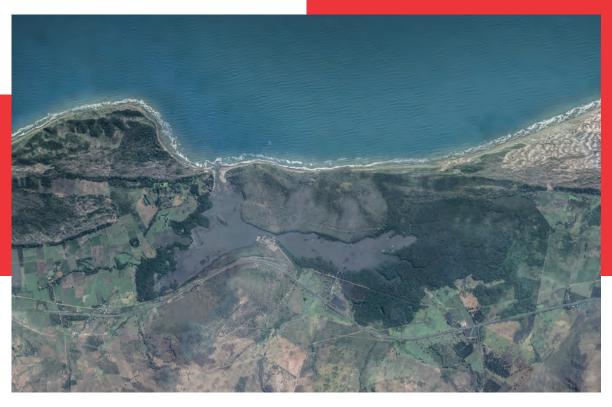
LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO ACTOPAN

Ma. Luisa Martínez
Debora Lithgow
Patricia Moreno-Casasola
Rubí E. Martínez Martínez
Rodolfo Silva Casarín
Gabriela Vázquez
Jorge López-Portillo
Edgar Mendoza Baldwin
Roberto Monroy Ibarra
Arturo Ramírez Hernández
Mariana Boy Tamborrell
Jorge Iván Cáceres Puig



LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO **ACTOPAN**

Primera Edición 2019

D.R. © 2019 Instituto de Ecología, A.C. Carretera antigua a Coatepec no. 351, El Haya, Xalapa, Veracruz 91070, México http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/

ISBN: 978-607-7579-87-8

abril, 2019

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO ACTOPAN

ISBN: 978-607-7579-87-8

Ma. Luisa Martínez
Debora Lithgow
Patricia Moreno-Casasola
Rubí E. Martínez Martínez
Rodolfo Silva Casarín
Gabriela Vázquez
Jorge López-Portillo
Edgar Mendoza Baldwin
Roberto Monroy Ibarra
Arturo Ramírez Hernández
Mariana Boy Tamborrell
Jorge Iván Cáceres Puig

Publicación en línea: http://www.inecol.mx/inecol/libros

Forma sugerida para citar este libro:
Martínez, M.L., Lithgow, D., Moreno-Casasola, P.,
Martínez-Martínez, R.E., Silva, R., Vázquez, G., LópezPortillo, J., Mendoza, E., Monroy-Ibarra, R., RamírezHernández, A., Boy-Tamborell, M., Cáceres-Puig, J.I.
2019. *La zona costera del municipio Actopan.*INECOL. 81pp.

El cuidado editorial de la obra *La zona costera del municipio Actopan* estuvo a cargo de la Unidad de Promoción y Comunicación del Instituto de Ingeniería, de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM), Ciudad Universitaria, C.P. 04510, México, Ciudad de México.

Unidad de Promoción y Comunicación del IIUNAM. Israel Chávez Reséndiz

Diseño:

Natalia Cristel Gómez Cabral Oscar Daniel López Marín

Fotografía de portada: Imagen Satelital Quickbird. Veracruz, México. Digital Globe, Gtt ImagIng, S.A. de C.V. Formato: TIFF. Longmont, Colorado: Digital Globe, 2014.

CONTENIDO

Pág. 9 CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES

Caracterización socioeconómica

Población, grado de marginación, viviendas

Poblaciones rurales y urbanas en la zona costera

Actividades productivas

Pág. 13 CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

Dinámica marina

Características de las playas

Alteraciones en las fuentes de sedimento

Aspectos relevantes en la dinámica sedimentaria

Las dunas costeras

Pág. 43 CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

Tipos de vegetación

Especies vegetales de la zona costera (playas y dunas costeras)

Distribución y extensión manglares

Caracterización de humedales

Caracterización de lagunas costeras

Pág. 59 CAPÍTULO 4. CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

Playas y dunas costeras

Manglares

Humedales

Lagunas costeras y esteros

Arrecife rocoso

Pág. 65 CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

Manejo de la zona marina, playa, manglares y humedales de agua dulce

Resumen de recomendaciones de manejo relevantes

Pág. 79 BIBLIOGRAFÍA

I Capítulo 1. ASPECTOS GENERALES

I CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

El municipio de Actopan se ubica en la región central de la costa del estado de Veracruz. Las coordenadas extremas de la zona costera estudiada son: 19°42'17.84" N, 96°24'28.54" W; 19°43'33.46" N, 96°27'14.54" W; 19°29'49.73" N; 96°19'49.65" W y 19°28'25.04" N, 96°22'16.45" W.

La franja costera de Actopan limita al norte con el municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, al sur con Úrsulo Galván, al este con el Golfo de México y al oeste continúa con el mismo municipio de Actopan.

El litoral se extiende por 27 km. Esta zona de la costa veracruzana cuenta con 57 poblaciones rurales y ninguna urbana (Figura 1).

POBLACIÓN, GRADO DE MARGINACIÓN, VIVIENDAS

El municipio de Actopan tiene 40,994 habitantes y todos viven en localidades rurales (menos de 5,000 habitantes) con una densidad poblacional de 47.7 hab/ km². El índice de desarrollo humano (IDH) es considerado como medio (0.7735). Sin embargo, de acuerdo con el CONEVAL (2010; www.coneval.gob.mx/Medicion/MP/Paginas/ Medicion-delapobreza-municipal-2010.aspx), el municipio tiene un desempeño inferior a la media nacional en los indicadores: proporción de población en situación de pobreza (46.2 nacional vs 54.1 municipal) y población vulnerable por carencias sociales (28.7 nacional vs 31.6 municipal). Es así como el 85.7% de los habitantes tiene al menos una carencia social y 31.4% tiene tres o más carencias. Destaca que el 72.5% de la población carece de acceso a la seguridad social, el 59.3% tiene ingresos inferiores a la línea de bienestar, el 20.7% tiene ingresos inferiores al bienestar mínimo, el 49% carece de acceso a servicios de salud, el 28.50% habita en viviendas con algún nivel de hacinamiento, el 2.91% carece de agua entubada y el 14.92% de la población de 15 años o más es analfabeta (www.inegi.gob.mx).





Figura 1. Delimitación del municipio y ubicación de la zona costera del municipio de Actopan.

POBACIONES RURALES Y URBANAS EN LA ZONA COSTERA

De acuerdo con la actualización del Censo poblacional hecho por el INEGI en el 2013, en la franja costera de 5 km solo se encuentran las siguientes localidades rurales: Alejandro Domínguez León, Alsan, Apachites (La Bomba), Betania, Cansa Burros, Caño Gallego, Cara Fálida, Carlos Domínguez López, Casa Blanca, Casa de Retiro, Casa de Tanos, Cerro de los Metates,

Cooperativa la Mancha, Crucero de la Mancha, Delfina Jácome, Demostrativa del Farallón [Granja], Desviación Farallón Tinajitas, Dos Higueras, El Cuate, El Embarcadero, El Farallón, El Mechón, El Paraíso, El Roble, El Rodeo, El Salado, El Segundo Impulso, El Tajo, El Viejón Nuevo, El Viejón Viejo, El Vivero, El Zapotal, Guillermo Buitrón, Ignacio Rodríguez,

Instituto de Ecología, La Barranquilla, La Cabaña, La Casa de los Compadres, La Cima, La Cuactuza, La Herradura, La Loma, La Mancha [Restaurante], La Mancha el Paraíso, La Montaña, La Ponderosa, La Poza, La Poza (San Antonio), Las Bugambilias (Los Jaibos), Las Colonias, Las Goteras, Las Rocas, Las Vacas Gordas, Llano de Villa, Rica, Los Médanos, Los Nacaxtles, Los Pionchis (El Profe), Los Tamarindos, Manolo Isa Muñíz, Mate Caña, Melitón Domínguez Portugal López, Miguel Domínguez, Miramar, Palo Verde, Paso del Cedro, Paso la Linda, Playa Azul, Puente Rebelde, Palma Sola, Quinta el Brisote, Rafael Guiot, Ramón López, Rancho Alegre, Rancho la Gasolinera, Rancho sin Fortuna, Rodolfo Rejón Jiménez, San Antonio, San Carlos, San Gabriel, San Juan, San Rafael, Santa Mónica, Villa Rica de la Veracruz y Villa Rivera.



Estación Biológica de La Mancha (Instituto de Ecología, A.C). Fotografía: Gerardo Sánchez-Vigil

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Los datos más recientes sobre la producción agrícola y pecuaria del municipio de Actopan son del año 2013 por lo que los datos presentados en esta sección corresponden a ese año (www3.inegi.org.mx/sistemas/Movil/MexicoCifras/mexicoCifras.aspx?em=30004&i=e).

En el año 2013 se dedicaron 19,767.75 ha a la agricultura (SIAP 2013; www.siap.gob. mx/cierre-de-la-produccion-agricola-porestado/). De esta superficie, 59% (11,693 ha) es agricultura de riego y 41% (8,074 ha) agricultura de temporal. En 2013 se cosechó el 98% (19,567.75 ha) de la superficie sembrada con un valor de mercado estimado en \$764,639,000. Uno de los principales cultivos del municipio y en especial de la zona costera es la caña de azúcar. A nivel municipal se tienen destinados 6,941.75 ha

para dicho cultivo y esta producción tiene un valor en el mercado de \$382,269,000. Otros productos sembrados en Actopan son: maíz (3,732 ha), jitomate (411 ha), frijol (247 ha) y chile verde (121 ha).

Los principales productos ganaderos generados a nivel municipal son la carne en canal de: bovino (3,565 ton), porcino (112 ton), gallináceas (68 ton), ovino (30 ton), guajolotes (3 ton), caprino (2 ton). Además, tienen un producción importante de leche de bovino (3,850,000 l), de huevo para plato (94 ton) y de miel (10 ton).

El municipio posee 57 cuartos registrados para hospedaje temporal en 5 hoteles aunque no se tiene registro del número de visitantes por año (www.inegi.gob.mx).



Caña de azúcar. Fotografía: Cmales, CC BY-SA 3.0.

I Capítulo 2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

I DINÁMICA MARINA

La costa del Municipio de Actopan se puede dividir en nueve celdas litorales que tienen una longitud de 24.6 km y se muestran en la Figura 2.

A partir del re-análisis de la base de datos de viento y oleaje (1948-2010) realizado por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (Silva et al., 2008; Ruiz et al., 2009), en la Figura 3 se presenta, por columnas de izquierda a derecha las rosas de: velocidades de viento de todo el registro (V), alturas de ola considerando todo el registro (H), alturas de ola que superaron el umbral de los 5 m (H extremal) y periodos de oleaje de todo el registro (T).

También en la Figura 3, por filas, se presentan las rosas correspondientes al análisis: anual y estacional (meses correspondientes): invierno (1-3), primavera (4-6), verano (7-9) y otoño (10-12). Cabe señalar que la base de datos utilizada contiene información de clima marítimo espaciada una hora desde el primero de enero de 1949 al 31 de diciembre de 2010.

En orden de importancia, a lo largo del año los vientos más persistentes provienen de los sectores: noreste, nor noreste, este noreste y norte. En menor medida, los vientos provienen de los sectores este, este sureste y sur sureste. Durante los meses correspondientes al otoño e invierno se presentan los vientos más intensos provenientes de los sectores norte y nor noreste. En los meses correspondientes a la primavera es cuando se presentan los episodios menos intensos de todo el año.

Del registro analizado, anualmente los oleajes más persistentes arriban con componente noreste. Sin embargo, los oleajes más intensos arriban con componte del norte, particularmente durante los meses del otoño e invierno (asociados a vientos del norte) y excepcionalmente durante los meses de verano (asociados a huracanes).



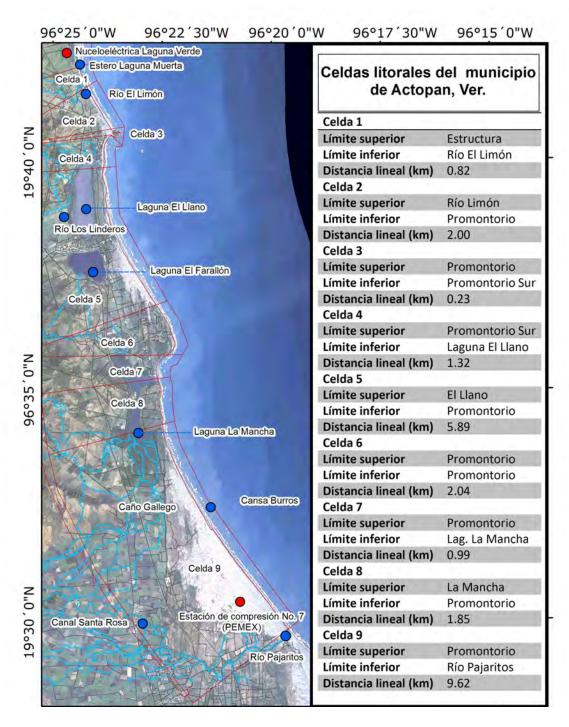


Figura 2. Celdas litorales del municipio de Actopan.La línea roja indica el tramo de costa analizado.

Durante el año, el periodo de oleaje reinante es de alrededor de los 8 segundos, con excepción del verano cuando es del orden de los 7 segundos. Los meses correspondientes a la primavera están caracterizados por calmas.

De acuerdo a los datos publicados por la Secretaría de Marina los dos mareógrafos más próximos a Actopan están localizados en Tuxpan (97°20'48" W, 20°57'12" N) y Veracruz (96°07'51" W, 19°12'03" N) a 200 y 34 km de distancia aproximadamente. Aplicando una interpolación lineal, los valores de los planos de marea para Actopan se presentan en el Cuadro 1.

En la Figura 3 se muestran las rosas de viento y oleaje en periodos anuales y estacionales. Las columnas representan las velocidades de viento de todo el registro (V), alturas de ola considerando todo el registro (H), alturas de ola que superaron el umbral de los 5 m (H extremal) y periodos de oleaje de todo el registro (T). Las filas de arriba a abajo muestran las rosas correspondientes al análisis: anual, invierno, primavera, verano y otoño, Así, los meses (1-3) corresponden al invierno, (4-6) primavera, (7-9) verano y (10-12) otoño.

Para la determinación de los niveles de sobreelevación por viento, se utilizó la base de datos del Atlas de Clima Marítimo de la Vertiente Atlántica Mexicana (Silva et al., 2008). Las sobreelevaciones por viento se calcularon de acuerdo con Bautista et al. (2003), Posada et al. (2011) y Trifonova et al. (2014), por gradiente de presión atmosférica se utilizó la metodología de Silva et al. (2002) y Ruiz et al. (2009), alcance máximo por el ascenso de las olas (runup) empleando las relaciones propuestas por Stockdon et al. (2006).

Para la estimación de los niveles de inundación asociados a diferentes periodos de retorno se emplearon las metodologías descritas en Silva (2005) y Villatoro *et al.* (2014). Los resultados se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Planos de mareas referidos al Nivel de Bajamar Media Inferior.

Pleamar Máxima Registrada	1.05 m
Nivel de Pleamar Media Superior	0.47 m
Nivel de Pleamar Media	0.44 m
Nivel Medio del Mar	0.29 m
Nivel de Bajamar Media	0.13 m
Nivel de Bajamar Media Inferior	0.00 m
Bajamar Mínima Registrada	-0.47 m



Olas en Veracruz. Fotografía: "Sunrise" Jose Calleja, CC BY-NC 2.0

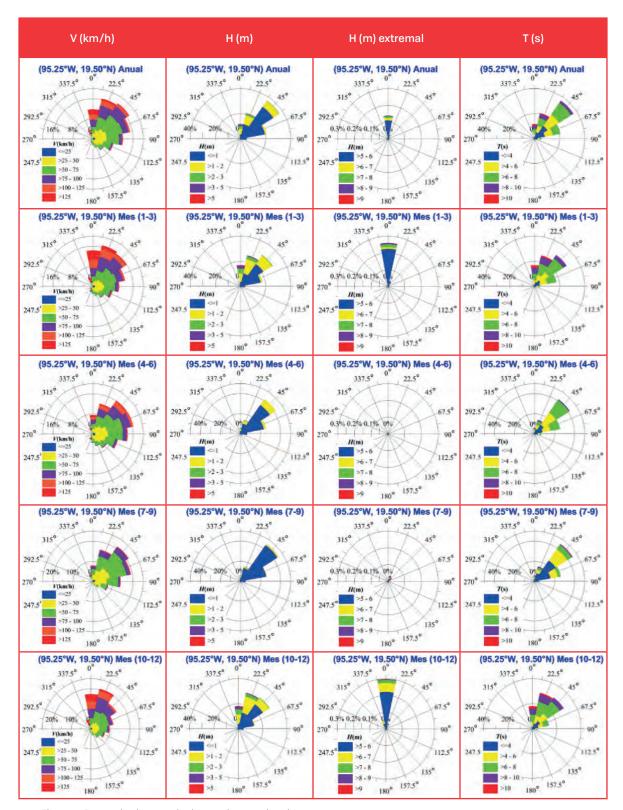


Figura 3. Rosas de viento y oleaje anual y estacional.

Cuadro 2. Sobrelevación del nivel del mar por la acción del viento, gradiente de presiones atmosféricas y oleaje (m).

