

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO

MECAYAPAN, VERACRUZ

Rodolfo Silva
Oscar Jiménez-Orocio
M. Luisa Martínez
Valeria Chávez
Cesia Jaqueline Cruz Ramírez
Gabriela Vázquez
Jorge López-Portillo
Patricia Moreno-Casasola
Gabriela Mendoza-González
José G. García-Franco
Gonzalo Castillo-Campos
Debora Lithgow



LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO

**MECAYAPAN,
VERACRUZ**

Primera Edición 2024

D.R. © 2024 Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)
Carretera antigua a Coatepec, No. 351,
El Haya, Xalapa, Veracruz, C.P. 91073, México
<http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/>

ISBN: 978-607-8833-20-7

DOI: [10.21829/978-607-8833-20-7](https://doi.org/10.21829/978-607-8833-20-7)

Esta publicación fue financiada por el Consejo Veracruzano de Investigación y Desarrollo Tecnológico dentro del proyecto: “Fortalecimiento del Sistema de monitoreo de Prevención de Riesgos y Desastres de la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave”. El trabajo se realizó bajo la supervisión de la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz en contrato con el Instituto de Ecología A.C. que desarrolló el proyecto: “Análisis de la erosión y propuestas para promover la resiliencia en las costas de Veracruz”.

Mayo, 2024

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO MECAYAPAN, VERACRUZ

ISBN: 978-607-8833-20-7

Autores:

Rodolfo Silva - Instituto de Ingeniería, UNAM

Oscar Jiménez-Orocio - Universidad Autónoma de Baja California

M. Luisa Martínez - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Valeria Chávez - Instituto de Ingeniería, UNAM

Cesia Jaqueline Cruz Ramírez - Instituto de Ingeniería, UNAM

Gabriela Vázquez - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Jorge López-Portillo - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Patricia Moreno-Casasola - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Gabriela Mendoza-González - Instituto de Ecología, UNAM

José G. García-Franco - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Gonzalo Castillo-Campos - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Debora Lithgow - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Autores de correspondencia por tema:

Caracterización del medio físico:

Rodolfo Silva - rsilvac@iingen.unam.mx

Dunas costeras:

M. Luisa Martínez - marisa.martinez@inecol.mx

Manglares:

Jorge López Portillo - jorge.lopez.portillo@inecol.mx

Humedales:

Patricia Moreno-Casasola - patricia.moreno@inecol.mx

Lagunas costeras:

Gabriela Vázquez - gabriela.vazquez@inecol.mx

Publicación en línea: DOI en trámite

Forma sugerida de citar este libro:

Silva R, Jiménez–Orocio O, Martínez ML, Chávez V, Cruz C, Vázquez G, López–Portillo J, Moreno–Casasola P, Mendoza–González G, García–Franco JG, Castillo–Campos G, Lithgow D. 2024. *La zona costera del municipio Mecayapan, Veracruz*. INECOL, Veracruz, 58 pp.

El cuidado editorial de la obra *La zona costera del municipio Mecayapan, Veracruz* estuvo a cargo del Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), Xalapa, Ver., México.

En portada: Mecayapan. Fotografía: Vinisa Romero

Diseño: Vinisa Romero – vinisadrive@gmail.com

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT)

Dra. María Elena Álvarez-Buylla Roces

Directora General de CONAHCYT

Dr. José Alejandro Díaz Méndez

Unidad de Articulación Sectorial y Regional, CONAHCYT



Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)

Dr. Héctor Armando Contreras Hernández

Director General, INECOL

Dr. Gerardo Mata Montes de Oca

Secretario Académico, INECOL

Dr. Oscar Luis Briones Villareal

Secretario de Posgrado, INECOL

Dra. Betsabé Ruiz Guerra

Secretaria Técnica, INECOL

Dra. Indra Morandín Ahuerma

Directora de Administración, INECOL



Secretaría de Protección Civil de Veracruz de Ignacio de la Llave

Ing. Cuitláhuac García Jiménez

*Gobernador Constitucional del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave,
Coordinador del Sistema Estatal de Protección Civil y
Presidente del Consejo Estatal de Protección Civil*

Dra. Guadalupe Osorno Maldonado

*Secretaria de Protección Civil y
Secretaria Ejecutiva del Consejo Estatal de Protección Civil*

Lic. Alma Angélica Fuertes Jara

Directora General de Prevención de Riesgo de Desastres

Dr. Saúl Miranda Alonso

*Subdirector de Estudios y Pronósticos Meteorológicos
Coordinador del Proyecto*

Actualización

Mayo, 2024



CONTENIDO

PÁG. 11 **CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES**

- ♦ Caracterización socioeconómica
- ♦ Población, grado de marginación, viviendas
- ♦ Poblaciones rurales y urbanas en la zona costera
- ♦ Actividades productivas

PÁG. 16 **CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO**

- ♦ Dinámica marina
- ♦ Características de la costa
- ♦ Infraestructura y alteraciones en las fuentes de sedimento
- ♦ Aspectos relevantes en la dinámica sedimentaria

PÁG. 34 **CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO**

- ♦ Tipos de vegetación
- ♦ Las dunas costeras
- ♦ Especies vegetales de la zona costera
- ♦ Distribución y extensión de manglares
- ♦ Caracterización de humedales
- ♦ Caracterización de lagunas costeras
- ♦ Caracterización de los arrecifes de coral

PÁG. 46 **CAPÍTULO 4. CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS**

- ♦ Playas y dunas costeras
- ♦ Humedales
- ♦ Manglares
- ♦ Lagunas costeras

PÁG. 48 **CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN**

- ♦ Manejo de la zona marina, playa y humedales de agua dulce
- ♦ Resumen de recomendaciones de manejo relevantes

PÁG. 54 **BIBLIOGRAFÍA**

Capítulo 1.

