de Oaxaca. Los manglares rodean a las dunas y llegan hasta la orilla del mar. O bien el agua aflora en la playa o en depresiones entre las dunas; **d)** Los matorrales comienzan a ocupar la planicie de dunas formando manchones con espacios desnudos, que lentamente se van colonizando, como se observa en Cacaluta. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

Un litoral tan extenso como el de Oaxaca, con dos tipos radicalmente distintos de ambientes y un clima muy estacional, da lugar a una variedad importante de sistemas costeros, que imprimen a los paisajes características particulares. En la figura 2 aparecen vistas de los distintos paisajes de dunas costeras que se presentan en el estado.

Tipos de dunas y extensión

Oaxaca es un estado con extensos sistemas de dunas y presenta los tres tipos de dunas: dunas frontales y planicies de dunas frontales, dunas parabólicas y dunas transgresivas (Cuadro 1). A nivel nacional ocupa el sexto lugar en superficie con dunas costeras, el quinto lugar en extensión de dunas frontales y el segundo lugar en dunas parabólicas. Predominan las dunas frontales y planicies de dunas frontales, representando el 86%. Muy pocos estados tienen dunas parabólicas, y Oaxaca ocupa el segundo lugar en extensión de dunas parabólicas, y

éstas representan el 12% de la superficie de dunas del estado. Así mismo, es uno de los ocho estados con dunas transgresivas, aunque éstas cubren únicamente el 2% de la superficie estatal.

Las dunas frontales y las planicies de dunas frontales se encuentran en los municipios de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Salina Cruz, San Francisco del Mar, San Pedro Huamelula, San Pedro Mixtepec, San Pedro Pochutla, Santa María Colotepec, Santa María Huatulco, Santa María Huazolotitlán, Santa María Tonameca, Santiago Astata, Santiago Jamiltepec, Santiago Pinotepa Nacional, Santiago Tapextla, Santo Domingo Armenta, Santo Domingo Tehuantepec, Tonalá y Villa de Tututepec de Melchor Ocampo. Las dunas parabólicas se localizan en los municipios de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, San Francisco del Mar y San Dionisio del Mar. Por último, las dunas transgresivas están en los municipios de Salina Cruz y Santo Domingo Tehuantepec.

▼ Cuadro 1.

Superficie que ocupa cada una de los tipos de dunas del estado de Oaxaca. 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	10	15,419	7,718	14,105	1,184	38,436
	Semi-móvil	49	126		281		456
	Móvil	91	27				117
TOTAL duna frontal		150	15,572	7,718	14,386	1,184	39,010
Parabólica	Estabilizada	25	4,783				4,808
	Semi-móvil		521				521
TOTAL parabólica		25	5,304				5,330
Transgresivas	Estabilizada		154				154
	Móvil	45	577				622
TOTAL transgresivas		45	731				776
TOTAL ESTATAL		220	21,607	7,718	14,386	1,184	45,116

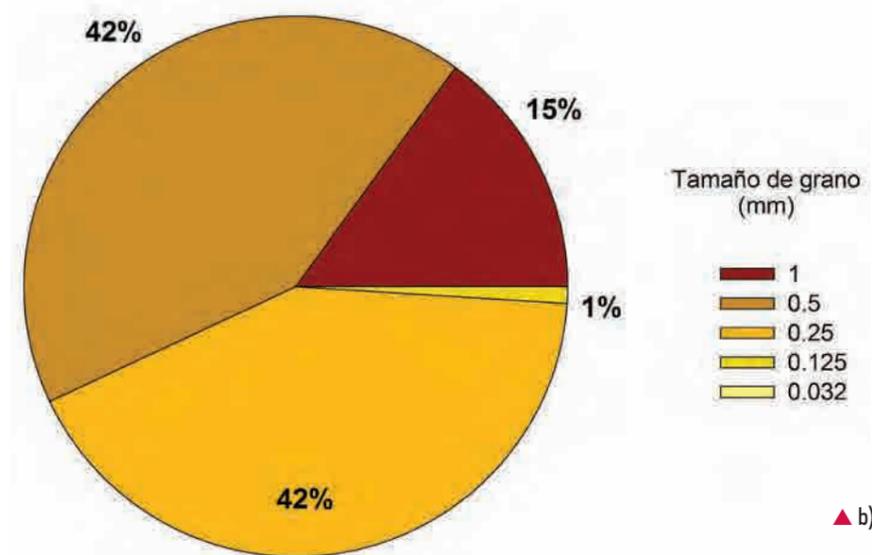
► Tipo de arena

La arena de Playa Escobilla en el estado de Oaxaca está compuesta por abundantes cantidades de cuarzos y feldespatos. Presenta un alto contenido de granos muy redondeados a subangulosos. Presenta abundantes minerales densos de coloración verde oscuro y negro. Presenta cantidades de piroxenos y horblendas, posiblemente provenientes de origen volcánico. Se encuentra clasificada como arena media con tamaños de granos que



▲ a)

Porcentaje por tamaño de grano



▲ b)

▲ figura 3. a) Imagen de la arena de Playa Escobilla; b) Puede observarse una heterogeneidad del tamaño de los componentes de la arena, en la que domina los granos de tamaño medio. (Foto: G. Rendón-Márquez y N. Rodríguez-Revelo).



▲ a)



▲ b)



▲ c)



▲ d)

▲ figura 4. Imágenes de algunas especies de plantas que se encuentran en las playas y dunas costeras de Oaxaca. a) *Gomphrena decumbens*; b) *Cordia dentata*; c) *Rauvolfia tetraphylla* y d) *Amphipterygium adstringens*. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

van desde los 0.05 a los 0.2 mm. Este tipo de arena se clasifica como bien seleccionada. La selección significa qué tan homogénea o heterogénea es la arena en cuestión al tamaño de grano, y en este caso particular la arena es homogénea. El color de la arena es amarillento, sin presencia de limos y arcillas, materia orgánica y carbonato de calcio.

► Flora

La información florística se obtuvo de Moreno-Casasola et al. (1993), Castillo Campos et al. (1997), Moreno-Casasola et al. (1998) y Espejel et al. (2013). Algunas imágenes de las principales especies pueden verse en la figura 4.

En las playas son frecuentes *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia rosea*, *Sporobolus virginicus*, *Distichlis spicata*, *Trianthema portulacastrum*, *Gomphrena decumbens*, *Jouvea pilosa* mientras que el primer cordón de dunas está ocupado por *Distichlis spicata* y *Pectis arenaria*. En el siguiente cordón de dunas se establece *Prosopis juliflora*, *Ziziphus amole* y *Diospyros anisandra*.