Periodo de retorno en años	Sobrelevación por viento	Sobrelevación por presiones atmosféricas	Alcance máximo del oleaje
2	0.03	0.00	1.29
5	O.11	0.16	1.45
10	0.18	0.26	1.54
15	0.23	0.30	1.59
20	0.26	0.32	1.62
25	0.29	0.34	1.65
30	0.31	0.36	1.67
40	0.35	0.37	1.70
50	0.38	0.39	1.72
100	0.47	0.42	1.79

I CARACTERÍSTICAS DE LAS PLAYAS

El municipio de Actopan tiene una elevación promedio de 58.64 msnm y las mayores elevaciones se encuentran en la zona norte alcanzando los 643.80 msnm, correspondiente al perfil 7 (Figura 4a - 4e). Los perfiles que se muestran en dichas figuras se extienden a lo largo de siete kilómetros tierra adentro y muestran una topografía muy heterogénea que da lugar a hábitats muy distintos para flora y fauna. Ello también muestra de manera indirecta la enorme cantidad de arena que se ha acumulado en la zona para formar dunas (Figura 5).

Actopan está conformado por nueve celdas litorales (Figura 2). La primera celda, limita al norte con la estructura del canal de descarga de la nucleoeléctrica Laguna Verde sobre el cuerpo de agua conocido como Agua Salada y al sur con la desembocadura del arroyo El Limón, con una longitud lineal de su litoral de 0.82 km.

El transporte de sedimentos reinante y dominante se da de manera artificial (trasvase o bypass de arena) de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha conservado. Los sedimentos se incrementan por los dragados de la propia planta, que depositan los sedimentos en esta celda. Este segmento de playa tiene forma de bahía abierta con una orientación noroeste-sureste. La segunda celda (Figura 2), en la zona norte limita por el arroyo El Limón (río intermitente), mientras que al sur con el extremo norte del promontorio rocoso Punta Villa Rica (unido a través de un tómbolo a tierra), con una longitud lineal de 2.00 km. Este tómbolo no aparece en los mapas de principios del siglo XX, por lo tanto su formación es más reciente. En las estaciones de lluvias. la carga sedimentaria del arroyo El Limón está constituida por sedimentos muy finos (limos y arcillas), por lo que su efecto como fuente sedimentaria es propiamente nulo. El balance de sedimentos se da de norte a sur y la fuente de sedimentos proviene de la celda ubicada al norte.

Durante la época de estiaje, ante la ausencia de corrientes en la dirección tierra-mar, la bocana del arroyo El Limón se cierra paulatinamente al formarse una barra arenosa. Esta barra crece en la dirección de las corrientes inducidas por el oleaje (normalmente de norte a sur) con una rapidez que es función de la intensidad de las corrientes longitudinales a la playa. En épocas de lluvias el proceso naturalmente se revierte, la barra se abre cuando se presenta un nivel más alto en el cauce del arroyo (en relación al nivel del mar) y por efectos de filtración del agua a través de los sedimentos se produce una licuefacción de la mezcla agua-sedimento, lo cual induce un transporte muy rápido de dicho material en forma suspendida.

La tercera celda (Figura 2) tiene como límites tanto el islote como el tómbolo arenoso con una longitud lineal de 0.23 km. Esta celda tiene la particularidad que el transporte de sedimentos está dominado por el viento (mismo que alimenta el sistema dunar transgresivo) y es a través de esta celda que se da una alimentación sedimentaria desde las playas ubicadas desde el norte hacía el sur de Punta Villa Rica. Esta alimentación mantiene la playa turística del poblado de Villa Rica.

La cuarta celda (Figura 2), tiene como límite norte el sur del tómbolo playero en el cual se desarrolla el sistema dunar en Villa Rica, mientras que hacia el sur colinda con la boca de la laguna El Llano y tiene una longitud lineal de 1.32 km. Es una playa curveada con sedimento fino que proviene desde el norte de Villa Rica a través de un tómbolo. Una vez que el sedimento que llega a la playa, preferentemente por vía eólica, es transportado hacia el sur hasta

la desembocadura de la laguna El Llano. Esta desembocadura presenta una barra arenosa intermitente. Esta barra crece en la dirección de las corrientes litorales, normalmente de norte a sur. El canal de la boca de la laguna El Llano cambió de forma durante el huracán Gilberto en 1988, uno de los más destructivos en el Golfo de México. Así mismo, desapareció la duna que protegía la boca. A partir de entonces la apertura natural de laguna no se lleva a cabo cada año.

La quinta celda (Figura 2), colinda al norte con la boca de la laguna El Llano, mientras que al sur con un promontorio rocoso que se encuentra al sur de las dunas del Farallón, donde inicia el Cerro de los Icacos que forman las dunas fósiles del Morro de La Mancha. Cuenta con una longitud lineal de línea de costa de 5.89 km. Los primeros tres kilómetros se distinguen por tener una barra con orientación norte sur que separa a la playa y la laguna. Después de este segmento la playa cambia su orientación a noroeste-sureste y el efecto del viento alimenta las dunas transgresivas de El Farallón. En las estaciones de lluvias, la carga sedimentaria de la laguna El Llano solo lleva sedimentos muy finos (limos y arcillas), por lo que su efecto como fuente sedimentaria es nulo. El balance de sedimentos se da de norte a sur y la fuente de sedimentos proviene de la celda ubicada al norte. Al igual que en el arroyo El Limón, durante la época de estiaje y ante la ausencia de corrientes en la dirección tierra-mar, la boca de la laguna El Llano se cierra con la formación de una barra arenosa. Esta barra crece en la dirección de las corrientes inducidas por el oleaje, normalmente de norte a sur.

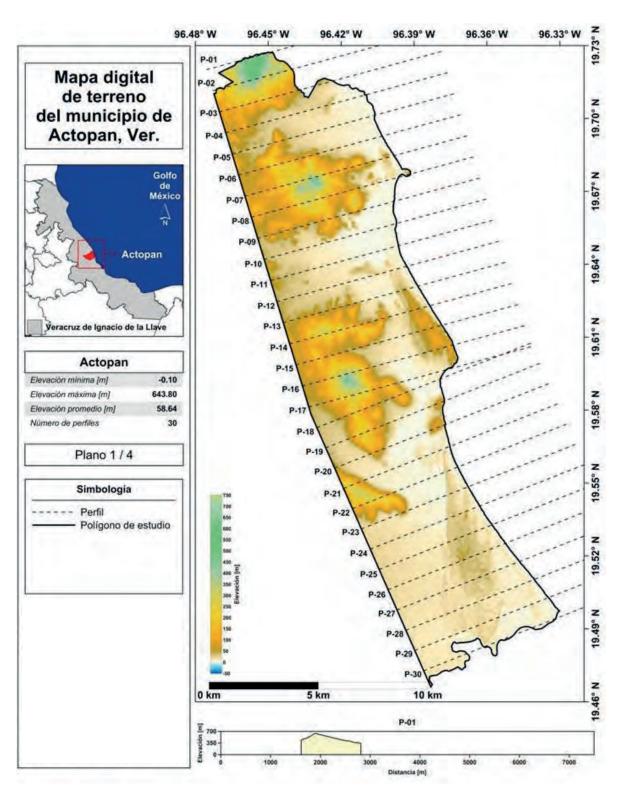


Figura 4a. Mapa digital del terreno y perfiles del terreno (1 a 30) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra.

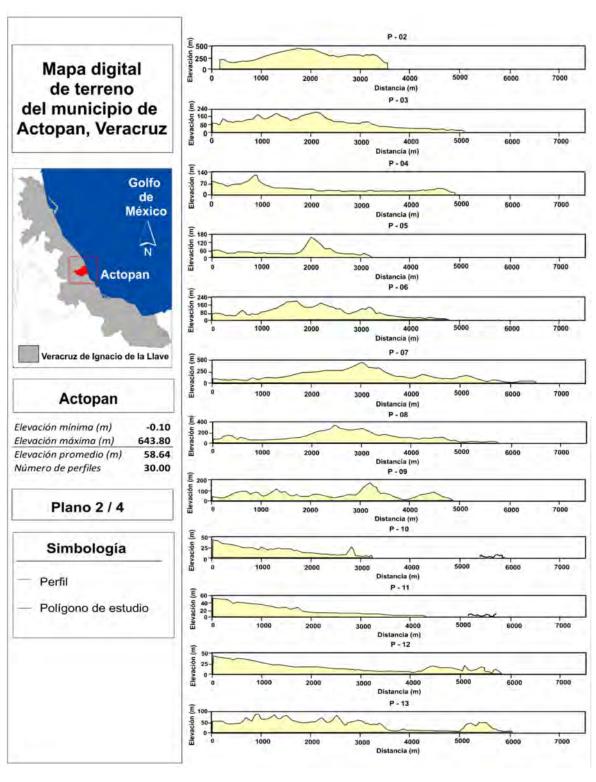


Figura 4b. Perfiles del terreno (2 a 13) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra.

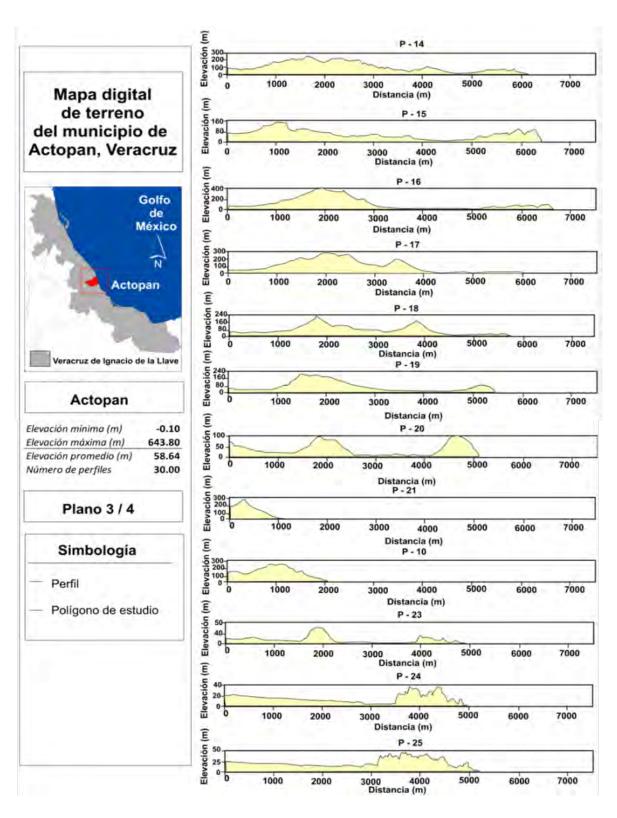


Figura 4c. Perfiles del terreno (14 a 25) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra.

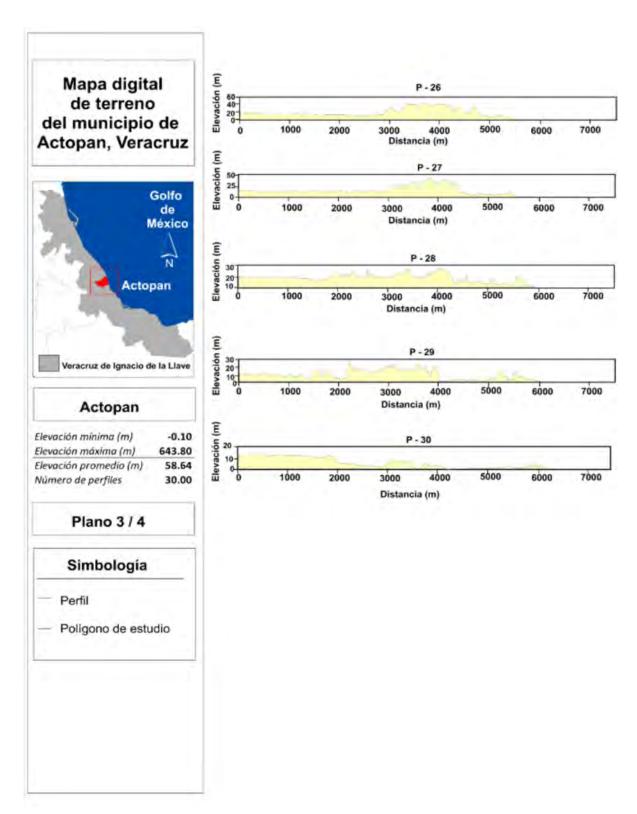


Figura 4d. Perfiles del terreno (26 a 30) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra.

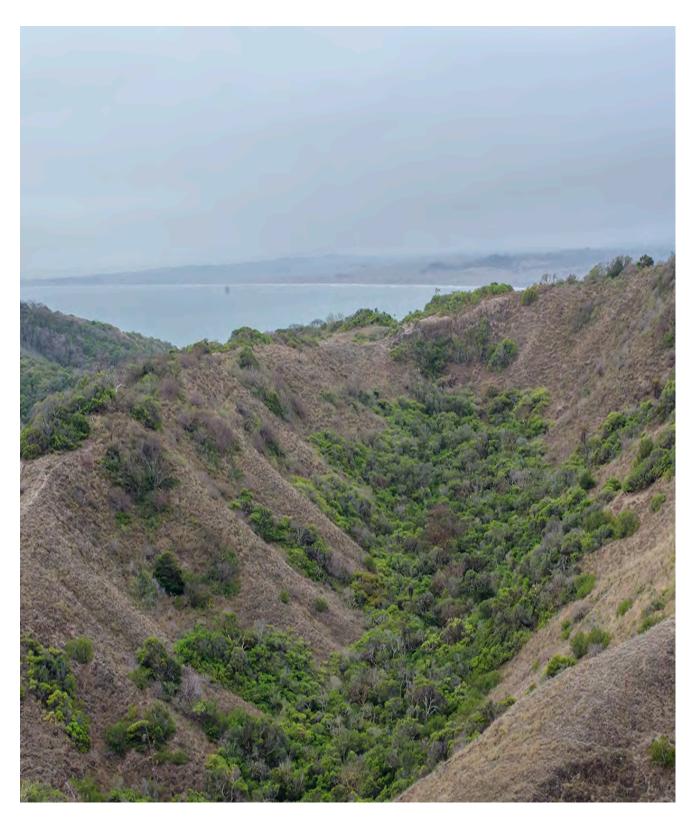


Figura 4e. Ejemplo del relieve costero en el municipio de Actopan.

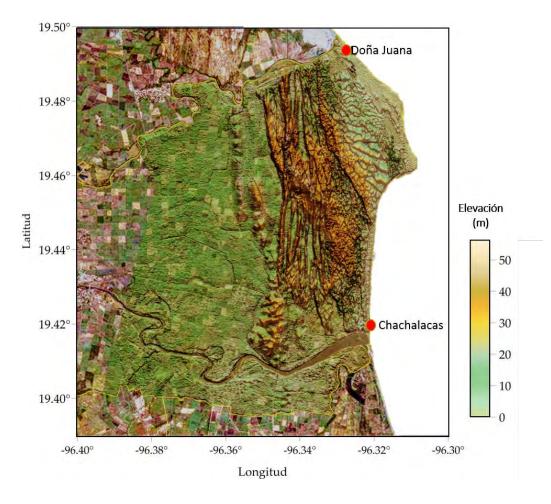


Figura 5. Relieve del terreno en el municipio de Actopan. Se muestran las mayores elevaciones en color marrón y las zonas más bajas en beige.

En épocas de lluvias, el movimiento de la barra naturalmente cambia. La barra se abre cuando el nivel del agua de la laguna es más alto que el nivel del mar, y por efectos de filtración del agua a través de los sedimentos se produce una licuefacción de la mezcla agua-sedimento. Dicho proceso de licuefacción induce un transporte muy rápido del material en forma suspendida. A lo largo de la playa se presenta una evolución de forma pulsante, la playa seca

reduce su área con oleajes muy intensos y se reconstituye con condiciones de oleaje débiles. Si las calmas persisten, el sedimento más fino que se queda en la franja más elevada de la zona lavado en condiciones de marea alta se seca y el viento lo transporta preferentemente hacia el sur. Este sedimento viaja longitudinalmente a lo largo de la playa y al cambio de su orientación la arena forma y alimenta el sistema dunar El Farallón.

La sexta celda (Figura 2) bordea el promontorio rocoso conocido como Morro de La Mancha, ubicado al norte de la playa Paraíso de La Mancha con una longitud lineal de 2.04 km. Este promontorio rocoso está caracterizado por la ausencia de playas y la presencia de acantilados. En su parte continental se presenta un transporte de sedimentos eólico que alimenta tanto al sistema dunar El Farallón como a las playas de la Mancha.

La séptima celda (Figura 2) limita al norte con el Morro de La Mancha y al sur con la boca de la laguna de La Mancha y tiene una longitud lineal de costa de 0.99 km. La orientación de la costa es norestesuroeste. Su litoral está compuesto por una playa de arena fina que es alimentada principalmente por arena que es transportada por el viento desde la playa El Farallón. El escaso volumen de que logra llegar a esta playa es de particular importancia

ya que este material es el responsable de alimentar todo el sistema.

La octava celda (Figura 2) limita al norte con la boca intermitente de la laguna de La Mancha, mientras que al sur donde terminan los dos promontorios rocosos (La Mancha y Piedras Negras) que hacen frontera con laguna y tiene una longitud de costa de 1.85 km. La orientación de la playa es norte-sur con escaso material sedimentario en su playa. A medida que la vegetación costera ha ido madurando la capacidad de trasvase inducido por el viento es cada vez más limitada. Al igual que en el arroyo El Limón y la laguna El Llano, durante la época de estiaje y ante la ausencia de corrientes en la dirección tierra-mar, la boca de la laguna La Mancha se cierra conformando una barra arenosa.