ASPECTOS GENERALES

CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

El municipio de Mecayapan se localiza entre las coordenadas de latitud 18° 32' 56" N y 18° 04' 55.24" S; y -94° 42' 04.26" O y -94° 54' 47.33" E de longitud (Figura 1). Geográficamente, el municipio consta de dos áreas: la primera ("parte norte"), y única con litoral costero, limita al norte con el Golfo de México, al sur con los municipios de Catemaco y Tatahuicapan de Juárez, al

oeste con Catemaco y al este con Tatahuicapan de Juárez. El segundo fragmento del municipio ("parte sur") se localiza a aproximadamente 13 km tierra adentro desde la línea de costa. Limita al norte con Tatahuicapan de Juárez, al sur con Chinameca, al oeste con Soteapan y al este con Pajapan. Superficie total del municipio: 295.67 km², superficie en la parte norte: 96.67 km²; Superficie municipal en la parte sur: 199 km². El total de la superficie del territorio representa el 0.38 % del total de la superficie del estado. El litoral de Mecayapan suma alrededor de 20.3 km de línea de costa abierta, 1.85 % del total del estado.

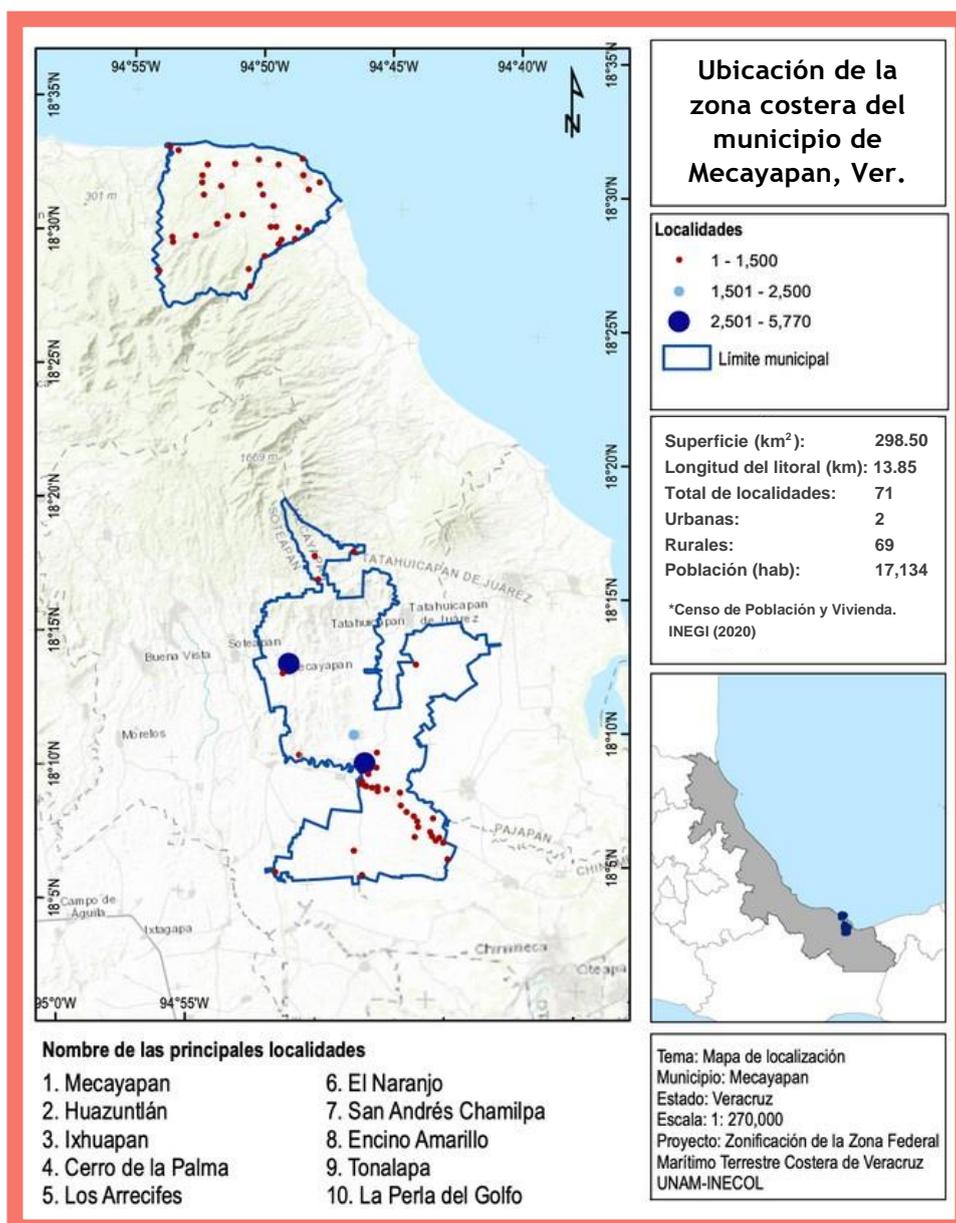


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Mecayapan, Veracruz.