En las dunas estabilizadas se establecen matorrales espinosos y selvas bajas caducifolias con árboles pequeños (de no más de tres metros de altura) o arbustos de *Caesalpinia bonduc*, *Prosopis juliflora*, *Pithecellobium dulce*, *Lantana camara*, *Guaiacum coulteri*, *Bumelia celastrina*, *Bursera excelsa*, *Karwinskia humboldtiana*, *Ficus goldmanii*, *Thevetia peruviana*, *Diospyros aequoris*, *Bursera linanoe*, *Jacquinia macrocarpa*, *Ziziphus amole*, *Chrysobalanus icaco*, *Pereskia lychnidiflora*, los cactus *Opuntia excelsa*, *Cephalocereus palmeri* y *Stenocereus standleyi*, y las hierbas *Stylosanthes viscosa*, *Borreria densiflora*, *Okenia hypogaea*, *Bidens anthemoides*, *Zinnia angustifolia*, *Gomphrena decumbens* y *Portulaca pilosa*. En la Reserva de la Biosfera de Huatulco, las selvas están bien representadas en las bahías de Cacaluta, Chachacual y San Agustín.

En las hondonadas húmedas e inundables se puede encontrar a *Cyperus ligularis*, *Typha domingensis*, *Parkinsonia aculeata*, *Phragmites communis*, *Lippia nodiflora* e *Hippomanne mancinella*. Este último es un árbol grande de copa ancha que también se puede encontrar en la playa, llamado manzanillo de playa. El látex es tóxico y puede producir una fuerte dermatitis al contacto con la piel. Los frutos son venenosos y pueden ocasionar intoxicación. Los habitantes locales frecuentemente los cortan para evitar accidentes.

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):

La figura 5 (a, b y c) muestra el porcentaje de superficie que ocupa cada tipo de duna en el estado de Oaxaca y su grado de conservación. Las dunas frontales, las más abundantes, presentan una superficie reducida (menos del 1%) en muy buenas condiciones, 40% tiene buena calidad, 20% regular, 37% mala y cerca del 3% muy mala (figura 5a). Es uno de los estados en los que las dunas frontales están mejor conservadas, sin

embargo más de la tercera parte están en mal y muy mal estado, lo cual reduce su capacidad de brindar servicios ambientales. La casi totalidad de las dunas parabólicas está en buen estado, tanto las móviles como las semiestabilizadas (figura 5b). La situación de las dunas transgresivas es similar ya que el 6% está en muy buenas condiciones y el 94% en buenas condiciones (figura 5c). Esta situación lleva a plantear la necesidad de conservar el buen estado de estas dunas, a través de acciones específicas.

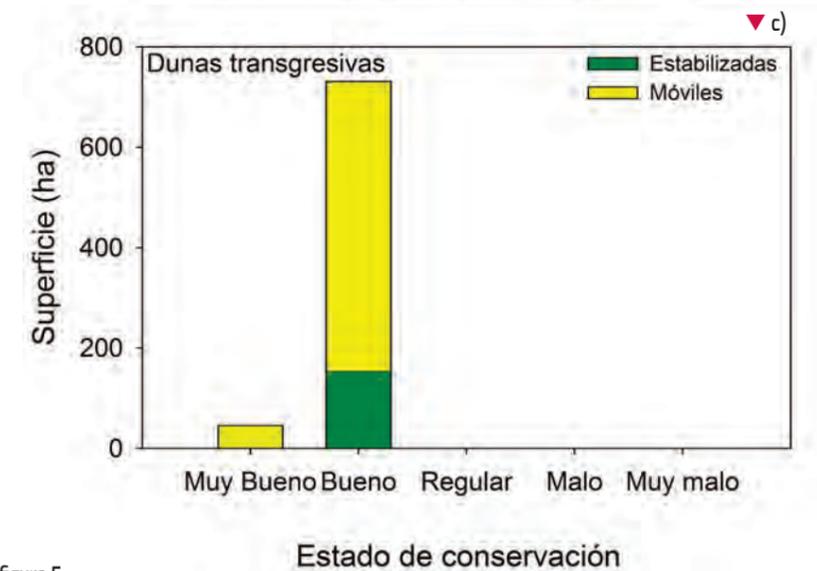
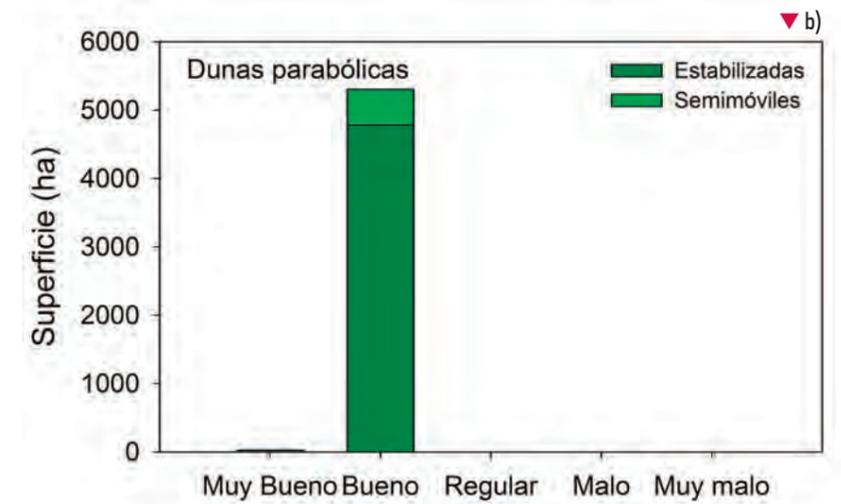
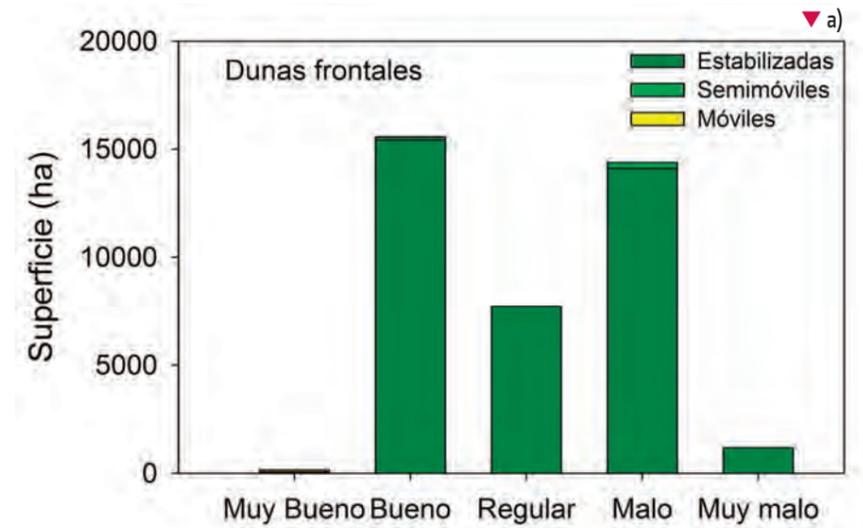
Los espacios protegidos y de importancia biológica