La barra crece en la dirección de las corrientes inducidas por el oleaje, normalmente de norte a sur.



Boca de la laguna de La Mancha. Fotografía: Gerardo Sánchez Vigil

La novena celda (Figura 2) limita al norte con el promontorio rocoso localizado al sur de la laguna de La Mancha y al sur con la desembocadura del arroyo Agua Fría. Tiene una longitud de 9.62 km. La forma de la playa es de una bahía muy abierta, casi en forma de bumerán, con una orientación noreste-suroeste.

En la costa de este municipio se encuentran sistemas dunares que son alimentados por sedimentos, transportados principalmente por el viento, provenientes de las playas ubicadas al norte de dichos sistemas. En total la línea de costa cubre una distancia de 24.76 km.

Para caracterizar las arenas de las playas de Actopan se tomaron muestras de sedimentos a lo largo de los perfiles de la playa (Figura 6) de acuerdo al esquema mostrado en la Figura 7. El análisis mecánico de los sedimentos se realizó

de acuerdo a la metodología utilizada por Alcerreca *et al.* (2013).

La zona de sotavento corresponde a la parte posterior de la duna, y se encuentra protegida del embate directo de los vientos que chocan contra la duna. La cima es la porción superior de la duna.

El barlovento es la parte frontal de la duna y recibe el impacto directo del viento. La playa seca es la porción del perfil de playa que en condiciones de calma permanece sin la influencia de los agentes marinos.

La zona de lavado es la porción del perfil de playa en la que ocurre el ascenso y descenso de los movimientos oscilatorios del oleaje.

El surco se encuentra en la sección sumergida del perfil junto antes de presentarse la barra del perfil, la cual ofrece las condiciones de someramiento para la rotura y disipación de la energía del oleaje.



Sistemas de dunas formados por sedimento transportado del Norte. Fotografía: Roberto Monroy



Figura 6. Localización de los sitios de muestreo de arenas. En el caso de Actopan se muestreó en la playa frente a la laguna El Farallón y dentro de la estación biológica CICOLMA cerca de la laguna La Mancha.

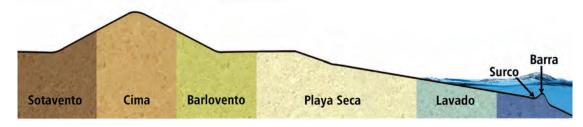


Figura 7. Zonas del perfil de playa consideradas en el muestreo de sedimentos.

En lo que respecta a la caracterización de los parámetros geométricos medios de los sedimentos de las playas cercanas a la laguna El Farallón y a la laguna La Mancha se presentan en el Cuadro 3. De acuerdo a estos resultados se puede concluir lo siguiente:

- La playa de El Farallón presenta arenas finas a lo largo de todo el perfil con valores de redondez, esfericidad y factor de forma altos, lo cual revela que las partículas se encuentran bien redondeadas y esféricas. Las características geométricas del sedimento indican que el oleaje reinante en la zona no es muy energético y que la procedencia de las arenas no es producida localmente. Como en cualquier tipo de playa disipativa (con taludes suaves), los sedimentos más finos se acumulan en la playa seca y a sotavento de las dunas.

- La playa de La Mancha tiene arenas finas a lo largo de todo el perfil con valores de redondez, esfericidad y factor de forma altos, lo cual revela que las partículas se encuentran bien redondeadas y esféricas. - De manera similar a El Farallón, las características geométricas del sedimento indican que el oleaje dominante en la zona es de baja energía y que la fuente de las arenas no es local. En cuanto a los escurrimientos, el princi-

En cuanto a los escurrimientos, el principal es el río Actopan pero la zona costera de Actopan tienen influencia de ocho ríos perennes: El Limón, Topiltepec, Naolinco, Actopan, San Vicente, Paso del Cedro, La Bandera y Juan López, así como de cinto intermitentes: Sedeño, El Marín, Manuel Díaz, Capitán, Chapopote y Otates (Figura 8).

En este municipio hay tres lagunas costeras (de norte a sur): El Llano, El Farallón y La Mancha (Figura 8), así como un lago interdunario (Figura 9). Tanto las lagunas del El Llano como de La Mancha se comunican intermitentemente con el mar durante el periodo de lluvias y se aíslan del mar en la época de estiaje.

La Laguna El Farallón, de origen tectónico, tiene la característica de ser endorreica. Para mayor información, consulte a Priego-Santander *et al.* (2003) quienes analizaron el paisaje costero de la zona y describieron las geoformas correspondientes.

Cuadro 3. Parámetros geométricos medios de las arenas en las playas de Doña Juana y Chachalacas.

Zona	Diámetro D ₅₀ (mm) Red		Redon	Redondez (Symm) Esferio		sfericidad (SPHT)		Factor de forma	
	Doña Juana	Chachalacas	Doña Juana	Chachalacas	Doña Juana	Chachalacas	Doña Juana	Chachalacas	
Barra	0.923	0.340	0.890	0.881	0.856	0.840	0.7110	0.7080	
Surco	1.925	0.384	0.897	0.879	0.860	0.834	0.6920	0.7030	
Lavado	1.040	0.641	0.892	0.885	0.850	0.842	0.6930	0.7050	
Playa Seca	0.613	0.234	0.891	0.866	0.854	0.815	0.7100	0.7070	
Barlovento	0.562	-	0.888	-	0.850	-	0.7030	-	
Cima	0.317	-	0.885	-	0.845	-	0.7000	-	
Sotavento	0.433	-	0.891	-	0.849	-	0.6950	-	

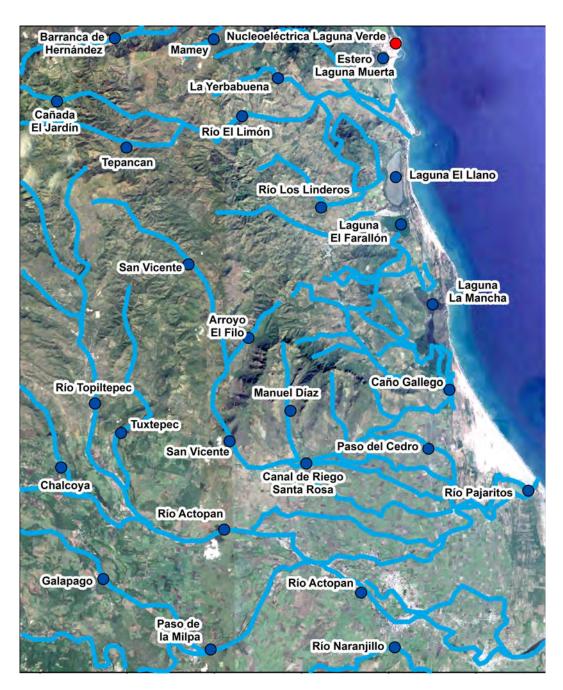


Figura 8. Ríos perennes e intermitentes del municipio de Actopan.



Figura 9. Lago interdunario restaurado con vegetación de popal en la estación La Mancha (CICOLMA). (Fuente: www.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/documentos/conocimientotxt_ProyRestauracionPopal.htm).

Dentro de la zona de estudio no se tienen estaciones hidrométricas, sin embargo en el municipio hay cuatro estaciones hidrométricas y ocho estaciones climatológicas de las cuales dos están suspendidas. El clima de esta región corresponde a un cálido tropical húmedo con una precipitación media anual de 1017.7 mm, un escurrimiento medio anual de 506 millones de m³ y una temperatura media anual de 25.8 °C.

Notas en cuanto al sedimento

- 1. Los criterios para clasificar una partícula de arena son: arena muy gruesa (1-2 mm), arena gruesa (0.5-1.0 mm), arena media (0.25-0.5 mm), arena fina (0.125-0.25 mm) y arena muy fina (0.0625-0.125 mm).
- 2. Un sedimento puede presentar diferentes formas (esférica, cilíndrica,

cúbica, etc.). El transporte de sedimentos por viento, oleaje o corrientes implica la rodadura, saltación y suspensión de las partículas.

- 3. Los criterios para clasificar una partícula de arena son: arena muy gruesa (1-2 mm), arena gruesa (0.5-1.0 mm), arena media (0.25-0.5 mm), arena fina (0.125-0.25 mm) y arena muy fina (0.0625-0.125 mm).
- 4. Cuando se trata de partículas en suspensión, la forma (superficie de las partículas) de los granos debe ser visto desde otro ángulo. Una esfera tiene el mayor volumen relativo con el área de superficie más pequeña y, por lo tanto, tiene una velocidad de sedimentación mayor que cualquier otra forma del mismo volumen y densidad.

Progresivamente, entre más diferente sea la forma a la de una esfera significa un aumento progresivo de la superficie sin cambio de volumen y, por lo tanto, también una disminución de la velocidad de sedimentación del sólido. Las partículas menos esféricas son las que tienen una mayor capacidad de estar en suspensión.

5. Un sólido puede poseer un grado máximo de redondez en sus aristas sin tener la forma de una esfera, o tener un alto grado de esfericidad y no redondez cuando las aristas son muy agudas. Es decir, la esfericidad es independiente de la redondez y mide que tan esférica o alargada es la forma de una partícula. Una partícula con mayor redondez y sin aristas está más desgastada y por tanto ha viajado distancias mayores o bien ha estado sujeta a mayor energía de transporte.

6. La redondez de las partículas sedimentarias es un atributo especial asociada al desgaste y la disolución. La redondez es reducida cuando las partículas se fracturan o fragmentan, por lo tanto un alto grado de redondez está en ocasiones relacionada con las condiciones de desgaste en relación con su tamaño, dureza, y resistencia. Sin embargo, normalmente se asocia con la distancia transportada de la partícula, ya que las esquinas se desgastan por abrasión con otras partículas.

7. El valor de esfericidad expresa la forma, mientras que el valor de redondez da una relación resumida con cierto detalle de las características de las aristas de una partícula.

8. El factor de forma es un parámetro complementario a la redondez y esfericidad. Con éste se evalúa el grado que difiere una partícula de una esfera.



Duna móvil y semi movil con vegetación como Commelina erecta. Fotografía: Debora Lithgow

I ALTERACIONES EN LAS FUENTES DE SEDIMENTO

En el municipio de Actopan existen seis presas (www.conagua.gob.mx), siendo todas ellas de derivación: La Esperanza, Santa Rosa, Hornitos, Cedro I, El Cañizal y El Cedro II (Figura 10). Las corrientes aguas abajo de todas estas presas desembocan en el río Actopan.

Dado que el río Actopan está en el límite sur y las corrientes costeras fluyen de sur a norte se puede aseverar que no existe ninguna influencia que pueda ser el origen de déficit sedimentario por esta causa, es decir que en este municipio no hay presas con influencia en la zona costera.

En esta zona no se detectó la existencia de obras civiles en la costa, con excepción del canal de descarga de la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde. Si bien esta estructura, en conjunto con las obras que conforman el canal de llamada de dichas instalaciones, interrumpen el transporte de sedimentos, artificialmente es compensado con los trabajos de *by-pass* (trasvase) de arena que regularmente realiza la CFE.

A lo largo de la costa el transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de norte hacia el sur (Figura 6). En todas las playas de este municipio con orientación norestesuroeste se presenta una alimentación de arena hacia los sistemas dunares inducido por el efecto combinado de deposición sedimentaria en la zona de lavado por el oleaje; cuando la marea baja, el sol seca los sedimentos y es entonces que inicia el transporte de las arenas por el efecto del viento. Este material sedimentario viaja

tierra adentro, una proporción importante de él queda atrapado en la vegetación y se fija por el efecto de la misma. El sedimento que no queda atrapado es capaz de viajar hacia el sur y alimenta otras playas reingresando de nuevo al sistema de transporte de sedimentos marítimo-costero. La orientación de las playas por las cuales reingresa el sedimento es de noroestesureste. El posible déficit de arena en los sistemas playa-duna de la zona se debe a los cambios de uso de suelo y al establecimiento de vegetación que muchas veces es introducida para disminuir el movimiento de la arena. Sin embargo, se puede considerar que en general el sistema está poco alterado con excepción de los casos que se describen a continuación:

- Las barras de arena que se forman en las bocas de las lagunas El Llano y La Mancha son abiertas artificialmente y el sedimento removido es dejado en los márgenes de las mismas. Lo anterior provoca algunas alteraciones en la calidad de agua de dichos sistemas lagunares y en menor medida en la dinámica sedimentaria.
- El efecto limitado de esta acción se debe a que la apertura de las bocas, en la mayoría de las ocasiones, imita al régimen natural de apertura que tenían antes de ser azolvadas.
- Otra acción positiva que ha evitado la degradación de ambas lagunas es que no se han construido estructuras rígidas como escolleras que se usan con frecuencia para mantener las bocas lagunares abiertas. Los efectos negativos en los ecosistemas lagunares, en la disminución de las pesquerías y en la interrupción de la dinámica



Figura 10. Ríos y Presas dentro del municipio de Actopan.

Nota: Ninguna de las presas derivadoras que se encuentran en el municipio quedan dentro del área de estudio (5 km).

sedimentaria son abordados en capítulos anteriores.

- Por otro lado, las mayores afectaciones de la dinámica sedimentaria en estos cuerpos lagunares fueron originadas por la instalación del ducto Cactus Reynosa (PEMEX) en 1974. Este ducto pasa por la boca de ambas lagunas y en un principio no fue enterrado sino depositado en el fondo de las lagunas. El ducto se convirtió en un obstáculo para la salida de sedimento rompiendo con la dinámica de apertura natural de ambas bocas lagunares. Dos años después, ambas lagunas fueron dragadas por PEMEX y los ductos fueron enterrados a una profundidad mayor. Sin embargo, los sedimentos dragados fueron dejados en los márgenes de ambas lagunas (Figura 11). La intemperización de dichos sedimentos originó que éstos se deslavaran y volvieran a azolvar los cuerpos lagunares.
- Rivera et al. (2014) analizaron los cambios a largo plazo en las lagunas costeras de Veracruz, entre ellas las lagunas El Llano y La Mancha, como consecuencia de los cambios de uso de suelo en las cuencas y en la zona de pastos marinos. Lo anterior ha generado la eutrofización de los cuerpos de agua con la consecuente pérdida de humedales costeros y pastos marinos.
- Ejemplo del impacto que pueden tener los procesos antes mencionados en las lagunas costeras son las lagunas de El Llano y La Mancha. El estado de degradación de la laguna El Llano es mucho mayor que el de la laguna La Mancha. Esta diferencia se debe a que la primera tiene menos escurrimientos tanto superficiales como subterráneos que la segunda y a que la boca cambió tanto de orientación como de tamaño después del impacto del huracán Gilberto en 1988. Además, el azolvamiento El



Figura 11. Imágenes satelitales de la boca de la laguna La Mancha donde se puede ver el canal de mayor profundidad formado en la zona donde se enterró más el tubo y las zonas bajas a los lados donde se acumuló la arena del dragado, ahora colonizadas por pastos marinos.

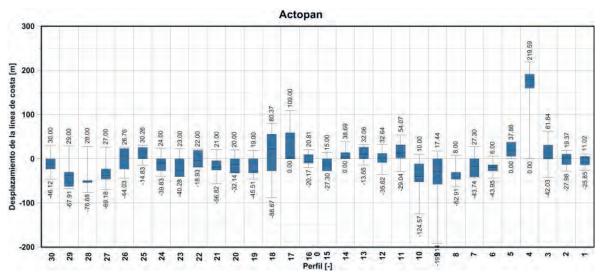


Figura 12. Desplazamiento de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 4 para el municipio de Actopan (de izquierda a derecha: sur a norte).

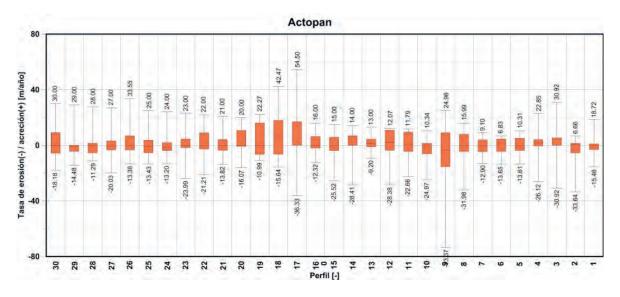


Figura 13. Tasa de erosión / acreción de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 4 para el municipio de Actopan (de izquierda a derecha: sur a norte).

Llano es incrementado por el acarreo de sedimentos proveniente de los cerros altamente deforestados que la rodean (Los Metates, La Bartola y el Cerro Azul).

- También influyó, la posición paralela a la línea de costa que adquirió el canal de descarga tras el paso del huracán Gilberto así como el aumento en el tamaño del mismo. Actualmente, El Llano no puede acumular suficiente agua para abrir la boca de manera natural y en ocasiones se seca permaneciendo así por varios años.

Para comprobar las tendencias erosivas se realizó un análisis de la evolución espacio-temporal de la línea de costa.

En las Figura 12 y Figura 13 se muestran gráficas del desplazamiento de la línea de costa y la tasa de erosión, respectivamente, calculadas a partir de la digitalización de la línea de costa de imágenes satelitales Landsat de los años 1986, 1993, 2000, 2005, 2007, 2010, 2011, 2013 y 2015.

Se observa que, en general, la costa del municipio se encuentra en proceso muy próximo al equilibrio dinámico. En cuanto a la tasa de erosión, las mayores variaciones se presentan en el perfil 17 al 19 que corresponden con las bocas de las lagunas El Llano y La Mancha (Figura 4).