POBLACIÓN, GRADO DE MARGINACIÓN, VIVIENDAS

El municipio de Mecayapan alberga 71 localidades que en conjunto albergan 17,134 habitantes (INEGI, 2020). Las principales localidades son: Mecayapan (cabecera municipal), Huazuntlán, Hxhuapan, Cerro de la palma y Los arrecifes. La densidad poblacional del municipio es de 57.4 hab/km². De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), para el 2020 el índice de marginación fue de 59.69, considerado como “Alto” grado de marginación; con baja cohesión social (Índice de GINI de 0.341). Según los

indicadores de pobreza (CONEVAL, 2020), el municipio presenta un índice de pobreza de 83.1, alto grado de pobreza, muy por encima de la media nacional (43.9), y superior de la media estatal (60.8); porcentaje medio de pobreza extrema (32.69 %) y rezago educativo del 36.78 %. El 83.41 % de la población tiene ingresos inferiores a la línea de bienestar, el 70.65 % presenta al menos tres carencias (salud, alimentación y vivienda), el 45.67 % carece de acceso adecuado y suficiente a la alimentación y el 99.21 % tiene al menos una carencia. El 20.61 % de la población carece de servicios de salud, y el 85.97 % carece de acceso a seguridad social (Figura 2). El 22 % de la población mayores de 14 años son analfabetas.

Indicadores seleccionados de pobreza en Mecayapan, Ver. 2020

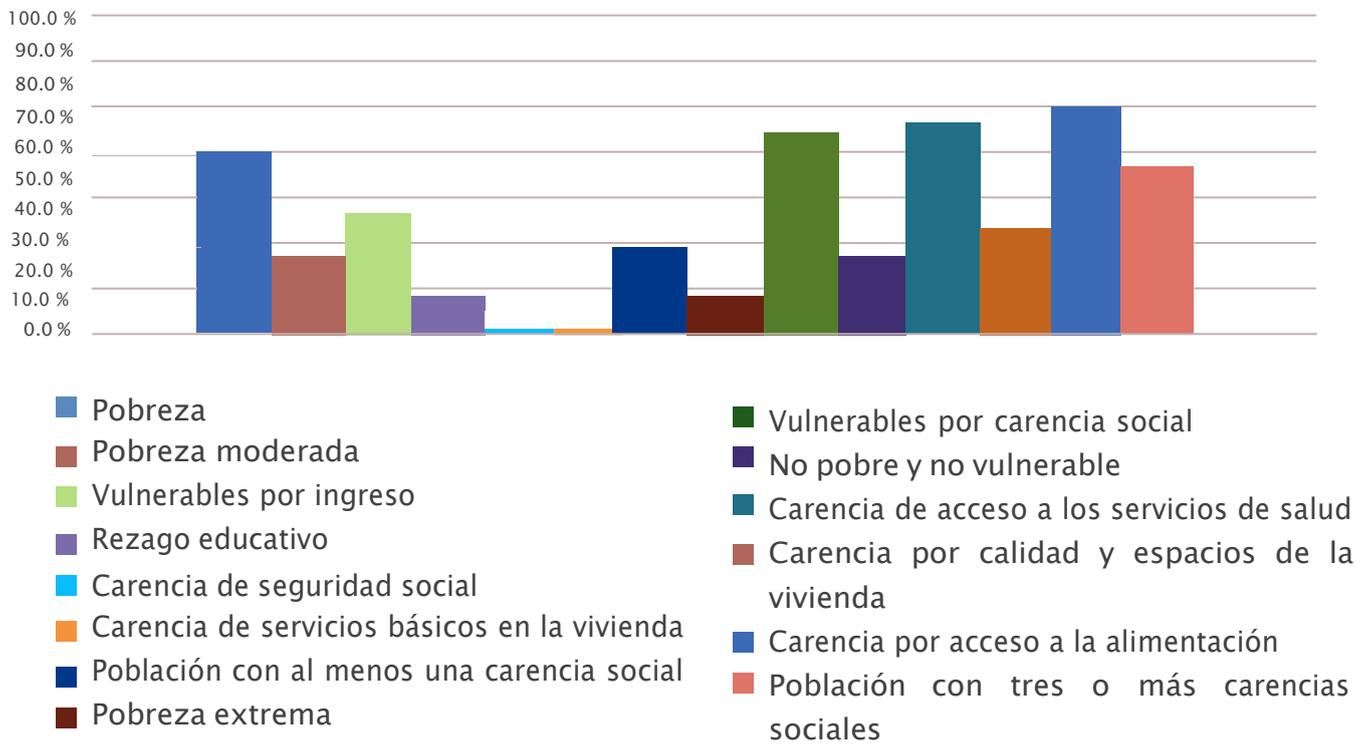


Figura 2. Indicadores de desempeño municipal (Modificado de CONEVAL, 2020).