Las áreas naturales costeras reconocidas por su diversidad en Oaxaca son los parques nacionales Huatulco (Sitio RAMSAR 1321) y Lagunas de Chacahua (sitio RAMSAR 1819) que junto con Escobilla son reconocidas como Región Marina Prioritaria (Num. 34) (figura 6). Lagunas de Chacahua fue decretada en 1937, siendo la primera área natural creada en nuestro país. La vegetación es muy variada y contempla selva perennifolia, selva subcaducifolia, vegetación de dunas costeras, vegetación hidrófila y manglar (RAMSAR-CONANP, 2013). En Huatulco y en la región, las selvas costeras presentan especies de selva como *Prosopis juliflora*, *Genipa sp.*, *Guaiacum coulteri*, *Bursera excelsa*, *Bursera excelsa*, *Amphipterygium adstringens*, *Jatropha ortegae*, además de manglar formado por mangle rojo *Rhizophora mangle*, el mangle botoncillo *Conocarpus erectus*, el mangle blanco *Laguncularia racemosa* y el mangle negro, saladillo o madre sal *Avicennia germinans* (CONANP, 2003).

En cuanto a fauna tan solo considerando vertebrados en Lagunas de Chacahua están registradas 280 especies, comprendidas en 12 especies de anfibios, 26 de reptiles de las que sobresalen las tortugas y los cocodrilos, y 175 de aves como *Egretta rufescens*, *Mycteria americana* y *Campephilus guatemalensis* sujetas a Protección Especial y 67 de mamíferos entre ellos el oso hormiguero arborícola o brazo fuerte *Tamandua mexicana* y la musaraña *Megasorex gigas*, designadas como Amenazadas (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



▲ figura 5.
Superficie que ocupan los tres tipos de dunas presentes en el estado de Oaxaca: dunas a) frontales; b) Parabólicas; y c) Transgresivas, y el estado de conservación de cada una de ellas.

Oaxaca posee unas de las playas tortugueras con la mayor cantidad de arribos por temporada de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivaceae*) como lo son playa La Escobilla y la playa de la Bahía de Chacagua, con categoría de santuarios. También se presentan sitios que por su importancia para las aves son reconocidos como AICAs entre los que destacan Laguna de Manialtepec (AICA 221) con 359 especies de aves y Laguna de Chacagua-Pastoria (AICA 222) con 281 especies de aves (CONABIO, 2013). Dentro de las Regiones Terrestres Prioritarias que incluyen playas y dunas se encuentran Bajo Río Verde-Chacagua (RTP 128) y Sierra sur y costa de Oaxaca (RTP 129). Como Región Hidrológica a nivel costa solo se encuentra Río Verde - Laguna de Chacagua y como Regiones Marinas que consideran ecosistemas costeros se encuentran Copala-Punta Maldonado (RMP 33-compartida con Guerrero), Puerto Ángel-Mazunte (RMP 35), Laguna Superior e Inferior (RMP 37) y Laguna Mar Muerto (RMP 38), la cual se comparte con Chiapas (CONABIO, 2013, SIMEC, 2013).

Otros sitios RAMSAR en la zona costera son la Playa Tortuguera Cahuitán (1347) y Playa Barra de la Cruz (1821), consideradas como un humedal de tipo playa de arena o guijarros. A sus playas llegan la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), que anida de octubre a marzo; la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), que anida durante todo el año, y la tortuga prieta (*Chelonia mydas*), que anida de octubre a enero (RAMSAR-CONANP, 2013).

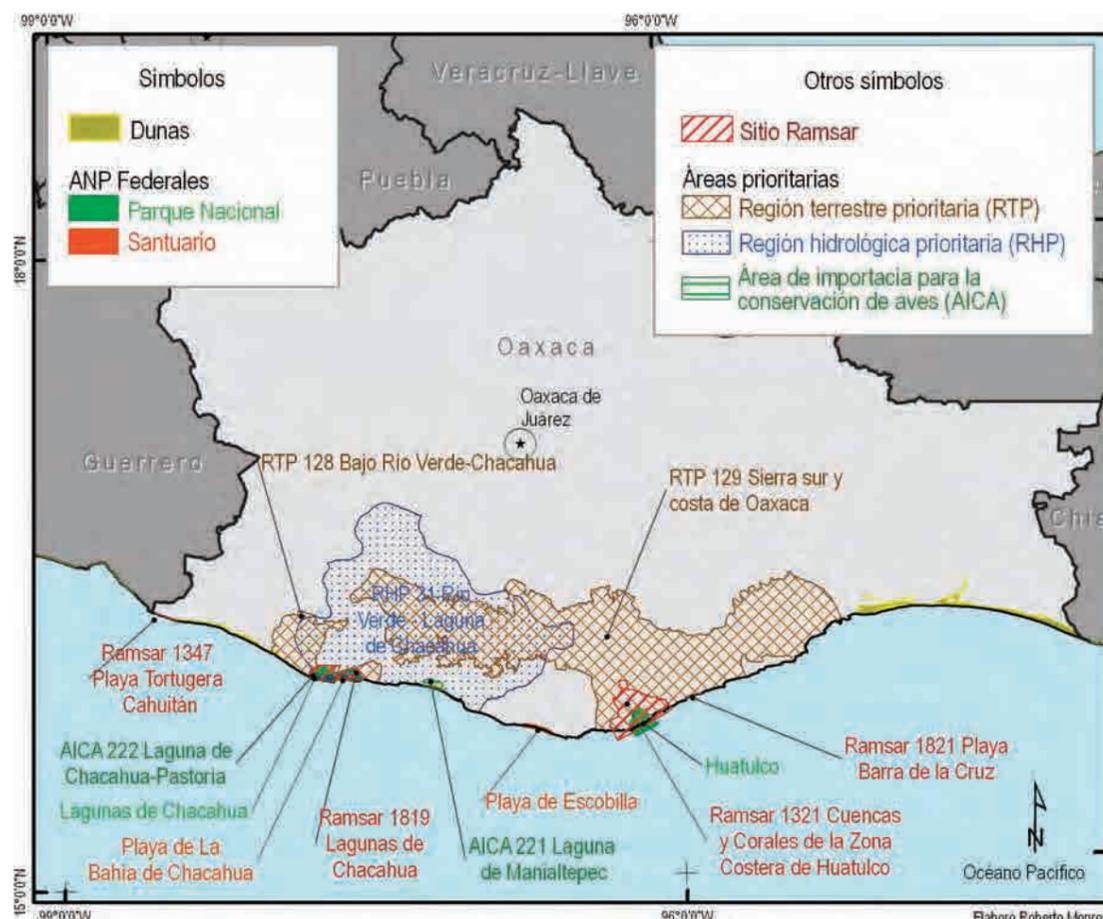
Oaxaca tiene dos playas certificadas por el Comité de Playas Limpias: La Playa El Órgano y la Playa Chahué, ambas en el municipio de Huatulco.