La mayor erosión está en el perfil 10 con 125 m de retroceso de línea de costa. Por otro lado, las mayores variaciones se presentan en el perfil 4 que corresponde con la desembocadura del río El Limón y el Estero Muerto en donde la playa ha crecido 200 m. En general, las tasas de erosión van desde los 10 m/año hasta tasas de erosión de 300 m/año, este último un valor considerable.

En resumen, los desplazamientos de la línea de costa del municipio de Actopan indican una predominancia hacia la erosión, aunque en las tres celdas litorales más al sur ha habido un proceso de acreción.



Boca de la laguna La Mancha. Fotografía: Gerardo Sánchez Vigil

I ASPECTOS RELEVANTES EN LA DINÁMICA SEDIMENTARIA

De acuerdo a los resultados obtenidos:

- 1. Durante los meses del otoño e invierno se deben tener precauciones para actividades marítimas (baño, construcciones, etc.) y eventualmente durante el verano (cuando se presentan los huracanes).
- El oleaje induce un transporte de sedimentos reinante de norte hacia el sur del litoral.
- 3. El sistema dunar "El Farallón-La Mancha" está alimentado por arena que es transportada por el viento. Ocasionalmente, bajo condiciones de tormenta, el oleaje superpuesto al aumento del nivel del mar (Ej. marea meteorológica) provocan derrumbes en la base de las dunas que le dan continuidad al transporte de sedimentos de las playas del municipio.
- 4. La dinámica de apertura y cierre de las bocas de las lagunas y del Arroyo Limón es un factor natural, al cual están adaptadas las especies de la zona. Cuando se abre la boca fluye el agua del cuerpo acuático hacia el mar, bajando el nivel y los manglares de La Mancha y El Llano quedan secos. Durante la época de secas, los cuerpos de agua se mantienen inundados, brindando alimento y refugio a la fauna durante el estiaje. No se recomienda la construcción de obras civiles que modifiquen la dinámica natural de la laguna, especialmente aquellas que mantengan las bocas abiertas. La alteración de dicha dinámica influiría drásticamente en la hidrología y salinidad, modificando los hábitats.

I LAS DUNAS COSTERAS

La descripción de la distribución y tipos de las dunas costeras se basa en los trabajos de López-Portillo *et al.* (2011) y Martínez *et al.* (2014).

El municipio de Actopan es uno de los que contiene grandes extensiones de dunas costeras que suman un total de 2,390.24 ha y están situadas a lo largo de 27 km de costa. Las dunas móviles de este municipio pueden extenderse hasta 2 km tierra adentro y superan los 30 m de altura. En particular, se caracteriza por sus extensos sistemas de dunas móviles transgresivas (Cuadro 4) dándole un valor importante a la zona. Los diferentes tipos de dunas ya fueron descritos en el capítulo introductorio.

Las dunas frontales están ausentes en este municipio (Cuadro 4). En contraste, las dunas transgresivas son las geoformas que abarcan la mayor superficie en el municipio (68%), y la mayoría carecen de vegetación, por lo que son muy móviles (Cuadro 4). Las dunas transgresivas están en la zona más cercana al litoral y constituyen uno de los sistemas de dunas transgresivas móviles más extensos del estado. Por último, las dunas parabólicas representan el 32% de las dunas de Actopan, siendo estabilizadas en su mayoría, ya que presentan cubierta vegetal. Las dunas parabólicas estabilizadas pueden estar cubiertas por vegetación herbácea y arbustiva natural (pastizales y matorrales costeros), por selvas costeras (selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia) y también por potreros para la ganadería (Cuadro 4). Se localizan en el extremo sur del municipio y son las dunas más retiradas del mar (Figura 14).

Cuadro 4. Parámetros geométricos medios de las arenas en las playas de La Mancha y El Farallón

Zona	Diámetro D ₅₀ (mm)		Redondez (Symm)		Esfericidad (SPHT)		Factor de forma	
	El Farallón	La Mancha	El Farallón	La Mancha	El Farallón	La Mancha	El Farallón	La Mancha
Barra	-	0.200	-	0.852	-	0.804	-	0.709
Surco	0.236	0.236	0.857	0.837	0.806	0.766	0.707	0.697
Lavado	0.271	0.236	0.866	0.859	0.811	0.806	0.706	0.701
Playa Seca	0.204	0.204	0.882	0.884	0.860	0.863	0.728	0.728
Barlovento	0.225	0.224	0.863	0.884	0.818	0.859	0.716	0.723
Cima	0.202	0.210	0.864	0.883	0.833	0.861	0.723	0.727
Sotavento	0.184	0.247	0.883	0.885	0.869	0.853	0.742	0.711

Además se forman humedales y cuerpos de agua (laguna interdunaria) en las depresiones entre las dunas costeras (Moreno-Casasola *et al.*, 2009).

El estado de conservación de las dunas costeras de Actopan es variado y abarca desde muy bueno hasta muy malo (Figura 15). En general en el municipio predominan las dunas en condiciones de muy buenas a regulares. Todas las dunas transgresivas móviles están en excelente estado de conservación, mientras que las dunas transgresivas estabilizadas están en un estado de conservación de bueno a muy malo. Las dunas parabólicas estabilizadas tienen un estado de conservación regular y las semimóviles, bueno (Figura 15).

Para determinar el estado de conservación de las dunas costeras del municipio se hizo una clasificación cualitativa de cinco categorías (Cuadro 5) que se describen a continuación.

Sin duda, las dunas del municipio están expuestas a impactos humanos diversos, que incluyen actividades agropecuarias, caminos, caseríos y asentamientos. Estas condiciones reducen la calidad del grado de conservación de las dunas de Actopan (Figura 15). El 45% de las dunas del municipio se encuentran en un estado de conservación muy bueno, el 21% en estado bueno, regular y el 34% se diagnosticaron en estado de conservación regular o muy malo. Las dunas transgresivas móviles son las mejor conservadas, probablemente, debido a la fuerte erosión y deposición de la arena.

Se han descrito tres sistemas de dunas en el municipio de Actopan: Laguna Verde, Farallón-La Mancha y Cansaburros o El Quijote. A continuación se describen:

Las dunas de Laguna Verde se localizan en las cercanías de la laguna del mismo nombre. Se localizan entre los municipios de Alto Lucero y sobre todo Actopan. Existen dos poblaciones cercanas a estas dunas: Boca Andrea y El Llano de Villa. Cubren 272 ha de terreno distribuidas a lo largo de 14.7 km de costa, extendiéndose 400 m tierra adentro. En la zona más septentrional de este sistema de dunas, al sur de Boca Andrea,

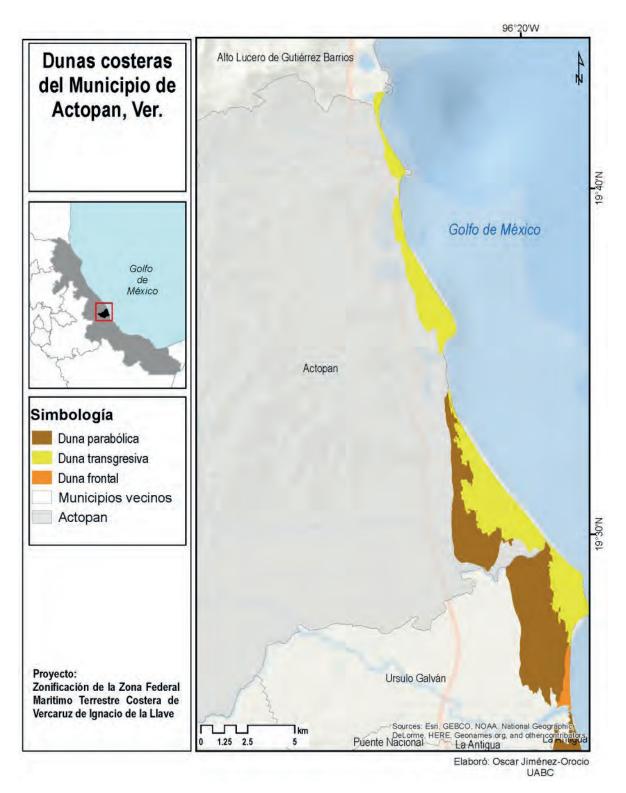


Figura 14. Tipos de dunas costeras presentes en el municipio de Actopan.

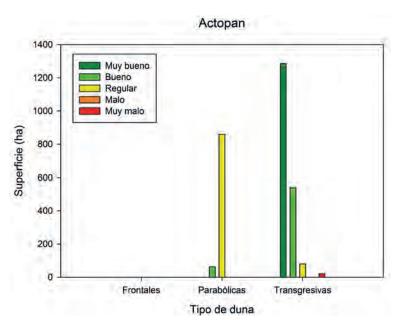


Figura 15. Estado de conservación por tipo de duna presente en el municipio de Actopan.

existen dunas transgresivas fijas y las más móviles están en la zona centrosur. Al sur de Villa Rica se encuentra una formación particular que se conoce como Tómbolo. Los tómbolos se forman cuando se genera una barra de arena o cantos rodados entre el continente y una isla o una gran roca alejada de tierra firme. En la barra de arena se pueden formar dunas de formas diversas. La vulnerabilidad de esta zona se considera moderada, sobre todo debido al impacto frecuente e intenso de eventos hidrometeorológios extremos. Excepto en las inmediaciones de la nucleoeléctrica, el impacto de las actividades humanas es bajo.

El sistema de dunas El Farallón-La Mancha limita al norte con la Laguna de El Farallón y al sur con la Laguna de La Mancha. Al norte limita con el Campamento El Farallón, actualmente una zona de casas en renta o venta a privados, además de varios ranchos de

casas de verano. Este sistema de dunas abarca una extensión total de 611 ha y se distribuyen a lo largo de 9 km de línea de costa. Estas dunas se pueden extender hasta 1.5 km tierra adentro y presentan una gran diversidad de geoformas, que incluyen dunas transgresivas, parabólicas, frontales y hondonadas. También tienen diferentes niveles de estabilización, aunque más de la mitad son dunas móviles, que carecen de vegetación, por lo que la arena está expuesta a la acción del viento. Estas dunas necesitan ese nivel de movilidad para mantener su integridad ecológica. Las dunas móviles avanzan en dirección norte-sur, manteniendo por ello una orientación general Norte-Sur, que es paralela a la línea de costa. Avanzan sobre diversos obstáculos. Por ejemplo, las dunas de El Farallón avanzan sobre el promontorio de arenisca, conocido como el Morro de La Mancha, hasta llegar a las dunas de La Mancha.



Dunas móviles en El Farrallón. Fotografía: Roberto Monroy

Cuadro 5. Superficie (ha) que ocupa cada una de las categorías del estado de conservación de los distintos tipos de dunas del municipio de Actopan

The sale does	Movilidad	Estado de conservación					Total marrial and
Tipo de duna		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	Total municipal
	Estabilizada			859.53			859.53
Parabólica	Semimóvil		62.63				62.63
	Total		62.63	859.53			922.16
	Estabilizada		540.72	80.01		20.76	641.49
Transgresivas	Móvil	1,284.68					1,284.68
	Total	1,284.68	540.72	80.01		20.76	1,926.17
Total municipal		1,284.68	603.35	939.54	0	20.76	2,848.33

Al sur de las dunas de La Mancha se encuentra el sistema de dunas llamado El Quijote o Cansaburros el cual limita al norte con la Laguna de La Mancha y al sur por el río Actopan. Al oeste existen dos pequeños poblados: Los Médanos y Cansaburros. En Cansaburros la extensión total de las dunas costeras cubre 1,632 ha y están distribuidas a lo largo de 11.7 km de

playa. Representan el territorio con dunas móviles más grandes de Veracruz. Estos extensos campos de dunas transgresivas pueden alcanzar alturas de 40 m y pueden presentar diferentes niveles de cubierta vegetal. Existen dunas totalmente cubiertas por vegetación, por lo que el movimiento de arena es prácticamente nulo, hasta zonas sin cubierta vegetal donde la arena

tiene gran movilidad. Esta zona está siendo propuesta por el gobierno del estado de Veracruz como área protegida estatal.

Hasta el momento, se considera que las dunas de este municipio se encuentran en un estado de conservación relativamente bueno, donde se mantienen los procesos dinámicos naturales que determinan el funcionamiento de las dunas de la zona.



Casuarina en dunas móviles. Fotografía: Yair Merlín

I Capítulo 3. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

I TIPOS DE VEGETACIÓN

La franja litoral de Actopan está relativamente deforestada y fragmentada, ya que aproximadamente la mitad (7,095 ha, 49%) está cubierto por vegetación natural que incluye manglares (569.6 ha; 3.94%), selva baja y mediana (3,176.73 ha, 25.7%) y dunas costeras (2,390.24, 17%). Una característica peculiar de esta zona es la presencia de selva sobre dunas costeras, que abarca 418 ha (3% de la franja costera). Es importante señalar que el tipo de vegetación denominado en el mapa como "manglar" puede estar conjuntando manglares y selvas inundables en una sola categoría, debido a que es muy difícil distinguir entre estos dos

ecosistemas a partir de imágenes aéreas. Bajo "otros tipos de vegetación" también quedan englobados los humedales de agua dulce, y también se caracterizarán mejor en el siguiente reporte.

En Actopan existen tres lagunas costeras (Laguna El Llano, Laguna Farallón y Laguna de La Mancha), y entre todas cubren 3,290 ha (Figura 16).

I ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA COSTERA (PLAYAS Y DUNAS COSTERAS)

De acuerdo con la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), así como en la literatura donde se describe y analiza la vegetación de las playas y dunas costeras de Veracruz (Moreno-Casasola et al., 1982; García-Franco, 1996; Castillo y Moreno-Casasola, 1996; 1998; Moreno-Casasola et al., 2003; Travieso-Bello et al., 2005; Castillo-Campos y Travieso-Bello, 2006; Peralta-Peláez y Moreno-Casasola, 2009; Moreno-Casasola et al., 2010, Martínez et



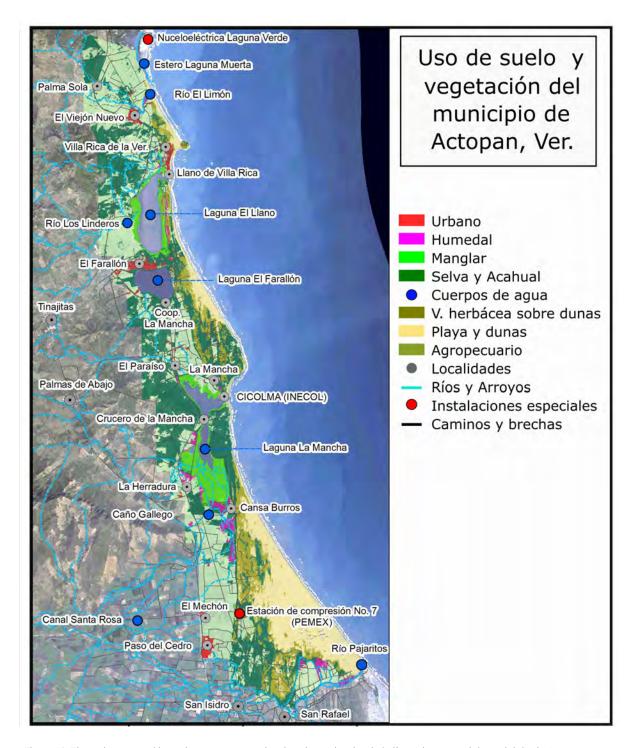


Figura 16. Tipos de vegetación en la zona costera de 5 km de ancho desde la línea de costa, del municipio de Actopan.

al., 2014; Moreno-Casasola et al., 2015) se tienen registradas 368 especies vegetales representativas de playas y dunas costeras, pertenecientes a 83 familias. Muchas de ellas se reconocen como amenazadas, sujetas a protección especial o bien que son endémicas.

Algunas plantas abundantes en la playa y dunas de esta zona son la verdolaga de playa (Sesuvium portulacastrum), el copachí (Croton punctatus), la lenteja de arena (Chamaecrista chamaecristoides), el frijol de playa o gallito de playa (Canavalia rosea) y la riñonina (Ipomoea pes-caprae). En las partes bajas con humedad abundante se ha observado la orquídea terrestre denominada pino rosa u orquídea cebolla (Bletia purpurea).

Una característica del sistema de dunas ubicado en La Mancha es la presencia del último remanente de selva tropical mediana desarrollada sobre suelo arenoso. Este sistema comprende una elevada diversidad de especies vegetales (más de 300), lo que convierte a las dunas de La Mancha como uno de los sistemas de dunas más ricos y diversos de todo el Golfo de México. En la selva crecen árboles de altura mediana (20 m) como son las higueras y matapalos (*Ficus spp*), el palo mulato (*Bursera simaruba*) el ramón (*Brosimum alicastrum*), el orejón (*Enterolobium cyclocarpum*) y el cedro (*Cedrela odorata*).

En las dunas de Cansaburros, y en general del municipio, existen manchones con vegetación tipo matorral costero con árboles como el quebracho o palo amarillo (*Diphysa americana*, antes *Diphysa robinoides*) y palo mulato (*Bursera simaruba*). En las dunas móviles la planta endémica *Chamaecrista chamaecristoides* es muy

abundante y da inicio a la formación de dunas y fijación de la arena. *Citharexylum ellipticum* también tolera el enterramiento, además de *Croton punctatus y Palafoxia lindenii*.