POBLACIONES RURALES Y URBANAS EN LA ZONA COSTERA

El municipio de Mecayapan alberga 71 localidades; dos son consideradas como urbanas (más de 2,500 habitantes): Mecayapan (5,770 habitantes) y Huazuntlán (3,202 habitantes). Las 69 localidades restantes están catalogadas como rurales, ya que cuentan con menos de 2,500 habitantes. De estas últimas, Ixhuapan se acerca a los 2,000 habitantes (1,924); ocho tienen entre 500 y 1,000 habitantes; cuatro entre 100 y 500 habitantes; y las 56 localidades restantes son rurales con menos de 100 habitantes (Figura 1).

La franja costera del municipio de Mecayapan ocupa el 20 % del territorio municipal (Cuadro 1). En esta franja se encuentran 25 localidades. En la zona

inmediata a la línea de costa, hasta los 500 m tierra adentro, se ubican tres localidades rurales, que en conjunto albergan 40 habitantes. En la zona intermedia, entre los 500 y 1,000 m de la línea de costa, se encuentra tres localidades (569 habitantes), de las cuales La perla del Golfo es la de mayor población. Después de los 1,000 m y hasta los 5,000 m se encuentran 19 localidades (868 habitantes), igualmente rurales. De estas localidades, la de mayor población (Los Arrecifes) tiene 751 habitantes. En total, en la franja costera, habitan 1,477 personas (8.6 % del total de la población del municipio). En todo el municipio, la población con mayor número de habitantes es la cabecera municipal, y se localiza aproximadamente a 35 km de la línea de costa.



Cuadro 1. Localidades ubicadas en la franja costera.

Distancia a la línea de costa					
0 a 500 m		de 501 a 1000 m		de 1001 a 5000 m	
Nombre de Localidad	Población	Nombre de Localidad	Población	Nombre de Localidad	Población
El Salado	2,177	La Perla del Golfo	6,284	Los Arrecifes	20,797
Los Pinos	679	Olapan	1,889	El Oasis (Isabel Rivas UScanga)	1,828
El Faro de Zapotitlán	483	Los Mangos (Oscar Alarcón Rodríguez)	956	El Toro (Francisco Castro Martínez)	1,430
				La Guadalupe	1,354
				La Escalera	1,268
				El Rubí (Samuel Lagunes Sánchez)	1,112
				Guasinapa	995
				El Chaparral	658
				El Diamante (Francisco Méndez Vázquez)	539
				Santo Domingo	505
				Utera Blanco (Y Qué)	351
				El Norteño	304
				La Mina (Guillermo Castro Cervantes)	258
				El Señor Alcón	234
				La Majapa (Pedro Hernández Almendra)	231
				Las Maravillas	197
				El Garrido (Benito Garrido González)	188
				Ana María Bello Méndez	188
				La Primavera	163
Total localidades	3	3	3	19	19
Total población	3,339	9,129	9,129	32,600	32,600

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Agricultura:

La superficie sembrada en el municipio es de 5,038 hectáreas (50 km²) que corresponden al 16.9 % del total de la superficie municipal. El principal tipo de cultivo cosechado es el maíz en grano (4,280 ha) con un valor de producción de alrededor de 50.5 millones de pesos. Además, 370 ha de frijol y 152 ha de café (SADER, 2021).

Ganadería:

La superficie destinada al cultivo de pastizales para cubrir la actividad ganadera es del 66.3 % de la superficie total del municipio. El principal tipo de ganado producido es el bovino con 3,868 ton, seguido de la producción porcina (127.6 ton), avícola (70.2 ton) y en menor proporción la producción de ganado

ovino (56 ton). El valor de la producción ganadera es de 175.3 millones de pesos anuales, de los cuales el 90 % corresponden a la producción de bovinos (Cuadro 2).

Servicios y turismo:

Al 2018, el municipio contaba con 32 establecimientos de servicios de preparación de comida y no se cuenta con establecimientos de hospedaje (DENUE, 2018). Tampoco se presenta información sobre el origen de los turistas que visitan el municipio. En el municipio se encuentra diferentes arroyos tributarios del río Chalapa, de los cuales se derivan algunos cuerpos de agua que son utilizados como balnearios como Huazuntlán, Tonalapan, Los Tres Mangos, Los Mangos, Minzapan, parte de la costa arrecifes y Perla del Golfo y otras lagunas entre las que destacan la de Tepache y Barras de Tecuanapa y Pilapa (INAFED, 2010).

Cuadro 2. Producción ganadera del municipio de Mecayapan, Ver. Datos de SAGARPA (2013).