Problemática y diagnóstico

Oaxaca es uno de los estados con dunas mejor conservadas de los tres tipos, las frontales que son las predominantes, las parabólicas y las transgresivas. Es además el único estado con una población indígena (huaves) viviendo sobre y manejando las dunas en San Mateo del Mar (Zizumbo y Colunga, 1982). Es también uno de los estados donde se han realizado menos estudios sobre la zona costera. Se ha hecho énfasis en la parte marina del Golfo de Tehuantepec, pero no en los sistemas de dunas y humedales.

Uso del suelo

La región oeste del estado presenta playas rectas con zonas de selva sobre dunas de arena en buen estado de conservación, además de zonas transformadas a ganadería, pero que mantienen manchones de selvas. También hay plantaciones de cocotales. Los cordones de dunas frontales están bien marcados por la vegetación leñosa que mantienen, a pesar de la presencia de ganadería. En la zona no se aprecian muchos caminos pero es frecuente ver manchones de vegetación arbórea así como árboles aislados dejados en los campos ganaderos. Hacia la Laguna Corralero van desapareciendo estos



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

elementos del paisaje. Y en la Laguna Minitán y en la región de Pinotepa hay explotación de sal, además de palmares de coco y matorrales mezclados con selvas bajas. En la zona de Chacagua la vegetación de dunas está conservada. En la Laguna de Manialtepec y Puerto Escondido existe una mayor transformación de las dunas por la actividad ganadera y el uso agropecuario y zonas rocosas aisladas en el mar. Hacia Mazunte empiezan las caletas la zona rocosa es más extensa.

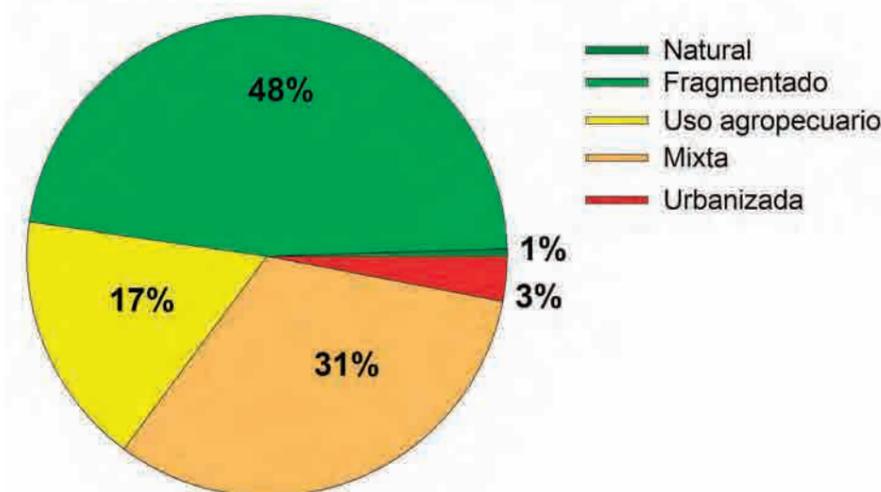
La zona de Puerto Ángel y posteriormente las bahías de Huatulco, están dominadas por caletas arenosas entre salientes rocosas y en algunas zonas se establecen playas largas. Sigue presente la actividad ganadera, pero la actividad turística es la preponderante en la región.

Hacia el oeste se encuentra el Puerto de Salina Cruz y las poblaciones de San Mateo del Mar, San Dionisio del Mar, y los sistemas lagunares formados por la Laguna Superior e Inferior. En esta zona las dunas frontales se usan para actividades de agricultura y ganadería. En la playa aún se observan matorrales a pesar de la transformación. En la zona de San Mateo del Mar (Zizumbo y Colunga 1982), donde se asientan los huaves,

predominan las planicies de dunas frontales y la vegetación dominantes son los pastizales y la vegetación asociada a las actividades agropecuarias, de la cual los propios pastizales forman parte. Existe un cuerpo de agua en esta barra arenosa. Hacia San Francisco del Mar predominan las dunas parabólicas y abundan las depresiones interdunarias donde predomina la vegetación de humedales, tanto de agua dulce como manglares, pues desde el punto de vista de los médanos es una zona de mayor acumulación y movimiento de arena. Más al este vuelven a predominar las dunas frontales (figura 7 a y b, página 248). Entre San Francisco del Mar y Tonalá, la barrera que limita la laguna del Mar Muerto, está formada por dunas frontales en las cuales se encuentra vegetación de pastizal y entre los cordones se establecen depresiones interdunarias también con vegetación de humedales de agua dulce y manglares (figura 7c).