En la playa de Cansaburros se ha registrado desove de tortugas y en las dunas hay anidación de aves, en particular *Sterna spp*.

En la franja costera del municipio de Actopan existe un número relativamente elevado de especies vegetales endémicas, tanto de México (Jacquemontia oaxacana (McDonald, 1993), Acacia sphaerocephala (Sousa et al., 2001), Chamaecrista chamaecristoides (Moreno-Casasola et al., 2011), Ginoria nudiflora (Graham, 1991), Solanum tridynamum (Nee, 1993) y Dioon edule (Vovides et al., 1983)) como de Veracruz (Florestina liebmanii (Villarreal et al., 2008), Palafoxia lindenii (Moreno-Casasola et al., 2011), Alophia veracruzana (Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998), Bauhinia jucunda (Wunderlin, 1983), Hyperbaena jalcomulcensis (Pérez, 1995) y Eugenia mozomboensis (Sánchez-Vindas, 1990)). Las características particulares de las especies amenazadas y endémicas se presentan en el Cuadro 6.

Se consideró a las especies bajo alguna categoría de riesgo tanto a nivel nacional (NOM-O59-SEMARNAT-2010; www.dof.gob. mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091) como global (IUCN Red List of threatened species; www.iucnredlist.org/search), aquellas especies amparadas contra su explotación excesiva debido al comercio internacional (CITES), las especies de árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación (marcados con un asterisco; Vázquez-Yanes et al., 1999-proyecto J084 CONABIO) así como las especies con un rango de distribución restringido

(endemismo). Se indican la familia, forma biológica, hábitat, tipo de vegetación y estatus (NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES). Los criterios para los nombres y estado taxonómico de las especies se siguieron con base en lo presentado en The Plant List, 2013 v. 1.1 (www.theplantlist.org).

En el Cuadro 6 se muestran seis columnas. En dichas columnas se encuentran la familia a la que pertenece cada especie, el nombre común, el nombre científico y la forma biológica. La forma biológica fue determinada a partir de Castillo y Moreno-Casasola, 1998 y Moreno-Casasola et al., 2011. En la cuarta columna están los tipos de vegetación en los que se puede encontrar cada especie, basados en Rzedowski (2006).

En la quinta columna se clasificó a las especies que pueden encontrarse en playas, dunas primarias o secundarias así como aquellas especies encontradas en otros tipos de ecosistemas, diferente a las dunas pero costeros. Esta clasificación se hizo con base en los patrones de distribución de las especies propuesto por Castillo y Moreno-Casasola (1996): C= especies con una distribución predominantemente costera tales como dunas, marismas o manglares; S= especies distribuidas tierra adentro y frecuentemente encontradas en áreas perturbadas tales como orillas de camino, campos abandonados o bien con crecimiento secundario, y O= especies distribuidas tierra adentro pero características de otros tipo de vegetación, como bosques caducifolios, humedales o pastizales.

Finalmente, se muestra el estatus de protección bajo el que se encuentra cada especie. El estatus de conservación hace referencia a tres fuentes: NOM-059-2010, la lista roja de IUCN y CITES.



Nanche (Byrsonima crassifolia), un fruto comestible. Fotografía: Reinaldo Aguilar, CC BY-NC-SA 2.0

Se consideraron las categorías de la NOM-059-2010: P= en peligro de extinción; A= Amenazada; Pr= sujeta a protección especial; Las categorías de IUCN utilizadas fueron: EX= Extinta; EW= Extinta en medio silvestre; CR= en peligro crítico; EN= En Peligro; VU= Vulnerable; NT= Casi Amenazada;

LR/nt= Menor riesgo, casi amenazada; LR/cd= Menor riesgo, dependiente de la conservación; LR/lc= Menor riesgo, menor preocupación; LC= Preocupación menor; DD= Datos Insuficientes. Finalmente, las tres categorías de CITES: I, II, III, (ver descripción de las categorías en www.cites.org).

Cuadro 6. Listado de especies vegetales más importantes registradas a la fecha, que crecen principalmente en manglares, playas y dunas del municipio de Actopan. Los nombres comunes se basaron en distintas fuentes de información del sitio web de la CONABIO.

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
Acanthaceae	Mangle negro (Avicennia germinans)	Árbol	Manglar.	С	NOM (A)
	Palo blanco (Bravalsia integerrima)	Arbusto, Árbol	Selva Inundable, Vegetación herbácea de humedales, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio.	S	NOM (A)
Anacardiaceae	Jobo (Spondias radlkoferi)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Potrero.	C, O	NOM (A)
Apocynaceae	Chiche colorado (Aspidosperma megalocarpon)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Potrero.	С, О	IUCN (LR/nt)
	Flor de mayo (Plumeria rubra*)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio.	С, О	
Bignoniaceae	Amapa, roble, guayacán (Handroanthus chrysanthus) antes Tabebula chrysantha	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Vegetación secundaria, Cultivos.	C, S	NOM (A)
	Palo de rosa (Tabebuia rosea*)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio.	C, S	
	Tronadora, mazorca (<i>Tecoma stans*</i>)	Arbusto	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio.	C, S	
Bromeliaceae	Tencho (Tillandsia concolor)	Epífita	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio.	C, S	NOM (A)
Burseraceae	Palo mulato (Bursera simaruba*)	Árbol	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio.	C, O	
Cactaceae	Cactus melón, biznaga (Melocactus curvispinus)	Suculenta	Dunas, Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio.	C, S	NOM (P) IUCN (LC) CITES (II)
	Nopal tunero costero (Opuntia stricta)	Suculenta	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio.	С	IUCN (LC) CITES (II)

CONTINÚA >>

Combretaceae	Mangle botoncillo (Conocarpus erectus)	Árbol	Manglar, Playa, Vegetación herbácea de humedales.	С, О	NOM (A) IUCN (LC)
	Mangle blanco (Laguncularia racemosa)	Árbol	Manglar.	С	NOM (A) IUCN (LC)
Commelinaceae	Espuelita, mataliz (Commelina erecta)	Hierba	Dunas, Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño, Bosque tropical perennifolio, Ruderal, Vegetación secundaria, Potrero.	C, S	IUCN (LC)
Compositae	Zarzaparrilla, clavel de pozo (Eclipta prostrata)	Hierba	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Ruderal.	C, O	IUCN (DD)
	No se conoce (Florestina liebmannii)	Hierba	Dunas, Pastizal, Potrero.	C, S	
	Clavelillo de mar (Palafoxia lindenii)	Hierba	Dunas, Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras.	С	
Convolvulaceae	No se conoce (Jacquemontia oaxacana)	Trepadora	Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Pastizal, Ruderal.	0	
Cyperaceae	Chintul (Cyperus articulatus)	Hierba	Dunas, Manglar, Vegetación herbácea de humedales, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Pastizal, Potrero, Ruderal.	C, O	IUCN (LC)
	Coquillo rojo (Cyperus rotundus)	Hierba	Vegetación herbácea de humedales, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño, Pastizal, Ruderal.	0	IUCN (LC)
	Cebollín (Eleocharis geniculata)	Hierba	Playa, Vegetación herbácea de humedales, Selva inundable, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño.	C, O	IUCN (LC)
	No se conoce (Fimbristylis cymosa)	Hierba	Playa, Dunas, Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Vegetación herbácea de humedales.	C, O	IUCN (LC)
Euphorbiaceae	Avellano (Garcia nutans)	Arbusto	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio.	C, O	IUCN (EN)
Iridaceae	No se conoce (Alophia veracruzana)	Hierba	Dunas, Pastizal, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño.	C, S	
Leguminosae	Huizache (Acacia farnesiana*)	Árbol	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque ribereño.	C, S	
	Cornezuelo, zubin (Acacia sphaerocephala)	Arbusto, Árbol	Matorral de duna costera	C, O	
	Pata de cabra real (Bauhinia jucunda)	Arbusto	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque ribereño, Acahual.	C, O	
	Lenteja de arena (Chamaecrista chamaecristoides)	Hierba	Dunas.	С	

	No se conoce (Dalea scandens)	Hierba	Pastizal, Acahual.	S	IUCN (LC)
	Amor seco, cadillo (Desmodium adscendens)	Hierba	Matorral de duna costera, Ruderal, Pastizal, Potrero.	C, S	IUCN (LC)
	No se conoce (Desmodium grahamil)	Hierba erecta	Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño, Bosque de encino, Acahual, Pastizal.	S	IUCN (LC)
	Cuachepil, Guachipilin (Diphysa carthagenensis)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio.	C, O	IUCN (LC)
	Guanacaste, orejón (Enterolobium cyclocarpum*)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio.	C, O	
	Cacahuananche (Gliricidia sepium*)	Arbusto, Árbol	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño, Bosque de encino, Ruderal, Pastizal, Potrero.	C, S	
	No se conoce (Indigofera miniata)	Hierba	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Ruderal.	C, S	IUCN (LC)
	Acotope, chalahuite (Inga punctata)	Árbol	Matorral de duna costera, Cultivos.	C, O	IUCN (LC)
	Sensitiva, dormilona (<i>Mimosa pudica</i>)	Hierba	Pastizal, Vegetación herbácea de humedales, Potrero, Ruderal, Cultivos.	C, O	IUCN (LC)
	Guamúchil (Pithecellobium dulce*)	Árbol	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño.	C, O	
	Frijolillo (<i>Rhynchosia minima</i>)	Trepadora	Matorral de duna costera, Manglar, Pastizal, Bosque tropical perennifolio.	C, S	IUCN (LC)
	No se conoce (Senna pendula)	Arbusto	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño.	C, O	IUCN (LC)
Lythraceae	Pimientillo, guayabillo (Ginoria nudiflora)	Arbusto	Matorral de duna costera, Manglar, Selva inundable, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño.	C, S	IUCN (VU)
Malpighiaceae	Nanche, Nance (Byrsonima crassifolia*)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio.	C, O	
Malvaceae	Bellota de guásamo (Guazuma ulmifolia*)	Arbusto, Árbol	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Pastizal, Bosque ribereño.	C, S	
Meliaceae	Cedro, cedro colorado (Cedrela odorata*)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio, Palmar, Potrero, Vegetación secundaria.	C, O	NOM (Pr) IUCN (VU) CITES (III)
Menispermaceae	Guacos (Hyperbaena jalcomulcensis)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio, Acahual.	C, O	IUCN (VU)

Moraceae	Ramón, ojoche (Brosimum alicastrum*)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque de encino.	C, O	
Myrtaceae	No se conoce (Eugenia mozomboensis)	Arbusto	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Acahual.	C, O	IUCN (EN)
	Guayaba dulce (Psidium guajava*)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque de encino, Bosque ribereño, Palmar, Pastizal, Ruderal, Potrero, Cultivos, Vegetación secundaria.	C, S	
Onagraceae	Cangá, clavo (Ludwigia octovalvis)	Hierba	Playa, Manglar, Bosque ribereño, Vegetación herbácea de humedales, Potrero.	C, O	IUCN (LC)
Orchidaceae	Dama de noche (Brassavola nodosa)	Hierba	Matorral de duna costera, Manglar, Bosque tropical caducifolio.	C, S	CITES (II)
Poaceae	Tres aristas curvado (Aristida purpurea)	Hierba amacollada	Pastizal.	S	IUCN (LC)
Pteridaceae	Helecho de playa (Acrostichum danaeifolium)	Arbusto	Vegetación herbácea de humedales, Bosque tropical caducifolio, Palmar.	0	IUCN (LC)
Rhizophoraceae	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>)	Árbol	Manglar.	С	INOM (A) IUCN (LC)
Rubiaceae	Orejea de ratón, perlilla (Chiococca alba)	Arbusto	Playa, Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño.	C, O	IUCN (LC)
Sapotaceae	Chicozapote (Manilkara zapota*)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Acahual, Potrero.	C, O	
Solanaceae	Berenjena, necachane (Solanum tridynamum)	Arbusto	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Manglar, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño, Acahual, Ruderal.	C, S	
Verbenaceae	Laurel cimarrón (Citharexylum berlandieri)	Arbusto, Árbol	Matorral de duna costera, Playa, Bosque tropical caducifolio.	C, O	
Zamiaceae	Chamal (Dioon edule)	Árbol	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque de encino.	C, O	NOM (P) IUCN (NT) CITES (II)

I DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN MANGLARES

La descripción de los manglares de la zona de estudio se basa en el trabajo de López-Portillo *et al.* (2011). Es importante resaltar que es posible que existan selvas inundables mezcladas con manglares.

Se han descrito tres sistemas de manglares en el municipio: Estero Laguna Muerta (abarca también el municipio de Alto Lucero), Laguna El Llano y Laguna La Mancha.

El Estero Laguna Muerta cubre 52.9 ha. Se localiza en Punta Limón, en el kilómetro 40 de la carretera federal 180, y a 2.4 km al norte de la localidad El Viejón, dentro de los terrenos ocupados por las instalaciones de la central nucleoeléctrica Laguna Verde. Este manglar sólo tiene un fragmento, ubicado en una planicie lacuno-palustre muy baja y plana. Aquí se desarrollan bosques monoespecíficos de Avicennia germinans (mangle negro) de alturas bajas (6-8 m de altura) o muy bajas (2-5 m), con crecimientos multicaules desde la base. También se forman fragmentos con asociaciones de Laguncularia racemosa (mangle blanco) con Avicennia.

Laguna El Llano cubre 108.2 ha, y tiene diversas localidades a su alrededor (Figura 1 y Figura 8). Al norte se encuentran Villa Rica de la Vera Cruz, La Loma, El Llano de Villa Rica y Cerro de los Metates; al sur están las localidades de Miguel Portugal Domínguez, Villa Rivera y el Campamento El Farallón de la Comisión Federal de Electricidad. Durante la temporada de nortes pierde su conexión con el mar, y este aislamiento puede prolongarse por más de nueve meses. Durante sequías

prolongadas esta laguna de menos de 1 m de profundidad llega a desecarse en su totalidad, de ahí su nombre. Cuando se acumula suficiente agua la barra de la boca se erosiona y se restablece la conexión con el mar.

El manglar Laguna El Llano contiene ocho fragmentos, ocasionados por un camizno de acceso a la playa. El manglar está fragmentado en la porción norte del sistema y es continuo en la porción sur. En este manglar se han identificado ocho asociaciones de manglar que incluyen bosques monoespecíficos de mangle rojo (Rhizophora mangle), mangle negro (Avicennia germinans) mangle blanco (Laguncularia racemosa) y mangle botoncillo (Conocarpus erectus). El mangle rojo crece generalmente en las orillas de la laguna. Los bosques de mangle blanco se localizan en el suroeste de la laguna, mientras que los bosques de mangle botoncillo son escasos y reducidos y se localizan en la porción noroeste, donde el relieve es más alto y la inundación es menor. El mangle blanco del suroeste de la laguna se mezcla con vegetación de selva baja.

El manglar de la Laguna de La Mancha es el más grande del municipio y cubre 312.7 ha. Las poblaciones que se ubican a su alrededor son: al norte El Paraíso, San Gabriel y La Mancha-El Paraíso; al sur están Cansa Burros, Playa Azul y Mata de Caña; al oeste San Antonio, El Tajo, El Salado, El Rodeo y El Crucero La Mancha. La conexión con el mar se pierde durante la temporada de nortes (de noviembre a marzo) y se restablece cinco meses después ya sea por la acumulación de agua durante la temporada de lluvias, o bien artificialmente, por los pescadores. El bosque de

manglar está alrededor de toda la laguna. La especie dominante en este manglar es el mangle negro (Avicennia germinans), con una franja de mangle rojo (Rhizophora mangle) en la orilla de la laguna. Existen manchones donde predomina el mangle blanco (Laguncularia racemosa), mientras que el mangle botoncillo (Conocarpus erectus) se presenta en forma de bosques monoespecíficos en las zonas más altas, al sureste y suroeste de la laguna. Este manglar se encuentra en buen estado de conservación, con árboles que superan los 20 m de altura. Yetter (2004) analizó el flujo de agua subterránea en el extremo norte de la laguna y encontró que 75% es subsuperficial. Piezómetros en otros lados de la laguna muestran que el agua dulce subterránea es una entrada fundamental para explicar el tamaño y desarrollo de los manglares de esta laguna.

I CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES

En la zona costera de Actopan y en particular en el sitio Ramsar La Mancha y El Llano (No. 1336), se encuentran humedales herbáceos dominados por Typha domingensis. Esta especie se encuentra comúnmente asociada con Pontederia Sagittaria lancifolia sagitatta, subsp. media, Hydrocotyle umbellata, Hydrocotyle bonariensis, Bacopa monnieri, Cyperus articulatus, Crinum erubescens y Limnocharis flava. Los manchones de humedal se encuentran en zonas interdunarias, rodeados por pastizales, cultivos de caña y con algunos relictos de selva inundable. En los trabajos de Moreno-Casasola et al. (2010) y Peralta Peláez y Moreno-Casasola (2009) se describe la vegetación de humedales con más detalle.



Humedal. Fotografía: Marisa Martínez Vázquez

Los humedales herbáceos del municipio de Actopan se encuentran rodeados por terrenos agropecuarios. En estos terrenos se encuentran relictos de popales, tulares y pastizales inundables.

Los popales están dominados por Pontederia sagittata y acompañados de Sagittaria lancifolia, Hydrocotyle bonariensis, Crinum erubescens, Eleocharis mutata, Eleocharis interstincta entre otras especies.