	Prod. (ton o miles de litros)	Prod. en pie (Ton)	Precio prom. (\$/kg)	Precio promedio en pie (\$/kg)	Valor de la producción (Miles \$)	Valor de la prod. en pie (Miles \$)	Peso promedio en canal (kg)	Peso promedio en pie (kg)	Número de Cabezas
Bovino-Carne	2,095.28	3,868.75	64.68	32.19	135,519.30	124,542.58	249.47	460.62	8,399
Bovino-Leche	4,077.38	0	5.43	0	22,124.41	0	0	0	0
Porcino-Carne	97.86	127.64	36.48	26.59	3,569.55	3,393.44	78.22	102.03	1,251
Ovino-Carne	28	55.98	75.15	36.88	2,104.11	2,064.67	15	30	1,866
Ave-Carne	53.95	70.39	37.05	26.51	1,998.79	1,866.03	1.9	2.49	28,321
Guajolote-Carne	4.68	6.68	74.86	46.84	350.48	312.97	4.76	6.79	984
Ave-Huevo	175.99	0	52.82	0	9,295.74	0	0	0	0
Abeja-Miel	7.91	0	44.49	0	351.97	0	0	0	0
Abeja-Cera									
TOTAL	6,541.23	4,129.44	471.31	169.01	175,328.49	132,179.69	349.35	601.93	40,821.00

Capítulo 2.

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

DINÁMICA MARINA

La costa del Municipio de Mecayapan sólo contiene una celda litoral que tiene una longitud de 13.85 km y se muestran en la Figura 3.

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 4 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 (enero-marzo), primavera (abril-junio), verano (julio-septiembre) y otoño (octubre-diciembre). 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 componente del norte, particularmente durante los meses del otoño e invierno (asociados a vientos del norte) y excepcionalmente durante los meses de verano (asociados con huracanes).

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.

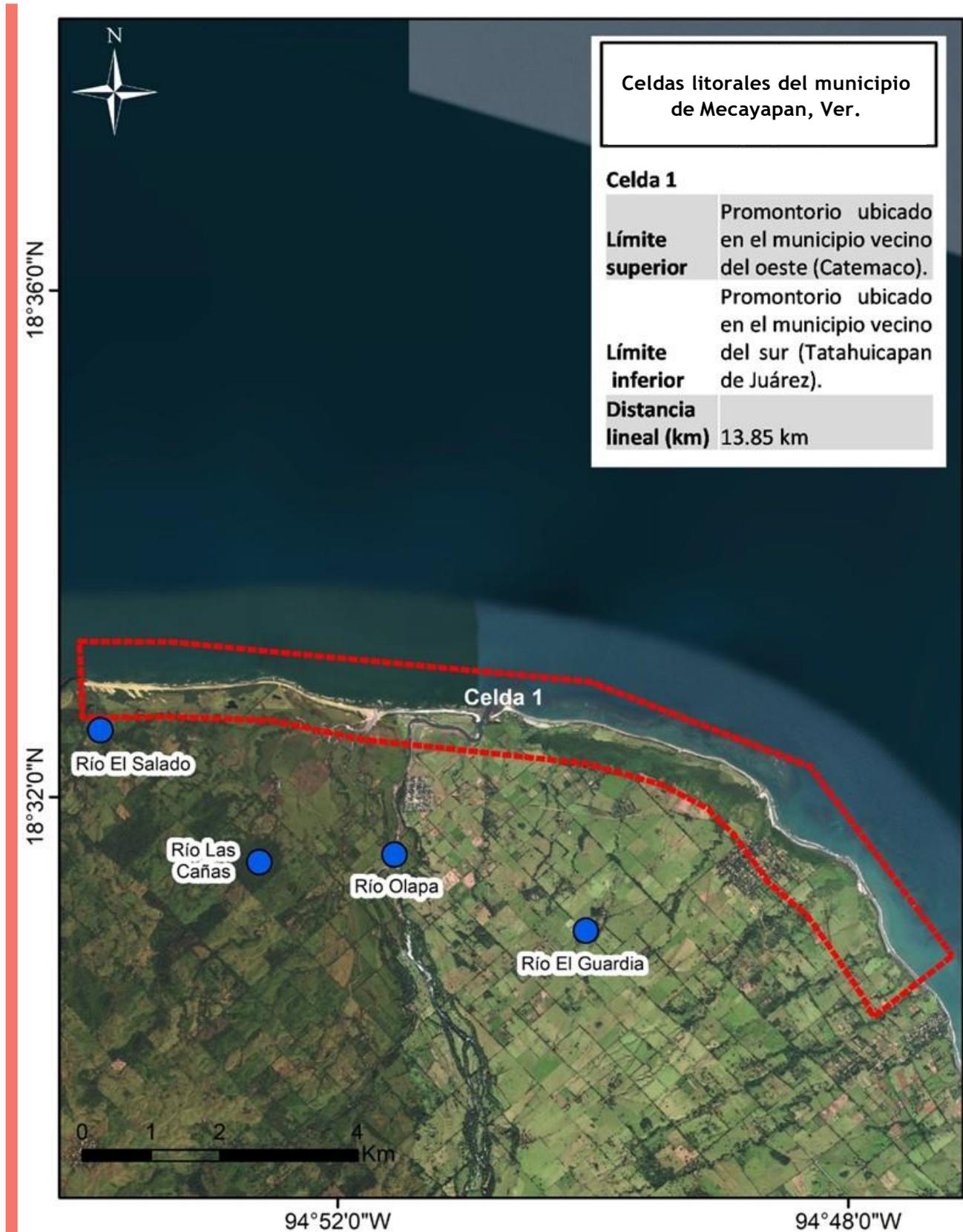


Figura 3. Celdas litorales del municipio de Mecayapan.