La figura 8 muestra el porcentaje de la superficie de dunas costeras en cada una de las cinco categorías de conservación, con base en el uso del suelo. Puede observarse que el 48% de la superficie de las dunas se encuentra en buen estado ya que solamente está fragmentado por la presencia de caminos. Es una de las mayores superficies de dunas en buen estado en la región tropical del país. En estado natural se encuentra menos del

Usos de suelo sobre dunas

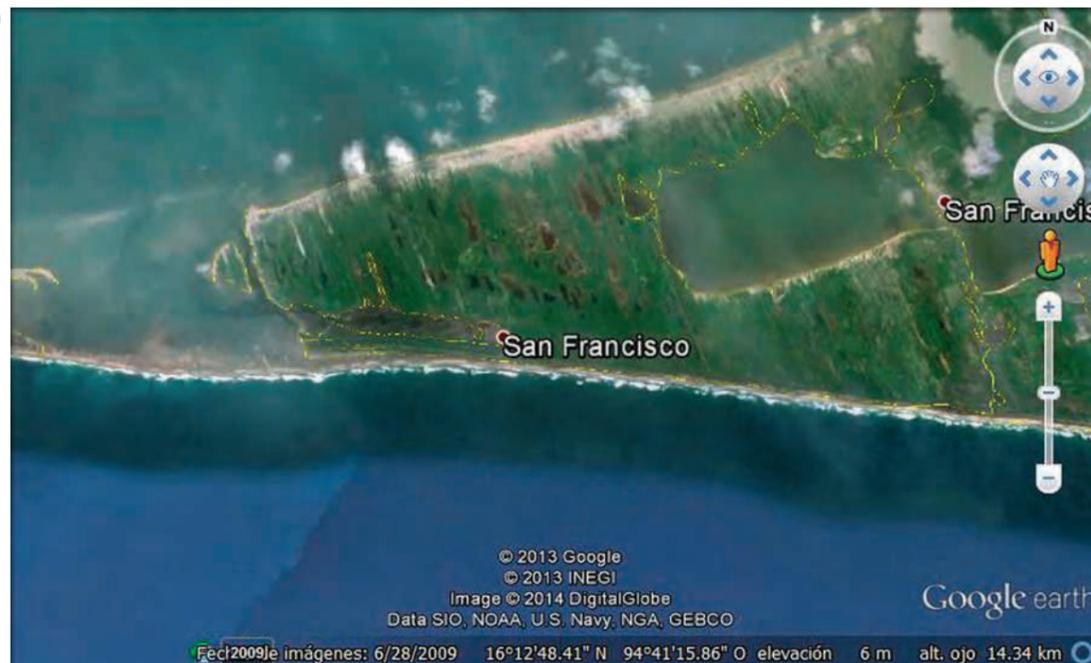
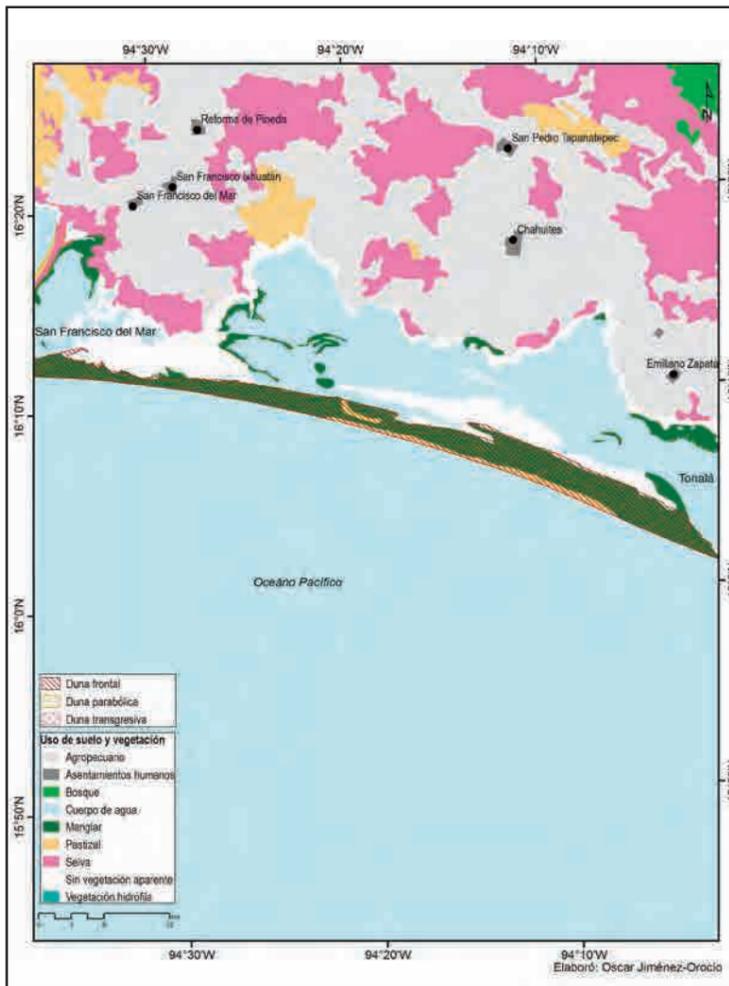
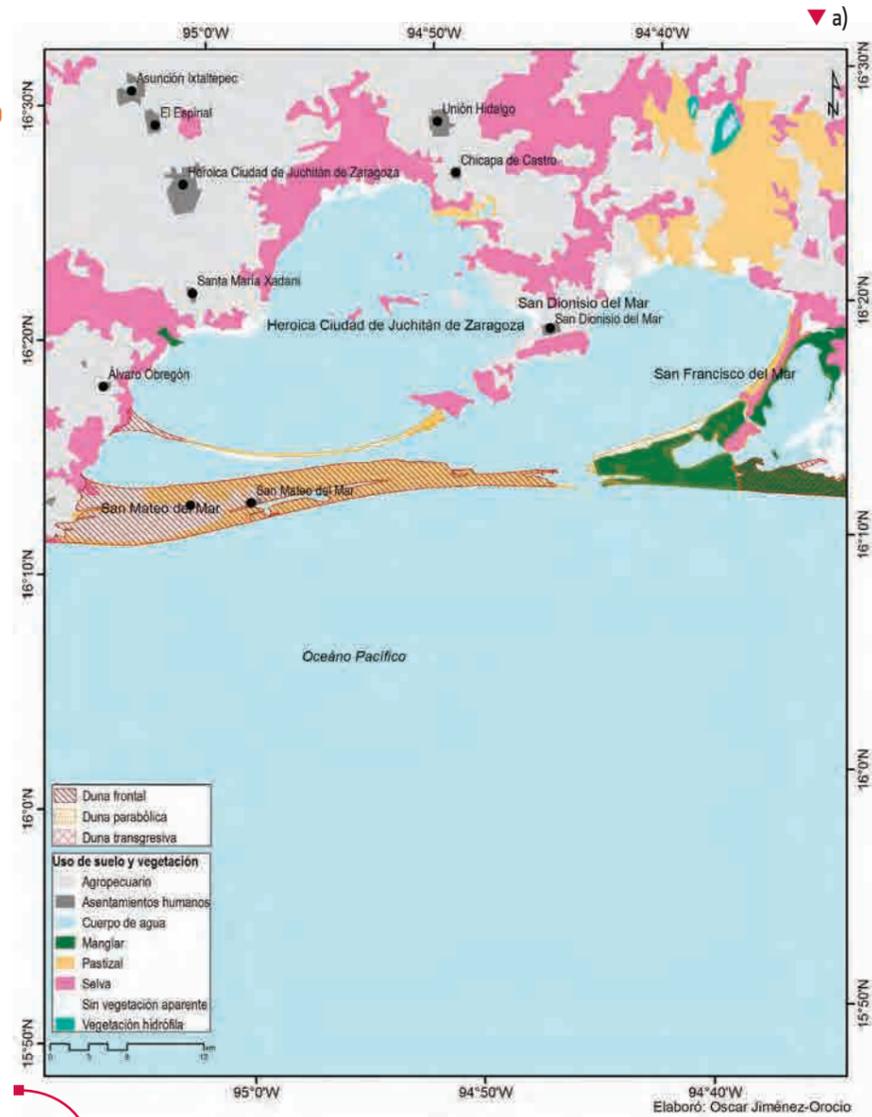