Los pastizales inundables de la región están dominados por el esparto Spartina sp. y en menor abundancia la ciperácea Fimbristylis sp. Los tulares se encuentran en el margen de los manglares, en las orillas de los esteros y en lagunetas. La principal especie dominante es Typha domingensis, con algunas especies asociadas como: Acrostichum sp., el papiro Cyperus giganteus, Dalbergia brownei, el zarzal Mimosa pigra, árboles de Pachira aquatica y Annona glabra. En las orillas de los tulares que tienen menor nivel de inundación, se pueden encontrar algunas especies típicas de ecosistemas de popal como Pontederia sagittata, Sagittaria lancifolia, Thalia geniculata y Ciperáceas tales como Fimbristylis sp., Cyperus articulatus, Eleocharis mutata, Eleocharis interstincta y Eleocharis geniculata.

En los humedales ubicados en la estación de La Mancha, la vegetación está representada principalmente por popales, tulares y carrizales, en un cuerpo de agua con poca corriente; es una comunidad vegetal constituida principalmente por especies herbáceas, entre las que destacan la papa de agua (Sagittaria lancifolia), el chichicaxtle (Discocnide mexicana, antes Laportea mexicana), el guaco (Mikania micrantha), el platanito (Pontederia sagittata)

y el tule (*Typha domingensis*). Dos de estas especies, la papa de agua (*Sagittaria lancifolia*) y el platanito (*Pontederia sagittata*), contribuyen de manera muy importante en la biodiversidad del humedal de La Mancha.

I CARACTERIZACIÓN DE LAGUNAS COSTERAS

En el municipio existen dos lagunas costeras (La Mancha y el Llano) y una laguna de agua dulce (El Farallón), que aunque se encuentra cerca de la costa, no es costera puesto que no tiene intercambio de agua con el mar.

En la cuenca del río Actopan, en el Municipio de Actopan se encuentra la laguna La Mancha. Se localiza entre los 19°34' y 19°42' de latitud norte y a los 96°23' y 96°27' de longitud oeste. Tiene una superficie de 140 ha y mide aproximadamente 3 km de longitud y 1.5 km de ancho. La laguna se conecta con el mar a través de una boca estrecha que se cierra en la época de nortes y se abre aproximadamente cinco meses después naturalmente o es abierta por los pescadores (López-Portillo et al., 2011).

Los principales afluentes de agua dulce son el arroyo Caño Gallegos ubicado al sur y otro afluente al norte. También recibe agua dulce de escorrentías del terreno y por afloramiento del manto freático. Este sistema se encuentra en una planicie lacuno-palustre muy baja plana. La mayor parte del sistema tiene sedimentos limo-arcillosos, y en la boca se pueden encontrar arenas finas. Está rodeada por manglar (Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Conocarpus erectus y Laguncularia racemosa).

La laguna de La Mancha es somera, con una profundidad menor a las 10 m. Tiene baja transparencia, alta temperatura, poco oxígeno y un pH entre neutro y básico. Por su salinidad, se considera que la laguna de La Mancha tiene condiciones estuarinas (27.6‰).

Al analizar la variación espacial de las variables medidas, se puede observar que hay un gradiente desde la zona con influencia de agua dulce hasta la zona con influencia marina (Figura 17). Una de las principales variables en las lagunas costeras que determina su funcionamiento es la salinidad. En la laguna de La Mancha se registraron condiciones estuarinas (25 a 30%) (Figura 18a). El oxígeno disuelto y el pH fueron mayores en la zona con influencia marina (sitios de muestreo 7 a 10) que en la zona de influencia de agua dulce manifestándose la influencia del agua marina (Figura 18b, c). El pH fue básico (>7.5) en toda la laguna. La mayor concentración de los nitratos, amonio y fósforo total también se registró en la zona de influencia de los ríos (Figura 18d-f), lo cual indica que la laguna recibe nutrientes posiblemente de fertilizantes que llegan a través de los ríos de las zonas altas. Por las concentraciones de los nutrientes se puede considerar que es eutrófica. Estos resultados sugieren que la laguna de La Mancha tiene influencia marina y aporte de agua dulce permanente. Por otra parte, dichos resultados también sugieren que la forma de la laguna es otro componente que influye en este comportamiento. Así mismo, la laguna La Mancha tiene en la parte central una zona muy estrecha, lo cual podría estar influyendo en los gradientes registrados.

En esta laguna se ha reportado la presencia de pastos marinos (Rivera-Guzmán et al., 2014), en particular Halodule wrightii y Ruppia maritima. Estas especies se encuentran distribuidas en parches o mezcladas, y son especies tolerantes a aguas transparentes o turbias, a salinidades entre 15 y 33‰, y a condiciones de mesotrofia y eutrofia. Se ha encontrado que son capaces de acumular metales traza directamente del agua y del sedimento (Rivera-Guzmán et al., 2014). Su reducción en las lagunas costeras se puede relacionar con el dragado, el uso de redes de pesca y de motores que destruyen los pastos.

La Laguna El Llano es una laguna costera muy somera (< 1.5m). Está rodeada de manglar, básicamente Rhizophora mangle, Conocarpus erectus y Avicennia germinans principalmente. En algunos sitios puede registrarse una profundidad de 0.2m. Cuando se realizó este muestreo en la época de secas, parte de la laguna estaba seca. Tiene comunicación directa con el mar, por lo que su salinidad es muy alta (34‰) cerca de la boca (Figura 19a). En esta época presenta una buena cantidad de oxígeno disuelto, pH básico (>8) por la misma influencia marina; prácticamente no tiene nitratos, y el fósforo total se encontró en bajas concentraciones (Figura 19b-d y f, respectivamente). En cambio presenta altas concentraciones de amonio lo que sugiere una alta descomposición de materia orgánica (Figura 19e).

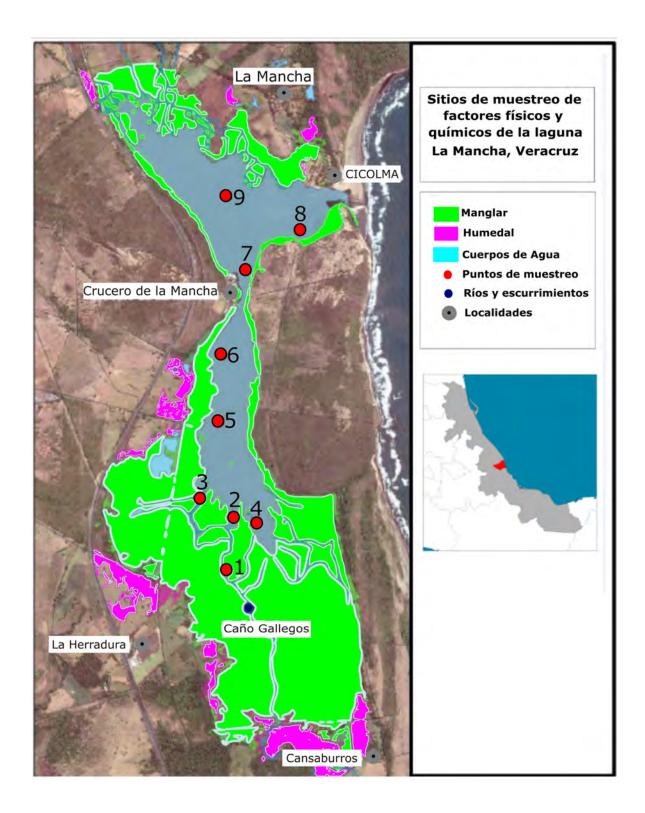


Figura 17. Ubicación de 10 sitios de muestreo de parámetros fisicoquímicos del agua en la laguna La Mancha.

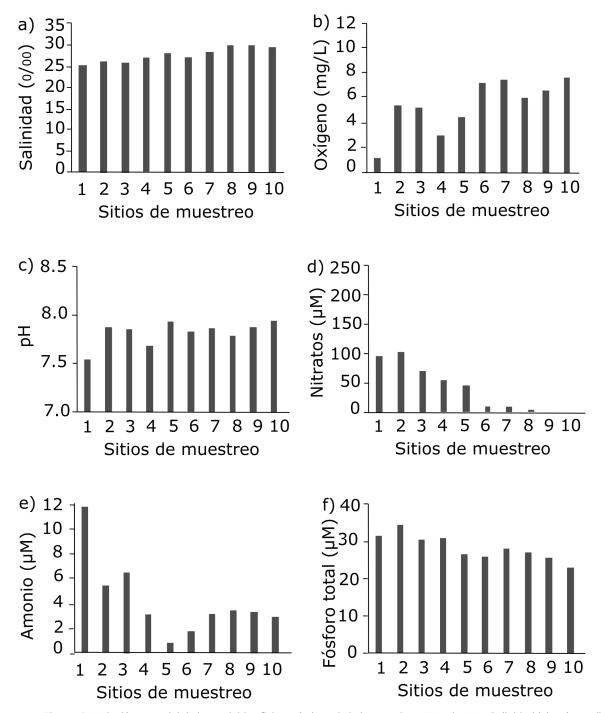


Figura 18. Variación espacial de las variables fisicoquímicas de la laguna de La Mancha, Ver. Salinidad (a), oxígeno (b), pH (c), nitratos (d), amonio (e) y fósforo total (f).

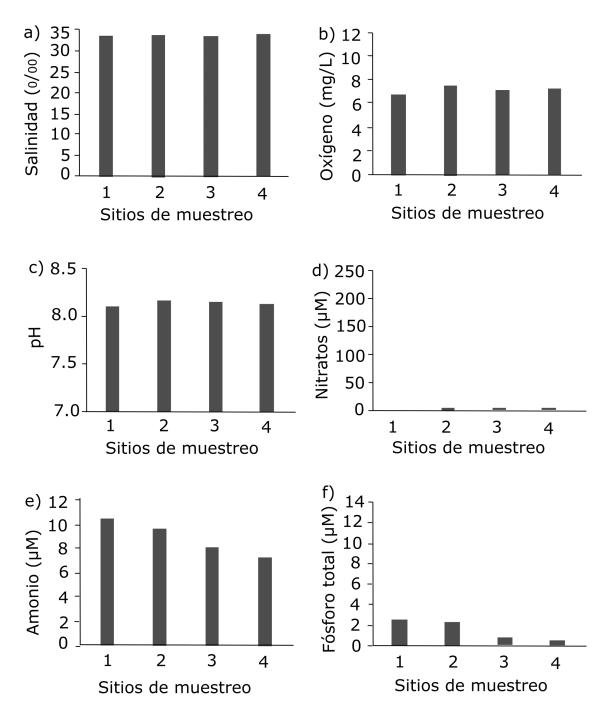


Figura 19. Variación espacial de las variables fisicoquímicas de la laguna El Llano, Ver. Salinidad (a), oxígeno (b), pH (c), nitratos (d), amonio (e) y fósforo total (f).



Laguna de El Llano, municipio de Actopan. Fotografía: Gerardo Sánchez-Vigil

I Capítulo 4. CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

Esta región está incluida en diferentes zonas sujetas a protección especial: Región Terrestre Prioritaria Dunas Costeras del Centro de Veracruz (RTP-123), así como la Región Marina Prioritaria Laguna Verde-Antón Lizardo (RMP-49). Se ubica al norte del Área de Importancia para la Conservación de las Aves nombrada Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA) (AICA-149) y además es parte del sitio Ramsar La Mancha-El Llano (1336). Comprende dos Áreas Privadas de Conservación (APCs; www. sinacver.mx/index.php?page=63), una en

Cansaburros (APC-Dunas de Cansaburros) perteneciente a Pronatura-Veracruz A. C. y la segunda la reserva de CICOLMA del Instituto de Ecología A. C (APC-La Mancha). Las dunas de San Isidro, que abarcan hasta Cansaburros han sido propuestas como reserva estatal.

I PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

En general, se considera que las dunas del municipio de Actopan están en un estado de conservación en su mayoría de muy bueno a bueno. El 45% de las dunas de este municipio están en un estado de conservación muy bueno (Martínez et al., 2014) (Figura 20). El índice de vulnerabilidad es bajo (Martínez et al., 2006). Las corrientes generadas por el oleaje y el efecto del viento son los principales factores que controlan la dinámica sedimentaria. Aunque las amenazas principales son los cambios de uso de suelo para actividades agropecuarias y su transformación en potreros, no debe soslayarse el efecto nocivo de las estructuras marítimo costeras que se han construido. (López-Portillo et al., 2011).

El sistema de dunas de Laguna Verde es una zona donde las tormentas y



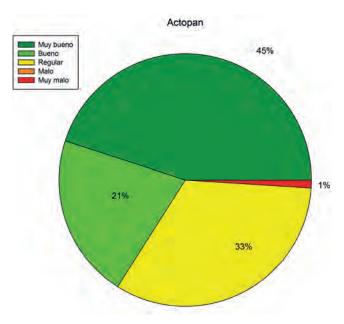


Figura 20. Estado de conservación de las dunas costeras del municipio de Actopan, con base en el diagnóstico de Martínez et al. (2014).

marejadas pueden tener un impacto fuerte (Martínez et al., 2006). En general las actividades humanas son escasas y de bajo impacto, excepto en las inmediaciones de la planta nucleoeléctrica, donde el paisaje ha sido fuertemente transformado. Por otro lado, las dunas de La Mancha y Cansaburros están en buen estado de conservación, con un índice de vulnerabilidad bajo (Martínez et al., 2006). Aquí, los procesos de dinámica sedimentaria e impacto del viento son los que determinan prioritariamente el funcionamiento de la zona, habiendo un impacto humano reducido. Las amenazas principales son la deforestación para actividades agropecuarias y su transformación en potreros (López-Portillo et al., 2011).

Por su diversidad de formas y tipos de dunas, así como por la gran extensión del sistema, se puede considerar a los sistemas de dunas de Actopan como una joya geomorfológica y ecológica de las costas veracruzanas y de México. Esta gran diversidad de formas de dunas y su gran tamaño no existe en ninguna otra región de México.

Por otro lado, la riqueza biológica que se presenta en este ambiente es reconocida de manera que esta zona ha sido incluida dentro de la Región Terrestre Prioritaria Dunas Costeras de Veracruz (RTP-123) y en la Región Marina Prioritaria Laguna Verde-Antón Lizardo (RMP-49).

La dinámica de las dunas hace que las actividades en esta zona deban restringirse a infraestructura removible y evitar cualquier obra perpendicular a la costa que modifique el patrón de transporte sedimentario.

Por último, el índice Re-Dune (Ver Apéndice con la descripción de los métodos utilizados) indica que las acciones recomendadas para estos sistemas de dunas son la conservación de su estructura y funcionamiento (Lithgow et al., 2015).

I MANGLARES

La conservación de los tres sistemas de manglar que se localizan en este municipio (estero Laguna Muerta, Laguna el Llano y Laguna La Mancha) está amenazada por los cambios de uso de suelo hacia actividades agropecuarias, así como la sobre-explotación de madera (López-Portillo et al. 2011). Adicionalmente, en la Laguna El Llano se considera como una amenaza la afectación de los flujos de agua por modificaciones de la cuenca de aporte y por obras civiles. En la Laguna La Mancha la expansión de la mancha urbana puede convertirse en amenaza, además de la presencia de un gasoducto que modifica la dinámica sedimentaria de la laguna (López-Portillo et al., 2011).

Por su riqueza biológica esta región está incluida en las Regiones Terrestres Prioritarias Encinares Tropicales de la Planicie Costera Veracruzana (RTP-104) y Dunas Costeras del Centro de Veracruz (RTP-123), así como la Región Marina Prioritaria Laguna Verde-Antón Lizardo (RMP-49).

I HUMEDALES

Además de la conversión de humedales herbáceos en potreros y zonas de cultivo de caña, en Actopan están amenazados porque en la región se introdujo el zacate alemán (*Echinochloa pyramidalis*) para pastoreo del ganado hace más de 20 años. Este zacate es una especie de origen africano altamente invasora que entra libremente a los popales y tulares, alterando radicalmente la estructura y función ecológica de estos ecosistemas. Investigaciones recientes demuestran que para erradicar este pasto y poder



Humedal donde se hacen esfuerzos por controlar a Echinochloa pyramidalis. Fotografía: Debora Lithgow

recuperar estos humedales es necesaria una activa intervención en estos sitios con acciones de restauración (López-Rosas *et al.*, 2014 y 2015).

Es muy importante delimitar la zona bajo administración de ZOFEMAT en los humedales y hacer público el resolutivo. Por otro lado, es necesario establecer las zonas donde debe restaurarse el gradiente manglar-selva inundable.

El Plan de Manejo del sitio RAMSAR debe elaborarse con la participación de todos los involucrados en el sitio. Es importante eliminar contaminantes de los ríos y reforestar las orillas de los mismos con manglar (*Rhizophora mangle*), en las zonas más salinas, con tule (*Typha domingensis*) donde es ligeramente salino y con árboles característicos de humedales, selvas inundables y bosques ribereños en las zonas de agua dulce (*Salix humboldtiana, Pachira aquatica,* entre otras).