De acuerdo con los datos publicados por la Secretaría de Marina, los dos mareógrafos más próximos a Mecayapan están localizados en Alvarado (95° 58' 56" O, 19° 03' 55" N) y Coatzacoalcos (94° 25' 09" O, 18° 07' 32" N). Aplicando una interpolación lineal, los valores de los planos de marea para Mecayapan se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Planos de mareas referidos al Nivel de Bajamar Media Inferior (m).

Pleamar Máxima Registrada	1.21
Nivel de Pleamar Media Superior	0.41
Nivel de Pleamar Media	0.39
Nivel Medio del Mar	0.28
Nivel de Bajamar Media	0.12
Nivel de Bajamar Media Inferior	0.00
Bajamar Mínima Registrada	-0.53

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 4.

Cuadro 4. Sobreelevación del nivel del mar por la acción del viento, gradiente de presiones atmosféricas y oleaje (m).

Periodo de retorno en años	Sobreelevación por viento	Sobreelevación por presiones atmosféricas	Alcance máximo del oleaje
2	0.04	0.02	1.17
5	0.12	0.10	1.28
10	0.19	0.15	1.39
15	0.22	0.18	1.45
20	0.24	0.20	1.48
25	0.26	0.21	1.50
30	0.27	0.22	1.51
40	0.28	0.24	1.53
50	0.29	0.25	1.55
100	0.32	0.29	1.61

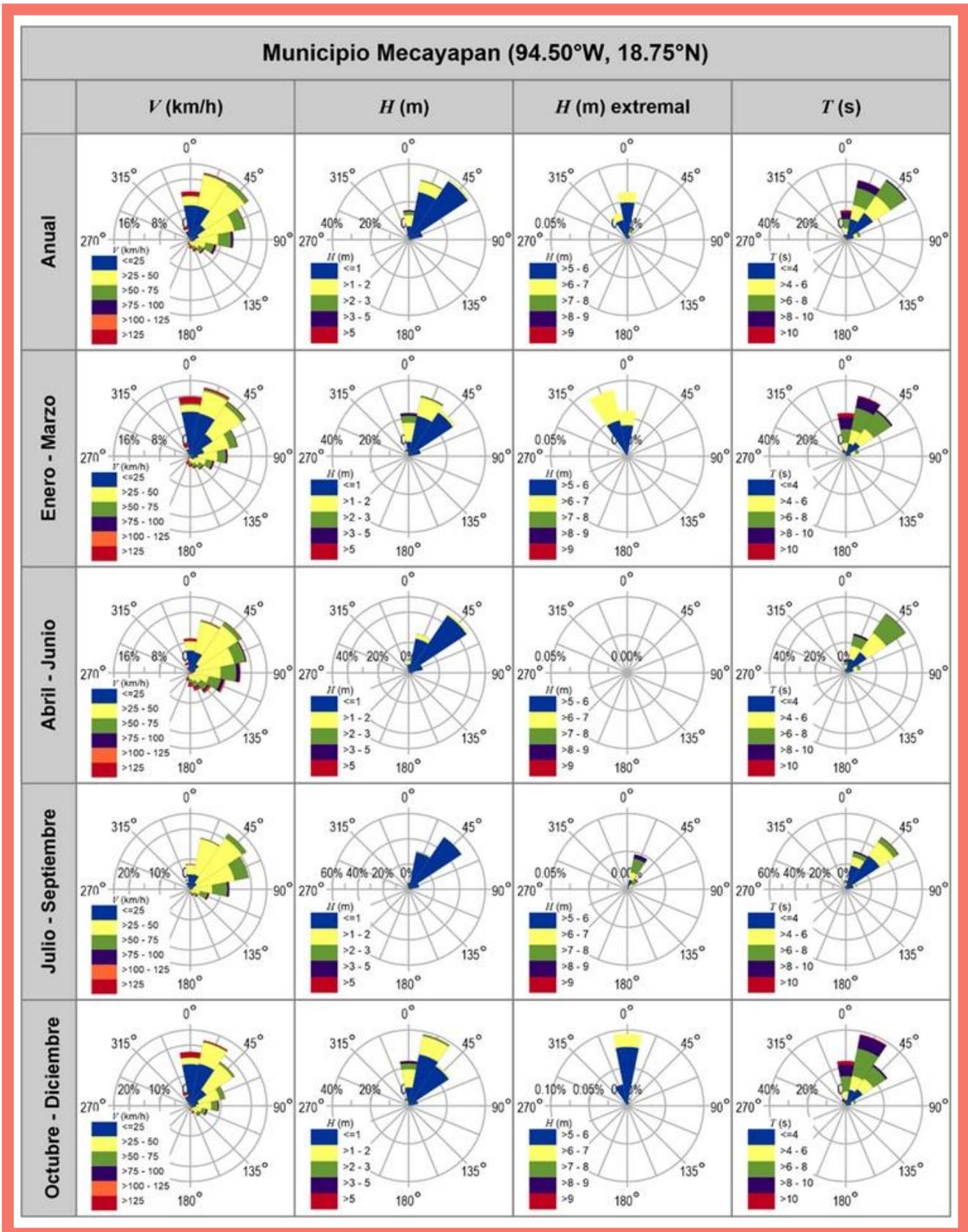


Figura 4. Rosas de viento y oleaje anual y estacional.