▲ figura 8. Gráfica que muestra el porcentaje de la superficie estatal que ocupa cada condición de conservación de las dunas, con base en cinco categorías (ver explicación en la sección de Estado de conservación y en el capítulo 9), como un indicador del uso del suelo sobre las dunas en Oaxaca.

1%, pero ambas categorías casi alcanzan la mitad de la superficie. El 17% está bajo uso agropecuario, es decir que hay una franca actividad productiva sobre las dunas, pero no hay asentamientos humanos. El 32% está en la categoría de mixta, es decir que además de los usos agropecuarios hay asentamientos humanos e infraestructura de caminos y carreteras. Únicamente el 3% corresponde a dunas urbanizadas. Estos datos indican que la otra mitad de la superficie de dunas ha sido transformada a actividades productivas,

▼ figura 7.

Imágenes que muestran los distintos tipos de dunas de la costa de Oaxaca sobreponiendo el uso del suelo. **a)** Región de la Laguna del Mar Muerto y San Mateo del Mar; **b)** Región de la Laguna Mar Muerto hasta el límite con Chiapas; **c)** Imagen que muestra zonas de dunas y depresiones interdunarias con humedales frente a San Mateo del Mar. (imagen de 2012 tomada de Google Earth 2013).



▲ c)

pero gran parte de ella puede en un momento dado ser recuperada por restauración pasiva. Esto significa que con solo eliminar o controlar las fuentes de perturbación se permitirá que los ecosistemas se regeneren de manera natural.

Geomorfología, biodiversidad y vegetación

La extensión de las dunas de Oaxaca y su estado de conservación, sobre todo en la región más al este donde hay zonas más conservadas indica que hay diversidad de condiciones ambientales que favorecen a distintos tipos de comunidades sobre el sustrato arenoso y rocoso. Todavía se pueden encontrar selvas secas sobre las dunas costeras. La vegetación de dunas se entremezcla con la vegetación de los acantilados en la región oeste y con las depresiones interdunarias inundables en la región este. A pesar de que se ha explorado poco los diversos tipos de vegetación de dunas, esta heterogeneidad junto con el hecho de la alta biodiversidad de flora y fauna del estado de Oaxaca, apuntan hacia una alta riqueza de flora de las dunas costeras, aunada a una riqueza geomorfológica. Los sistemas de dunas de la zona costera del Istmo de Tehuantepec son el hábitat de la liebre endémica *Lepus flavigularis* (Fariás et al., 2006).

Agricultura y ganadería

En las dunas de Oaxaca se llevan a cabo actividades tanto de agricultura como de ganadería que ocupan casi la mitad de la superficie. Hay plantaciones de palma de coco (*Cocos nucifera*). La ganadería, a pesar de ser extensiva, mantiene elementos arbóreos que en un momento dado permitirían una restauración pasiva exitosa.

Desarrollos turísticos y urbanos

El estado tiene un desarrollo turístico importante en las Bahías de Huatulco, de los denominados integrales por FONATUR. Ocupa fundamentalmente las zonas arenosas de las caletas, pero ya también hay construcciones sobre los acantilados. En esta zona ha desaparecido completamente la vegetación de las dunas, excepto en la Reserva de Biosfera de Huatulco. A lo largo de la costa también se encuentran las poblaciones de Puerto Angel y Puerto Escondido. Especialmente la segunda ha crecido por las actividades turísticas, extendiéndose a lo largo del litoral. El oleaje de la zona permite las actividades de surfing sobre olas (figura 9).

Oaxaca tiene pocos desarrollos urbanos sobre sus dunas costeras, y éstos se ubican en los municipios de San Mateo del Mar, y San Pedro Mixtepec, sumando un total de 34,439 habi-



▲ **figura 9.** Una de las actividades recreativas que se pueden realizar únicamente bajo condiciones muy particulares de oleaje y vientos es el surfing sobre olas. La geomorfología de la zona costera tanto en la parte terrestre como marina permite que se presente un oleaje adecuado. Oaxaca es uno de los pocos estados de México donde se encuentran estas condiciones. Esta imagen procede de la zona de Concepción Bamba. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).



▲ **figura 10.** La erosión de las playas (Playa Cangrejo) y de los propios acantilados (Bocana Copalita), y los impactos directos e indirectos de huracanes y tormentas, están afectando las instalaciones turísticas, tanto sobre playas arenosas como sobre acantilados. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

tantes. La población rural en las dunas costeras de Oaxaca es igualmente escasa, sumando poco más de 10,000 habitantes, los cuales se encuentran en los municipios de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Salina Cruz, San Francisco del Mar, San Francisco Ixhuatán, San Mateo del Mar, San Pedro Pochutla, Santiago Jamiltepec, Santiago Pinotepa Nacional, Santo Domingo Tehuantepec y Villa de Tututepec de Melchor Ocampo. A pesar de la baja densidad de desarrollos costeros, éstos ya empiezan a sentir el impacto de la erosión costera y de la fuerza de los huracanes (Figuras 10, 11 y 12).

Industria e infraestructura costera

Hay poco desarrollo industrial y de infraestructura costera en Oaxaca, a excepción de Salina Cruz. Es uno de los diez puertos más importantes del país y posee una refinería, varias salineras, un astillero, entre otros. Chacahua también posee escolleras en la parte Este de la laguna, pero actualmente la boca que era de 250 m se encuentran azolvada y ya no hay un intercambio de agua entre el mar y la laguna en esa parte del sistema, porque únicamente la boca del lado Oeste (Galera) es funcional y permanece abierta por escolleras con una amplitud de boca de 130 m. La longitud total de las obras portuarias de protección del estado de Oaxaca suma 5,766 m, de los cuales 4,821 m son rompeolas, 142 m escolleras, 418 espigones y 385 protecciones marginales.