I LAGUNAS COSTERAS Y ESTEROS

La Laguna de La Mancha se encuentra en un estado relativamente conservado, aunque investigaciones recientes indican que existe contaminación por metales pesados, sobre todo plomo. La laguna casi no es navegable debido al azolve de todo el cuerpo de agua y de los canales dentro del manglar. Estos canales requieren un manejo que ayude a eliminar troncos caídos y evitar que el crecimiento del mangle los cierre. También se requiere un dragado en algunas zonas para recuperar no solo la navegación sino la pesca y el cultivo de ostión. Como se mencionó anteriormente, estas condiciones se modificaron con la introducción del ducto de PEMEX en la boca. Esta laguna presenta pastos marinos, Halodule wrightii y Ruppia maritima, aunque no forman grandes praderas, posiblemente por la



Ostiones en Mangle Rojo. Fotografía: Mariana Bravo

profundidad, turbidez y contaminación del cuerpo de agua. Su restauración es de vital importancia pues ayudaría a mejorar las condiciones para las pesquerías.

La laguna El Llano se encuentra más deteriorada aún. Permanece inundada muy pocos meses del año y no todos los años. En el actual estudio, se registraron altas concentraciones de fósforo total. Las altas concentraciones de este nutriente sugiere una alta descomposición de materia orgánica. Por lo anterior, esta laguna requiere de una restauración de flujos hídricos, para lo cual ya se han elaborado proyectos que no se han realizado. Su restauración tendría relevancia socioeconómica ya que antes de su azolve fue una laguna altamente productiva de ostiones. Además, es muy importante evitar asentamientos que bloqueen la boca. Si bien, la laguna permanece inundada por poco tiempo, en años muy lluviosos o durante tormentas tropicales y huracanes la barra se vuelve a abrir y para evitar accidentes, el agua libremente. Así mismo, es importante mantener este espacio para asegurar una posible restauración.

La laguna El Farallón recibió las aguas de tratamiento del Campamento Farallón pero después de pláticas con la planta nucleoeléctrica se buscó otro lugar donde verterlas. Se ha extraído agua para el riego de caña de azúcar durante mucho tiempo y a través de la planta se gestionó el riego por goteo en la zona para evitar que se secara. Ya no ha habido monitoreos por parte de la sociedad civil o la academia desde hace diez años por lo que se desconoce el resultado de estas acciones.

La laguna interdunaria que bordea a la reserva del CICOLMA se cubrió de la planta



Atardecer en Actopan. Fotografía: Yair Merlín

lechuga de agua (*Pistia stratiotes*) lo cual ayudó a evaporar el agua, lo que conjuntamente con el crecimiento y acumulación de materia orgánica dado por esta planta, logró su desecación en pocos años. Es necesario dragarla para recuperar el cuerpo de agua, o bien tomar la decisión de dejar que se forme un humedal en el predio.

I ARRECIFE ROCOSO

En el municipio, en las celdas 3, 4, 6 y 7 hay un arrecife rocoso que forma parte del sistema de arrecifes de Veracruz. Es una zona rica en la pesca de pulpo.



Arrecife rocoso. Fotografía: Gerardo Sánchez V.

I Capítulo 5.

DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

Actopan contiene nueve celdas litorales. En lo general las actividades en este municipio se recomiendan de muy baja densidad y de carácter sustentable.

Las acciones de manejo deben estar enfocadas en:

- La conservación y restauración del equilibrio dinámico litoral, garantizando el flujo de sedimento entre celdas litorales.
- La conservación de los valores geomorfológicos y ecológicos existentes en la zona.
- Se debe priorizar la conservación de los campos de dunas.
- Se debe garantizar la dinámica de los ecosistemas inundables (manglares, humedales herbáceos y selvas inundables), así como de los cuerpos lagunares.

En el Cuadro 7 se muestra un resumen de las principales características de este municipio. Posteriormente, en el Cuadro 8 se muestran a manera de semáforo los usos para los que esta costa puede ser apta y no apta. Este cuadro considera valores geomorfológicos y ecológicos.

En términos generales, y de acuerdo con las características físicas, geomorfológicas y biológicas descritas en este documento, la costa del municipio de Actopan se puede zonificar en nueve regiones. Estas regiones fueron seleccionadas porque tienen problemáticas y acciones recomendables contrastantes.

Por lo anterior, y con la finalidad de mantener la diversidad geomorfológica de la zona, la protección que ofrecen las dunas contra el impacto de fenómenos hidrometeorológicos extremos (tormentas y huracanes) así como la conservación de la fuente y el flujo de sedimentos entre las celdas litorales antes mencionadas; las actividades y permisos otorgados en la zona deben ser altamente restringidos y limitados, según se detalla abajo a nivel de ecosistema (zona marina, zona de playa y dunas frontales; dunas transgresivas y parabólicas; manglares, humedales de agua dulce; lagunas costeras y esteros).



OBSERVACIONES

- El estero el Viejón presenta altas concentraciones de clorofilas lo que sugiere que está eutrofizado.
- Se construyó una planta de tratamiento de aguas muy cerca de la costa, que drena el agua directamente al río.
- Dunas. En buen estado de conservación sin impacto humano intenso.
- La zona fue decretada como sitio Ramsar La Mancha-El Llano no. 1336.
- Esta playa ve directamente a la planta Nucleoeléctrica Laguna Verde; caminando se puede llegar a la salida del agua de enfriamiento, ya que el río tiene boca estacional.
- Las dunas son cordones bajos transformados en potreros con ojos de agua con manglares.
- Sistemas de dunas costeros muy extensos y bien conservados.
- La costa del municipio se encuentra relativamente bien conservada. En esta zona han impactado varios huracanes y tormentas tropicales produciendo fuertes inundaciones.
- Los manglares de esta zona son áreas de crianza de especies como camarón, ostión y almeja. Además es una zona de reproducción y alimentación de delfines y tortugas.
- Humedales de agua dulce, arbóreos y herbáceos.
- Las actividades agrícolas pecuarias en la zona han sido el principal factor de presión y cambio de los manglares y otras coberturas naturales.

		CELDA 1, 2	CELDA 3	CELDA 6, 7, 9	CELDA 4, 5, 8
SEMÁFORO DE ACCIONES		Actividades y permi- sos con regulación moderada, pero cui- dando el alto riesgo de inundación.	Actividades y permisos con regulación moderada, pero cuidando el alto riesgo de inundación.	Actividades y permisos altamente restringidos. En la zona no protegida puede haber actividad ganadera de baja densidad. En el Crucero puede haber desarrollo turístico de baja densidad. Alrededor del manglar, sobre las áreas transformadas en potreros pueden establecerse desarrollos campestres de muy baja densidad, sobre pilotes o muy separados, de modo que no se altere el flujo subterráneo que alimenta la laguna y el manglar de la Laguna la Mancha y los humedales de agua dulce, del sitio Ramsar.	Actividades y permisos con regulación moderada. La celda 4 es actualmente de densidad media sobre dunas y debe asegurarse que se deja el espacio correcto para la apertura y cierre intermitente de la boca de la laguna El Llano, aún en años lluviosos. La celda 5 tiene potencial de muy baja densidad construyendo sobre pilotes, sobre dunas en la barra. Tiene potencial de baja a media densidad alrededor de la Laguna Farallón. La celda 8 tiene potencial turístico de muy baja densidad en el promontorio rocoso, y hay problemas de abastecimiento de agua.
	Geomorfológicos		Medio. Unido por un tómbolo de arena que alimenta la playa turística al sur (prin- cipio precautorio).	Alto. Dunas móviles y estabilizadas de alto valor geomorfológico.	Вајо.
VALORES	Ecológicos			Alto. Especies endémicas pioneras, últimos manchones de selva baja caducifolia y selva mediana sub-perennifolia sobre dunas, laguna interdunaria, humedales herbáceos y selva inundable en depresión.	Bajo.
PROBLEMÁTICA	Cultural	Alto. Cercanía con la planta núcleo-eléc- trica Laguna Verde.	Alto. Promontorio rocoso de importan- cia histórica.	Alto. Una parte forman ya un ANP y la otra está propuesta por el gobierno estatal como área natural protegida de carácter estatal.	
	Erosión	Baja erosión. La zona aporta arena para formar el tómbolo.	Baja erosión. La zona aporta arena que alimenta la playa turística.	Baja erosión. Dunas móviles que aportan arena para evitar ero- sión de playas.	Baja erosión.
	Asentamientos afectados	Ninguna.	Ninguna.	Baja. El Crucero.	Alta. Villa Rica, Campa- mento Farallón.
	Infraestructura de protección	Nulo.	Nulo.	Nulo.	Nulo.

I MANEJO DE LA ZONA MARINA, PLAYA, MANGLARES Y HUMEDALES DE AGUA DULCE

Las recomendaciones generales para el manejo de la zona marina, playa, dunas transgresivas y parabólicas, manglares, humedales de agua dulce y lagunas costeras se detallan en el volumen B ("Recomendaciones generales para el manejo de la zona costera").

Además, a continuación se enlistan algunas recomendaciones particulares para cada uno de los ecosistemas costeros presentes en el municipio. Se detallan las acciones de manejo que son consideradas como aptas y no aptas para la zona.

ZONA MARINA

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

Pesca extractiva. Se debe valorar la población y tallas actuales de pulpo y establecer un plan de manejo de acuerdo con los pescadores.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

Deportes acuáticos, cultivo parcial de fauna de interés comercial como pulpos, ecoturismo.

MANEJO - APTO:

- Apto para nadar, con precauciones en invierno.
- Se permiten deportes acuáticos. Si se construye un muelle este debe estar piloteado en toda su extensión.
- Se debe establecer un plan de manejo de pesca responsable y sustentable acordado con la cooperativa.
- Buceo en zona arrecifal.

MANEJO - NO APTO:

No se permite la construcción de espigones, escolleras, muelles de madera, puertos. Se debe monitorear el funcionamiento de los rompeolas y buscar alternativas para recuperar la playa, que pueden incluir hasta la reubicación o retiro de infraestructura.

RESTAURACIÓN:

En función de la valoración de las poblaciones actuales de pulpo, ver las necesidades de restauración.

CONSERVACIÓN:

PROTECCIÓN:

La zona del arrecife requiere un manejo adecuado para garantizar su protección.

ZONA DE PLAYA Y DUNAS FRONTALES

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

Restaurantes rústicos y permanentes, hotelería, asentamientos urbanos.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

Restaurantes movibles sobre la playa y deportes de playa.

MANEJO - APTO:

- Delimitar la zona bajo administración de ZOFEMAT tomando en cuenta tasas de erosión y haciendo público el resolutivo a lo largo de los 27 km.
- Las nuevas construcciones deben hacerse sobre pilotes de acuerdo a los niveles de desplante mínimos establecidos en este documento.
- Se permite construcción de infraestructura de material degradable y piloteadas (Ej: casas tipo palafito o andadores) por detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas.
- Se procurará que la orientación de las construcciones disminuya la superficie de choque del viento. Se recomienda orientarlas en sentido que genere la mínima resistencia al viento (norte-sur).
- Cuando se utilice cimentación directa para edificar, se permite la construcción de infraestructura solo si la pendiente del terreno es menor a 20° a una distancia de 100 m de la cresta del primer cordón de dunas.
- Establecer accesos a la playa e inscribirlos en actas en el cabildo municipal.

MANEJO - NO APTO:

- Debido a la presencia de erosión, la playa no es apta para construcción en los primeros 20 m de zona federal y se recomienda que las construcciones se hagan sobre pilotes.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Tránsito vehicular por la playa o estacionarse en la misma.
- Aplanamiento de la playa.

CONSERVACIÓN Y/O RESTAURACIÓN:

- La playa debe ser conservada para proteger tanto a los ecosistemas como a los habitantes.
- Investigación y monitoreo.
- El ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes son deseables.

PROTECCIÓN:

Las dos reservas privadas y el área de Cansaburros y San Isidro propuesta por el gobierno estatal.

DUNAS TRANSGRESIVAS Y PARABÓLICAS

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

Ecoturismo, ganadería de baja densidad, siembra de cacahuate.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

Deportes sobre arena como Tablas de surf en áreas designadas, pastoreo bajo plan de manejo, turismo sustentable, ecoturismo.

MANEJO - APTO:

Se permite el establecimiento de estructuras temporales como camastros y casas de campaña para actividades de ecoturismo.

MANEJO - NO APTO:

- En dunas mayores a 6 m de altura con cobertura vegetal menor al 90% no se debe permitir la construcción de infraestructura temporal o permanente, que ponga en riesgo su estabilidad.
- En dunas móviles que sirven de fuente de arena para las playas o para otros sistemas no se debe construir.

RESTAURACIÓN:

CONSERVACIÓN:

- Zona con alto valor ecológico y geomorfológico, que debe permanecer inalterado por el establecimiento de infraestructura permanente o temporal o cualquier tipo de actividad que ponga en peligro su riqueza.
- Se permite ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes.

PROTECCIÓN:

Se debe priorizar la conservación de los campos dunares que alimentan la playa donde se desarrollan actividades turísticas y protegen de los vientos del norte.

MANGLARES

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

Pesca.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

Ecoturismo.

MANEJO - APTO:

- Construcción de caminos y/o carreteras con pasos de agua frecuentes y de preferencia sobre pilotes.
- Se permite el establecimiento de embarcaderos rústicos.
- UMAs para extracción de materiales para artesanías, construcción, crianza de especies acuáticas, etc. cuando exista el permiso por parte de SEMARNAT.

MANEJO - NO APTO:

- Cambio de uso de suelo, eliminando el ecosistema original.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Establecimiento de caminos que obstruyan el flujo de agua que alimenta a los manglares y humedales de la zona.
- En zonas de manglar (actual o pasada) no se permite la construcción de infraestructura permanente.

CONSERVACIÓN:

- Se permite investigación y monitoreo.
- Se permite ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes.
- Se deben impulsar acciones de restauración del manglar en las zonas donde se requieren.

PROTECCIÓN:

La Mancha es un sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica.

HUMEDALES DE AGUA DULCE

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

Pastoreo.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

Ecoturismo, pastoreo de baja densidad (una cabeza por hectárea).

MANEJO - APTO:

- Impulsar la delimitación de los humedales por parte de CONAGUA haciendo público el resolutivo.
- Accesos por medio de pasarelas que no interrumpan los flujos de agua.
- Caminos y/o carreteras con pasos de agua frecuentes y sobre pilotes.
- Creación de humedales artificiales para limpiar el agua.
- UMAs para extracción de materiales para artesanías, construcción, etc. cuando exista el permiso por parte de SEMARNAT.
- Ganadería de baja intensidad (una cabeza por hectárea), sin modificar la hidrología o composición florística del humedal.

MANEJO - NO APTO:

- Construcción de drenajes que desequen humedales, canalización, o relleno de humedales.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Establecimiento de caminos que obstruyan el flujo de agua que alimenta a manglares y humedales de la zona.
- En zonas de humedales (actual o pasada) no se permite la construcción de infraestructura permanente.
- Uso de agroquímicos en cultivos y zonas de pastoreo ubicadas sobre humedales.

RESTAURACIÓN:

- Se deben impulsar acciones de restauración de selvas inundables, popales y tulares en las zonas donde están degradados. Esto es especialmente importante en la parte de atrás de Villa Rica, para retener el agua antes de los asentamientos.
- Recuperar el gradiente manglar-selva inundable.

CONSERVACIÓN:

- Promover la investigación y monitoreo que permitan proveer información para la toma de decisiones.
- Ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes.
- Promover la reforestación con especies nativas en la orilla de los ríos.

PROTECCIÓN:

Se deben proteger los últimos relictos de selva inundable que existen en este municipio.

LAGUNAS COSTERAS Y ESTEROS

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

Pesca.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

Pesca, acuacultura, ecoturismo.

MANEJO - APTO:

- Delimitar la zona bajo administración de ZOFEMAT haciendo público el resolutivo.
- Pesca en lagunas y canales, por ejemplo de camarón de río.

UMAs de tortugas de agua dulce, cocodrilos y otras especies silvestres de humedales.

- Establecimiento de embarcaderos rústicos.
- Establecimiento de actividades de acuacultura con tratamiento de agua de desecho con niveles de calidad de agua de acuerdo con la normatividad vigente.

MANEJO - NO APTO:

- Modificación permanente de la dinámica de apertura de la boca, a menos que se demuestre mediante un estudio de modelación del intercambio de agua y sedimentos.
- Dragado de cuerpos de agua, a menos que se demuestre la necesidad por medio del estudio ambiental correspondiente.
- Desagüe de aguas residuales de ningún tipo sin tratamiento previo. Introducción de especies exóticas e invasoras.

RESTAURACIÓN:

- Se deben impulsar acciones de restauración de pastos marinos y calidad de agua en las zonas donde se requiere.
- Se debe restaurar la navegación en las lagunas, recuperando la profundidad y ancho de los canales.
- Se debe elaborar un proyecto de restauración de las lagunas y de obtención de fondos para el mismo.
- Se debe restaurar el flujo anual de intercambio de agua entre el mar y la Laguna El Llano, para que cada año entre agua a la laguna.

CONSERVACIÓN:

- Promover la investigación y monitoreo que permitan proveer información para la toma de decisiones.
- Ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes.
- Riego por goteo en las orillas.
- Se debe impulsar conjuntamente con CONAGUA la depuración del

agua, evitando el vertimiento de aguas negras en los ríos y arroyos que desembocan en la costa.

- Conjuntamente con CONAGUA se deben desazolvar los canales de navegación en el estero y el río, para dar vida al mismo, tanto económica como de recreación.
- La apertura o cierre de las barras deben ser de acuerdo con su dinámica natural.