CARACTERÍSTICAS DE LA COSTA

El municipio de Mecayapan tiene una elevación promedio de 113.5 m s.n.m. (Figura 5) y las mayores elevaciones se encuentran en el suroeste alcanzando los 459.2 m s.n.m. (franja de 7 km), correspondiente al perfil 1 (Figura 6a-c). 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).

Mecayapan es parte de una celda litoral que limita al oeste con el promontorio rocoso ($18^{\circ}33'26.52''$ N, $94^{\circ}58'26.88''$ O) próximo a la barra de Sontecomapan en el municipio de Catemaco, y limita al sur con el promontorio rocoso llamado "Peña Hermosa", ubicado en el límite de los municipios Tatahuicapan y Pajapan ($18^{\circ}21'12.73''$ N, $94^{\circ}41'0.13''$ O).

El transporte de sedimentos reinante y dominante se da de este a oeste y su equilibrio dinámico se ha conservado. Los sedimentos se incrementan por los cambios de uso de suelo. Este segmento tiene forma de playa abierta con una orientación oeste-este y noroeste-sureste. Sus principales fuentes de sedimentos son los ríos El Salado, Las Cañas, Olapa y El Guardia que presentan barras de arena en sus desembocaduras, las cuales varían de acuerdo con la temporalidad.

Durante la época de estiaje, ante la ausencia de corrientes en la dirección tierra-mar, algunas de las desembocaduras de estos ríos, se cierra paulatinamente al formarse una barra arenosa. Esta barra crece en la dirección de las corrientes inducidas por el oleaje 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 río (en relación con 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, lo cual induce un transporte muy rápido de dicho material en forma suspendida.