Las obras de ingeniería para enderezar ríos y el cubrirlos con materiales de cemento han modificado de manera importante el aporte de sedimentos y los patrones de sedimentación de los mismos, principalmente en la zona de Huatulco. Estas obras fueron hechas por CONAGUA para reducir el impacto de las inundaciones, pero están teniendo un fuerte impacto negativo en los ecosistemas costeros. El efecto combinado de la retención de agua en las presas y la escolleras han provocado que ya no se inunde el 100% del embalse por lo que los manglares de cuenca están muriendo por la falta de agua ya que ello provoca que se salinice el suelo así como una alta sedimentación, la cual ocurre por la rectificación de los ríos.

Erosión

No hay datos sobre la erosión de la costa de Oaxaca. Sin embargo el represamiento y las obras sobre ríos descritas en el párrafo anterior han alterado el intercambio y acarreo de sedimentos y por lo tanto tendrán impacto en las playas y dunas (figura 10). Es uno de los estados con mayor erosión en su territorio tierra adentro, lo cual también tiene efecto en los ecosistemas de la zona costera. Goman et al. (2005) demostraron que la erosión de las montañas de los valles altos de Oaxaca indujo cambios geomorfológicos en las planicies costeras de los ríos. La estratigrafía en la Laguna Pastoría mostró el

impacto de los huracanes durante el Holoceno, encontrando tres épocas claras de periodos de tormentas que muestran cambios ambientales profundos en la zona costera y que se correlacionan con el incremento de sedimentos provenientes de la erosión de las tierras altas. Muy probablemente este mismo fenómeno esté ocurriendo actualmente debido a la fuerte erosión de las tierras de la montaña. Todas las playas así como las zonas de dunas como las de Brasil y de Concepción Bamba dependen de estas fuentes de sedimentos (figura 12).

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 13a 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 Oaxaca los más frecuentes son las lluvias (55 registros en el periodo), las inundaciones (se registraron 48), los huracanes (20 registros) los incendios (18) y los vendavales (14) (figura 13a). El estado tiene una disponibilidad de agua de media a alta, por lo que el grado de presión es escaso



▲ **figura 11.**
La erosión de los propios acantilados (Bocana Copalita) por el oleaje de huracanes y tormentas, está afectando las instalaciones turísticas, pero también uno de los ambientes donde aún se conservan las especies propias de las selvas costeras.
(Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

(4%). 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 13b), sobre todo el intercambio hidrológico y de sedimentos con el mar. (http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html)

► Recomendaciones y planes de manejo

La costa de Oaxaca es muy heterogénea. Comprende una zona donde se alternan caletas o bahías entre entrantes rocosas y acantilados, zonas de playas largas y rectas, lagunas costeras y humedales salobres y de agua dulce y arrecifes. Ya cuenta con desarrollos turísticos. La construcción de la autopista que conectará la Ciudad de Oaxaca con la zona costera abrirá nuevas zonas al desarrollo y también provocará el aumento de impacto en la zona por construcciones y turismo de sol y playa, tal como ya está ocurriendo en la Playa Palmarito, cerca de Puerto Escondido, donde gran parte del sistema de dunas ya está lotificado y está bastante avanzada la construcción de edificios para casas habitación de lujo directamente sobre las dunas. Estas construcciones modificarán el oleaje reduciendo el potencial que las playas actualmente tienen para surfear. Además es uno de los estados con mayor superficie de dunas conservadas. Ello requiere de un ordenamiento de la zona costera, de una planeación bajo una visión de manejo integral de la costa y planes de manejo específicos para las distintas regiones tomando en cuenta sus particularidades (Moreno-Casasola et al., 2006). 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.

Las dunas costeras que se encuentran en un estado de conservación en la categoría de malo deben ser analizadas, para impulsar un uso más sustentable, en el cual se garantice el funcionamiento del ecosistema (intercambio y almacén de sedimentos) para que se recuperen los servicios ambientales que ofrecen las dunas a la sociedad. 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. Se debe restaurar el primer cordón de dunas frontales y en las zonas de uso agropecuario impulsar cercas vivas, árboles en pie y manchones de vegetación nativa.

Se sugiere crear un área natural protegida en alguna de las zonas de dunas conservadas e impulsar proyectos de ecoturismo de baja intensidad en estas zonas, para apoyar la economía de las poblaciones locales.

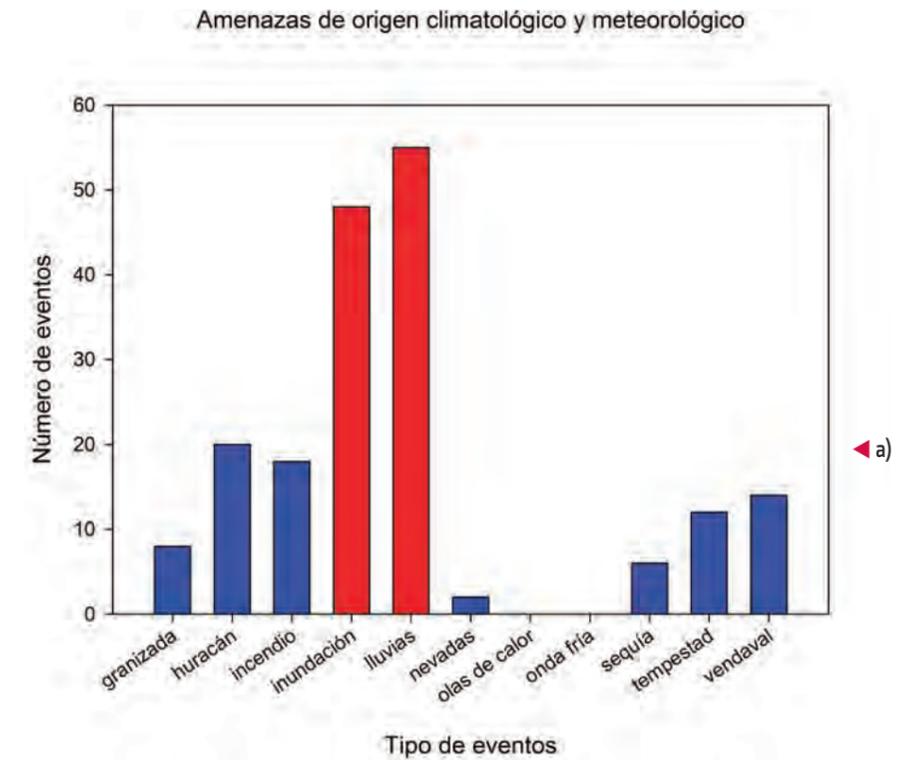


▲ figura 12.