I RESUMEN DE RECOMENDACIONES DE MANEJO RELEVANTES

RECOMENDACIONES GENERALES

- 1. No introducir especies exóticas ni invasoras.
- 2. Facilitar actividades de investigación y monitoreo.
- 3. Regular y controlar los cambios de uso de suelo y la pérdida de ecosistemas naturales.
- 4. Fortalecer y fomentar actividades de educación ambiental.

De acuerdo al análisis realizado:

PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

- 1. Se observa que aunque en general la costa del municipio se encuentra en proceso muy próximo al equilibrio dinámico existen zonas con tasas de erosión elevadas, presentándose las mayores variaciones en los perfiles 17 al 19 que corresponden con las bocas de las lagunas El Llano y La Mancha (Figura 4). En cuanto a la tasa de erosión, la mayor erosión está en el perfil 10 con 125 m de retroceso de línea de costa. Por otro lado, las mayores variaciones se presentan en el perfil 4 que corresponde con la desembocadura del río El Limón y el Estero Muerto en donde la playa ha crecido 200m. En general, las tasas de erosión van desde los 10 m/año hasta tasas de erosión de 300 m/año.
- 2. Las construcciones sobre las playas deben estar cimentadas sobre pilotes: (a) si son temporales su desplante deben estar coronado a 3.75 m sobre el Nivel de Bajamar Media Inferior, y (b) si son permanentes a 4.10 m sobre el Nivel de Bajamar Media Inferior. Ver la sección Recomendaciones Generales y los resultados del apartado 3.1Clima marítimo de este documento.
- 3. No se permite ningún tipo de construcción temporal y/o permanente en el campo de dunas transgresivas, debido a los riesgos para la infraestructura y la población.

MANGLARES

- 1. En la Laguna de la Mancha se han detectado impactos y amenazas que la han afectado así como al manglar que la rodea. Aunque el manglar se considera que se encuentra en buen estado de conservación, ha sido alterado por las actividades humanas. De tal forma se tendrían que seguir las siguientes acciones que se ha detectado que han alterado a estos ecosistemas costeros (López-Portillo et al. 2009):
 - a. Evitar la tala del manglar que rodea a la laguna para cambiar el uso de suelo a pastizales para actividades agropecuarias.
 - b. Mantener el hidroperiodo.
 - c. Controlar el tráfico ilegal de especies como cangrejos y aves.
- 2. Delimitar la zona federal considerando que los 20 m de distancia deben ser a partir del nivel máximo de embalse de la laguna, el estuario u otro cuerpo de agua.
- 3. Cualquier obra o intervención debe comprometerse a mantener el flujo hídrico desde y hacia el manglar.
- 4. Evitar el desmonte de los manglares en las colindancias con los potreros.
- 5. Evitar la ampliación de los potreros a costa de los manglares colindantes.
- 6. Recuperar la cobertura vegetal original en sitios perturbados. Reforestar las orillas de ríos, lagunas y esteros para recuperar y mantener o mejorar la calidad del agua.
- 7. Integrar a las comunidades locales a los proyectos de rehabilitación hidráulica y de restauración de manglar.
- 8. No verter aguas negras o grises en el cuerpo de agua sin haberlas tratado previamente. Promover la instalación de una infraestructura para el tratamiento de las aguas y desechos sólidos que sea proporcional al tamaño de los asentamientos humanos para dar atención adecuada a esta problemática, pues puede convertirse en un problema crónico.
- 9. Evitar las modificaciones artificiales en el flujo de sedimentos.
- 10. Realizar sólo pesca de bajo impacto y promover la construcción de muelles de calidad que permitan el libre flujo de agua.
- 11. Fortalecer la legislación relativa a la protección de flora y fauna en los manglares (por ejemplo, prohibir la cacería o la colecta de organismos que suelen venderse ilegalmente, como pericos o serpientes).

HUMEDALES

- 1. Es una zona con un flujo subsuperficial importante (75% del flujo) y es lo que da vida y mantiene no solo a los humedales de agua dulce, sino también al manglar. Por lo tanto se debe evitar que los asentamientos constituyan a través de sus cimientos, muros que impidan el paso del agua. Este manejo debe hacerse mediante reglas de densidad y de construcción, en función de la zona.
- 2. Los humedales y manglares limpian el agua de escurrimiento y mantienen la calidad de agua de las lagunas costeras, tanto para las pesquerías, la vida silvestre y la recreación. Por tanto las construcciones en humedales, cuando se permiten, deben ser sobre pilotes.
- 3. Se debe evitar que se desequen o rellenen los humedales de la zona.

LAGUNAS COSTERAS Y ESTEROS

- 1. Evitar la apertura de canales y construcción de puentes, carreteras, ductos y terraplenes ya que pueden cambiar los patrones hidrológicos y favorecer el azolvamiento.
- 2. No permitir el vertimiento de desechos agrícolas, industriales y urbanos sin tratamiento a los ríos que drenan la laguna para evitar su contaminación y eutrofización.
- 3. No permitir la extracción de agua del subsuelo para la agricultura.
- 4. Un impacto que tendría que regularse es que se ha detectado la alteración del hidroperiodo por los pescadores, ya que deciden cuando abrir la boca de conexión de la laguna y no de manera natural, repercutiendo directamente en el período de inundación en las áreas de manglar.
- 5. Regular el impacto turístico y la presión del sector pesquero sobre el ostión y robalo.

I BIBLIOGRAFÍA

- Alcérreca, J.C., Silva, R., y Mendoza, E. 2013. *Simplified settling velocity formula for calcareous sand.* Journal of Hydraulic Research, 51: 215-219.
- Bautista, G., Silva, R., y Salles, P. 2003.

 Predicción de marea de tormenta
 generada por ciclones tropicales.

 Revista de Ingeniería Hidráulica, 18:
 5–19.
- Castillo, S., y Moreno-Casasola, P. 1996. Coastal sand dune vegetation: an extreme case of species invasion. Journal of Coastal Conservation, 2: 13-22.
- Castillo, S., y Moreno-Casasola, P. 1998. Análisis de la flora de dunas costeras del litoral atlántico de México. Acta Botánica Mexicana, 45: 55-80.
- Castillo-Campos, G., y Travieso-Bello, A.C. 2006. La flora. En: Moreno-Casasola P. (Ed.). *Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha.* Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, 171-204 pp.
- Espejo-Serna, A., y López-Ferrari, A.R. 1998. *Iridaceae. Flora de Veracruz.* Fascículo 105. Instituto de Ecología, A. C.-University of California, Xalapa, Veracruz, 58 pp.
- García-Franco, J.G. 1996. Distribución de epífitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México.

- Acta Botánica Mexicana, 37: 1-9. Graham, S.A. 1991. *Lythraceae. Flora de Veracruz*. Fascículo 66. Instituto de Ecología, A. C.-University of California, Xalapa, Veracruz, 94 pp.
- INEGI. 2010. Censo de Población. Vivienda 2010. Resultados definitivos. México (2011).
- Infante Mata, D., Moreno-Casasola, P., Madero Vega, C., Castillo-Campos, G., y Warner, B.G. 2011. Floristic composition and soil characteristics tropical freshwater forested wetlands of Veracruz on the coastal plain of the Gulf of Mexico. Forest Ecology and Management, 262: 1514-1531.
- Lithgow, D., Martínez, M.L., y Gallego-Fernández, J.B. 2015. The "Re-Dune" index (Restoration of coastal Dunes Index) to assess the need and viability of coastal dune restoration. Ecological indicators, 49: 178-187.
- López-Portillo, J., Lara-Domínguez, A.L., Ávila-Ángeles, A., y Vázquez-Lule, A.D. 2009. Caracterización del sitio de manglar La Mancha. En: Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). CONABIO México, D.F.
- www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/sitiosPrioritarios.html
- López-Portillo, J., Martínez, M.L., Hesp, P.A., Hernández Santana, J.R., Vásquez-Reyes, V.M., Gómez Aguilar, L.R., Méndez Linares, A.P., Jiménez-Orocio, O.A., y Gachuz Delgado,

- S. 2011. Atlas de las costas de Veracruz: manglares y dunas. Secretaría de Educación y Cultura del estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, 248 pp.
- López-Rosas, H., Espejel-González, V.E., y Moreno-Casasola, P. 2014. La invasión de los humedales costeros del sureste de México por la gramínea africana "zacate alemán" (Echinochloa pyramidalis): perspectivas para la restauración de estos ecosistemas. En: Low Pfeng A.M., Quijón P. y Peters Recagno E.M. (Eds.). Especies Invasoras Acuáticas: Casos de estudio en ecosistemas de México, SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. University of Prince Edward Island, 543-566 pp.
- López-Rosas, H., Moreno-Casasola, P., y Espejel-González, V.E. 2015. Shade treatment affects structure and recovery of invasive C4 African grass Echinochloa pyramidalis. Ecology and Evolution, 5: 1327-1342.
- Martínez, M.L., Gallego-Fernández, J.B., García-Franco, J.G., Moctezuma, C., y Jiménez, C.D. 2006. Assessment of coastal dune vulnerability to natural and athropogenic disturbances along the Gulf of México. Environmental Conservation, 33: 109-117.
- Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante-Mata, D., y Rodríguez-Revelo, N. 2014. *Diagnóstico de las dunas* costeras de México. CONAFOR. Guadalajara, Jalisco, 350 pp.
- McDonald, A. 1993. Convolvulaceae

- I. Flora de Veracruz. Fascículo 73. Instituto de Ecología, A. C.-University of California, Xalapa, Veracruz, 99 pp.
- Moreno-Casasola, P., Van Der Maarel, E., Castillo-Argüero, S., Huesca, M.L., y Pisanty-Baruch, I. 1982. *Ecología de la vegetación de dunas costeras: estructura y composición en el Morro de La Mancha, Ver.* I. Biótica, 7: 491-526.
- Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Castillo-Argüero, S., Castillo-Campos, G., Durán, R., Pérez-Navarro, J.J., León, J.L., Olmsted, I., 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. Vol. II. Acta Zoológica Mexicana, nueva serie. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, 177-258 pp.
- Moreno-Casasola, P., López Rosas, H., Infante Mata, D., Peralta, L.A., Travieso-Bello, A.C., y Warner, B.G. 2009. Environmental and anthropogenic factors associated with coastal wetland differentiation in La Mancha, Veracruz, Mexico. Plant Ecology, 200: 37-52.
- Moreno-Casasola, P., Cejudo-Espinosa, E., Capistrán-Barradas, A., Infante-Mata, D., López-Rosas, H., Castillo-Campos, G., Pale-Pale, J., y Campos-Cascaredo, A. 2010. Composición florística, diversidad y ecología de humedales herbáceos emergentes en la planicie costera central de Veracruz, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 87: 29-50.
- Moreno-Casasola, P., Castillo-Argüe-

- ro, S., y Martínez-Vázquez, M.L. 2011. Flora de las playas y los ambientes arenosos (dunas) de las costas. En: Cruz-Angón, A. (Ed.). La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México, 229-238 pp.
- Moreno-Casasola, P., Castillo Campos, G., Infante Mata, D.M., Cázares Hernández, E., Aguirre León, G., González-García, F., y Gerwert Navarro, M. 2015. *Plantas y animales de las costas de Veracruz. Una guía ilustrada.* Colección Veracruz Siglo XXI. Serie Patrimonio Natural. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana, 542 pp.
- Nee, M. 1993. Solanaceae II. Flora de Veracruz. Fascículo 72. Instituto de Ecología, A. C. University of California. Xalapa, Veracruz, 158 pp.
- Peralta-Peláez, L.A., y Moreno-Casasola, P. 2009. Composición florística y diversidad de la vegetación de humedales en los lagos interdunarios de Veracruz. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 85: 89-99.
- Pérez, C.E. 1995. *Menispermaceae.*Flora de Veracruz. Fascículo 87. Instituto de Ecología, A. C. University of California. Xalapa, Veracruz, 43 pp.
- Posada-Vanegas, G., Durán-Valdez, G., Silva-Casarín, R., Maya-Magaña, M.E., y Salinas-Prieto, J.A. 2011. Vulnerability to coastal flooding in-

- duced by tropical cyclones. Coastal Engineering Proceedings, 1:19.
- Priego-Santander, A., Moreno-Casasola, P., Palacio Prieto, J.L., López-Portillo, J., y Geissert, D. 2003. Relación entre la heterogeneidad del paisaje y la riqueza de especies de flora en cuencas costeras del estado de Veracruz, México. Investigaciones Geográficas, 52: 31-52.
- Rivera-Guzmán, N.E., Moreno-Casasola, P., Ibarra-Obando, S.E., Sosa, V.J., y Herrera-Silveira, J. 2014. Long term state of coastal lagoons in Veracruz, Mexico: Effects of land use changes in watersheds on seagrasses habitats. Ocean y Coastal Management, 87: 30-39.
- Ruiz, G., Silva, R., Pérez, D.M., Posadas, G., y Bautista, E.G. 2009. Modelo híbrido para la caracterización del oleaje. Tecnología y Ciencias del Agua, 24: 5-22.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504 pp.
- Sánchez-Vindas, P.E. 1990. *Myrtaceae.*Flora de Veracruz. Fascículo 62. Instituto de Ecología, A. C. University of California. Xalapa, Veracruz, 43 pp.
- Silva, R., Govaere, G., Salles, P., Bautista, G., y Díaz, G. 2002. *Oceanographic vulnerability to hurricanes on the Mexican coast.* ASCE, Coastal Engineering, 39-51 pp.
- Silva, R. 2005. *Análisis y descripción* estadística del oleaje. Instituto de Ingeniería. Instituto de Ingeniería, UNAM, México, 177 pp.

- Silva, R., Ruíz, G., Posada, G., Pérez, D., Rivillas, G., Espinal, J., y Mendoza, E. 2008. Atlas de clima marítimo de la vertiente Atlántica Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sousa, M., Ricker, M., y Hernández, H.M. 2001. *Tree species of the family Leguminosae in Mexico*. Harvard Papers in Botany, 6: 339-365.
- Stockdon, H.F., Holman, R.A., Howd, P.A., y Sallenger, A.H. 2006. *Empirical parameterization of setup, swash, and runup.* Coastal Engineering, 53: 573-88.
- Travieso-Bello, A.C., Moreno-Casasola, P., y Campos, A. 2005. Efecto de diferentes manejos pecuarios sobre el suelo y la vegetación en humedales transformados a pastizales. Interciencia, 30: 12-18.
- Trifonova, E., Valchev, N., Keremedchiev, S., Kotsev, I., Eftimova, P., Todorova, V., Konsulova, T., Doncheva, V., Flipova, M., Vergiev, S., Petkov, J., Nikolaev, R., de Vries, W., Silva, R., Andreeva, N., Galiatsotou, P., Kirilova, D., Krestenitis, Y., Polonsky, A., Androulidakis, I., Kombiadou, K., Weisse, R., Mendoza, E., Durán, G., Karambas, T., Koftis, T., Prinos, P., Kuznetsov, S., y Saprykina, Y. 2014. Mitigating flood and erosion risk using sediment management for a touristic city: Varna, Bulgaria. En: Zanuttigh, B., Nicholls, R., Vanderlinden, J.P., Thompson, R. y Burcharth, H. (Eds.). Coastal risk management in a changing climate. Elsevier, 358-383 pp.

Vázguez-Yanes, C., Batis Muñoz, A.I.,

- Alcocer Silva, M.I., Gual Díaz, M., y Sánchez Dirzo, C. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO. Instituto de Ecología, UNAM.
- Villarreal, J.A., Villaseñor, J.L., y Medina, R. 2008. Compositae. Tribu Helenieae. Flora de Veracruz. Fascículo 143. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, 70 pp.
- Villatoro, M., Silva, R., Méndez, F., Zanuttigh, B., Shunqi, P., Trifonova, E., Losada, I., Izaguirre, C., Simmonds, D., Reeve, D., Mendoza, E., Martinelli, L., Bagli, S., Galiatsatou, P., y Eftimova, P. 2014. Flood and erosion at open beaches in a changing climate. Coastal Engineering, 87: 50-76.
- Vovides, A.P., Rees, J.D., y Vázquez-Torres, M. 1983. *Zamiaceae. Flora de Veracruz.* Fascículo 26 INIREB, Xalapa, Veracruz, México, 31 pp.
- Wunderlin, R.P. 1983. Revision of the arborescent Bauhinias (Fabaceae: Caesalpinioideae: Cercideae) Native to Middle America. Annals of the Missouri Botanical Garden, 70: 95-127.
- Yetter, H.C. 2004. Hydrology and geochemistry of freshwater wetlands on the Gulf Coast of Veracruz, Mexico. Master's thesis. Waterloo, Ontario Canada, 168 pp.

El municipio de Actopan se localiza en la región central de la costa del estado de Veracruz. En la zona costera de este municipio se encuentran 57 poblaciones rurales y ninguna localidad urbana.

La costa de Actopan es mayormente estable, cuenta con grandes extensiones de dunas y de manglares. Además, se conservan fragmentos importantes de humedales herbáceos y selvas. Una peculiaridad de este municipio es que cuenta con el principal relicto de selva sobre dunas del Golfo de México.

En este estudio se presenta la caracterización socioeconómica (grado de marginación, principales actividades productivas, etc.) así como la descripción del medio físico (dinámica marina, aspectos relevantes de la dinámica sedimentaria) y de los ecosistemas (vegetación de dunas, humedales, manglares, esteros) presentes en la zona costera del municipio. Además, se proponen medidas de manejo orientadas en garantizar la conservación de sus ecosistemas así como la provisión de servicios clave para las poblaciones que habitan la zona.