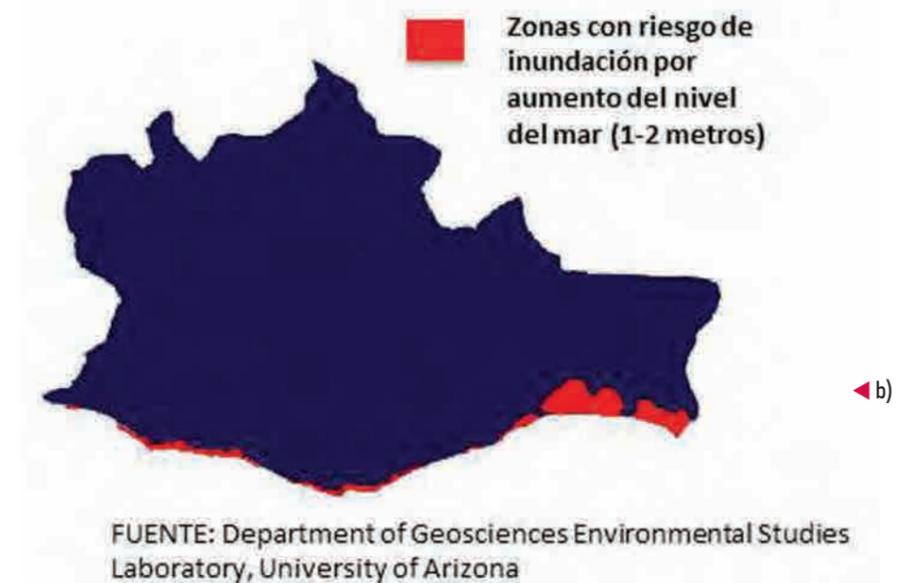
Las tormentas y huracanes producen movimiento de arena. Las marejadas acarrean la arena al fondo del mar, pero también la mueven entre playas como puede verse por este árbol enterrado (Barra de la Cruz). En las dunas el viento mueve la arena y entierra la vegetación, y una de las zonas más móviles son las dunas de Brasil. Solo las especies colonizadoras toleran y sobreviven a este enterramiento. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

Las playas y dunas de las caletas se encuentran en buen estado, aunque en porcentaje ocupen una superficie menor. Constituyen un potencial turístico muy importante y debido a su escaso desarrollo actual, permiten que se lleve a cabo un proyecto cuidadoso, de carácter sustentable, que garantice la conservación de la zona costera.

El desarrollo costero debe obedecer a lineamientos claros que garanticen la seguridad de los pobladores en los desarrollos turísticos que se establezcan en la costa a través de la preservación de los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas costeros (playas y dunas, humedales y arrecifes), además de medidas de seguridad. Por ello se sugiere que las construcciones (casas, desarrollos turísticos, 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.



◀ a)



◀ b)

▲ figura 13.

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



Referencias bibliográficas

- Castillo Campos, G., Moreno-Casasola, P., Medina-Abreu, M.E. Zamora, P. 1997. Flora de las Bahías de Huatulco, México. *Ciencia y Mar*. Universidad del Mar 1 (3): 3-44.
- CONABIO (Comisión nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad) 2013. Avesmx. http://avesmx.conabio.gob.mx/lista_region?tipo=aica Fecha de consulta 13 08 2013.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) 2003. Programa de Manejo Parque Nacional Huatulco. CONANP, SEMARNAT, México D. F. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/huatulco.pdf
- Espejel, E., Peña-Garcillán, P. y Jiménez-Orocio, O. 2013. Flora de playas y dunas de México. Informe Técnico Final Conabio HJ007.
- Farías, V., Fuller, T.K., Cervantes, F.A. y Lorenzo, C. 2006. Home range and social behavior of the endangered Tehuantepec Jackrabbit (*Lepus flavigularis*) in Oaxaca, Mexico. *Journal of Mammalogy* 87: 748-756.
- Gallegos García A. y Barberán Falcón, J. 1998. Surgencia eólica. En: Tapia-García, M. (ed.) El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos, Universidad Nacional Autónoma Metropolitana- Iztapalapa: 27-34.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. (Para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana) 4a. ed. Offset Larios, México.
- Goman, T.M., Joyce, A., Mueller, R. 2005. Stratigraphic evidence for anthropogenically induced coastal environmental change from Oaxaca, Mexico. *Quaternary Research* 63: 250-260.
- Moreno-Casasola, P., Castillo-Campos, G., Williams-Linera, G. y Zamora P. 1993. Flora y vegetación. Ordenamiento ecológico, turístico y urbano de Bahías de Huatulco, Oaxaca. Instituto de Ecología- FONATUR.
- Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Castillo, S., Castillo-Campos, G., Durán, R., Pérez-Navarro, J.J., León de la Luz, J.L., Olmsted, I., Trejo-Torres, J. 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México. En: Halffter, G. (ed.). *Biodiversidad en Iberoamérica*. Vol. II. CYTED- Instituto de Ecología A.C. 177-258.
- Moreno-Casasola, P., Peresbarbosa, E. y Travieso-Bello, A.C. (eds). 2006. Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal. Instituto de Ecología A.C.- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT- Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Ver., México. Volumen I, II y III. (<http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/documentos/publicacionestxt.htm#Libros>)
- Ortiz Pérez, M.A. y De la Lanza Espino, G. 2006. Diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional. Serie Textos Universitarios, núm. 3, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- RAMSAR-CONANP 2013. Humedales de México. <http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php> Fecha de consulta 15 08 2013.
- Seingier G., Espejel, I. y Fermán-Almada, J.L. 2009. Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental* 1(1): 54-69.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) 2013. Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. Autores: Pedroza, D., Cid, A., García, O., Silva-Casarín, R., Villatoro, M., Delgadillo, M.A., Mendoza, E., Espejel, I., Moreno-Casasola, P., Martínez, M.L. e Infante Mata, D. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?id=20140425060525>
- SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación). 2013.
- Trejo, I. 2004. Clima. En: García-Mendoza, A.J., Ordóñez, M.J., y Briones-Salas M.A. (eds.) *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund: 67-85.
- Zizumbo, D., y Colunga, P. 1982. Aspectos etnobotánicos entre los huaves de San Mateo del Mar, Oaxaca, México. *Biotica* 7: 223-271.

Agradecimiento

Por su ayuda en la identificación de especies a José Rubén García Alfaro.