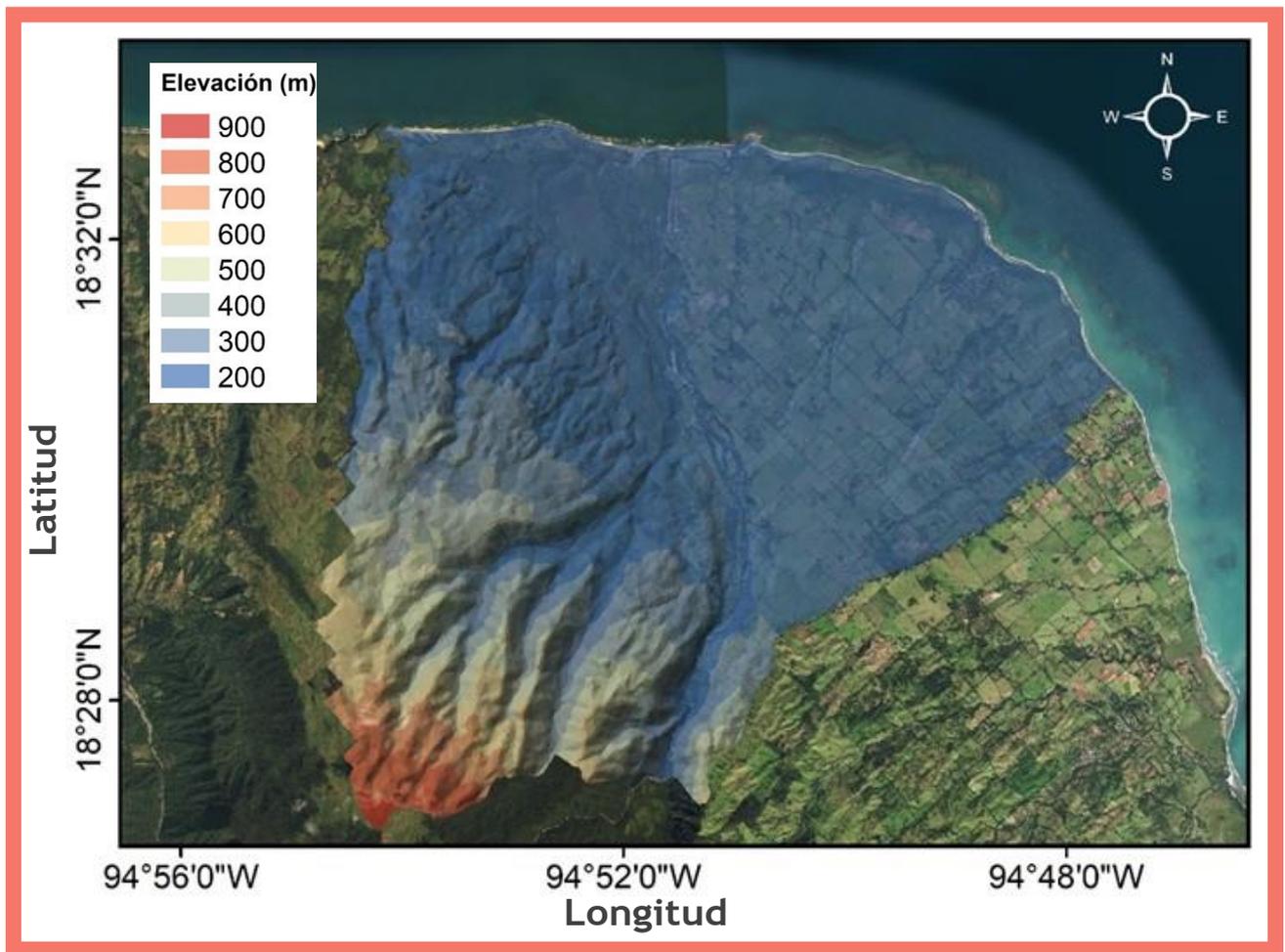


Figura 5. Relieve del terreno en el municipio de Mecayapan. Se muestran las mayores elevaciones en color rojo y las zonas más bajas en azul.



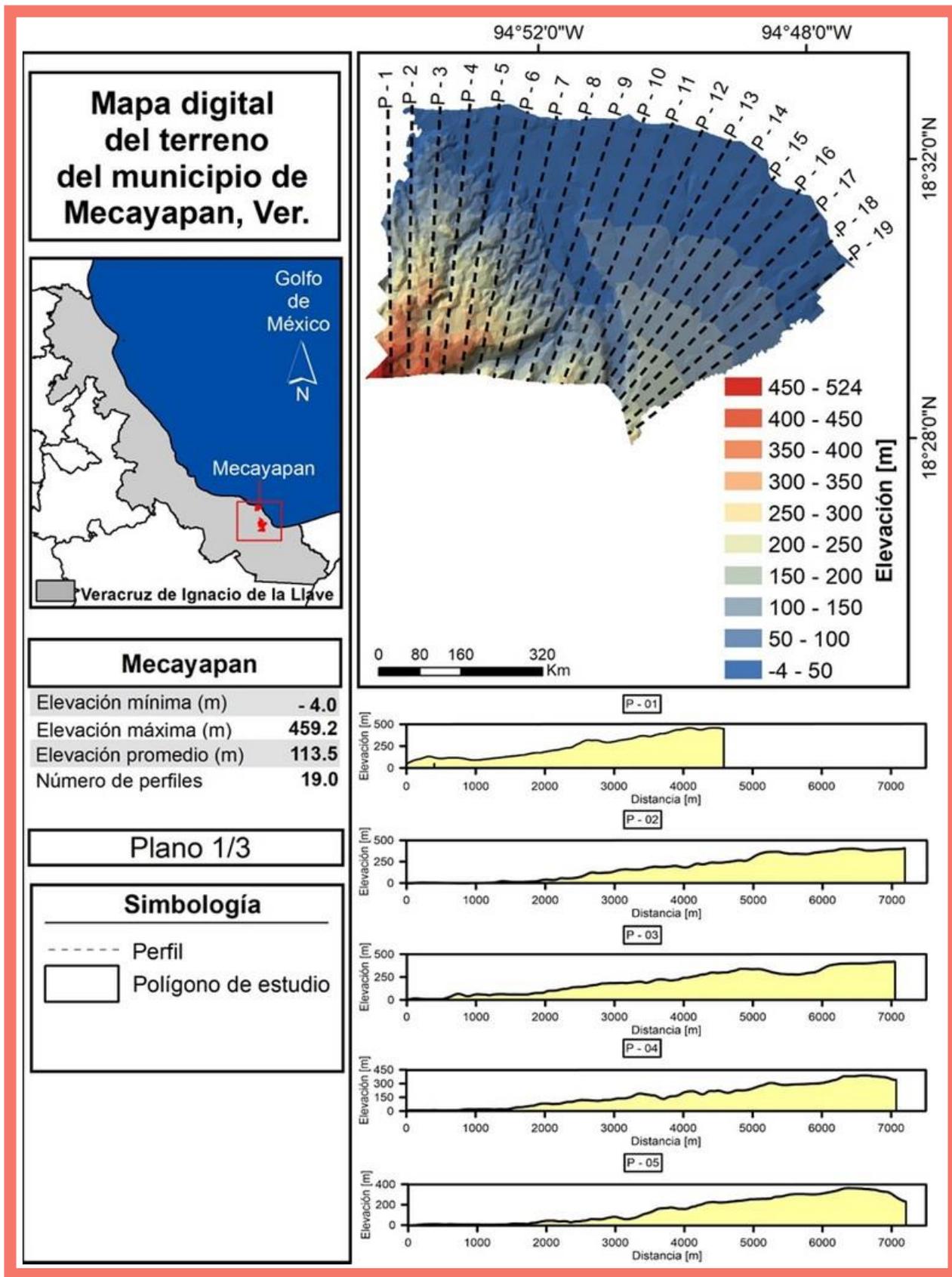


Figura 6a. Mapa digital del terreno y perfiles del terreno (1 a 19) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia es referente a la longitud de los perfiles. Todos los perfiles pertenecen a la única celda litoral.

Mapa digital del terreno del municipio de Mecayapan, Ver.



Mecayapan

Elevación mínima (m)	- 4.0
Elevación máxima (m)	459.2
Elevación promedio (m)	113.5
Número de perfiles	19.0

Plano 2/3

Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

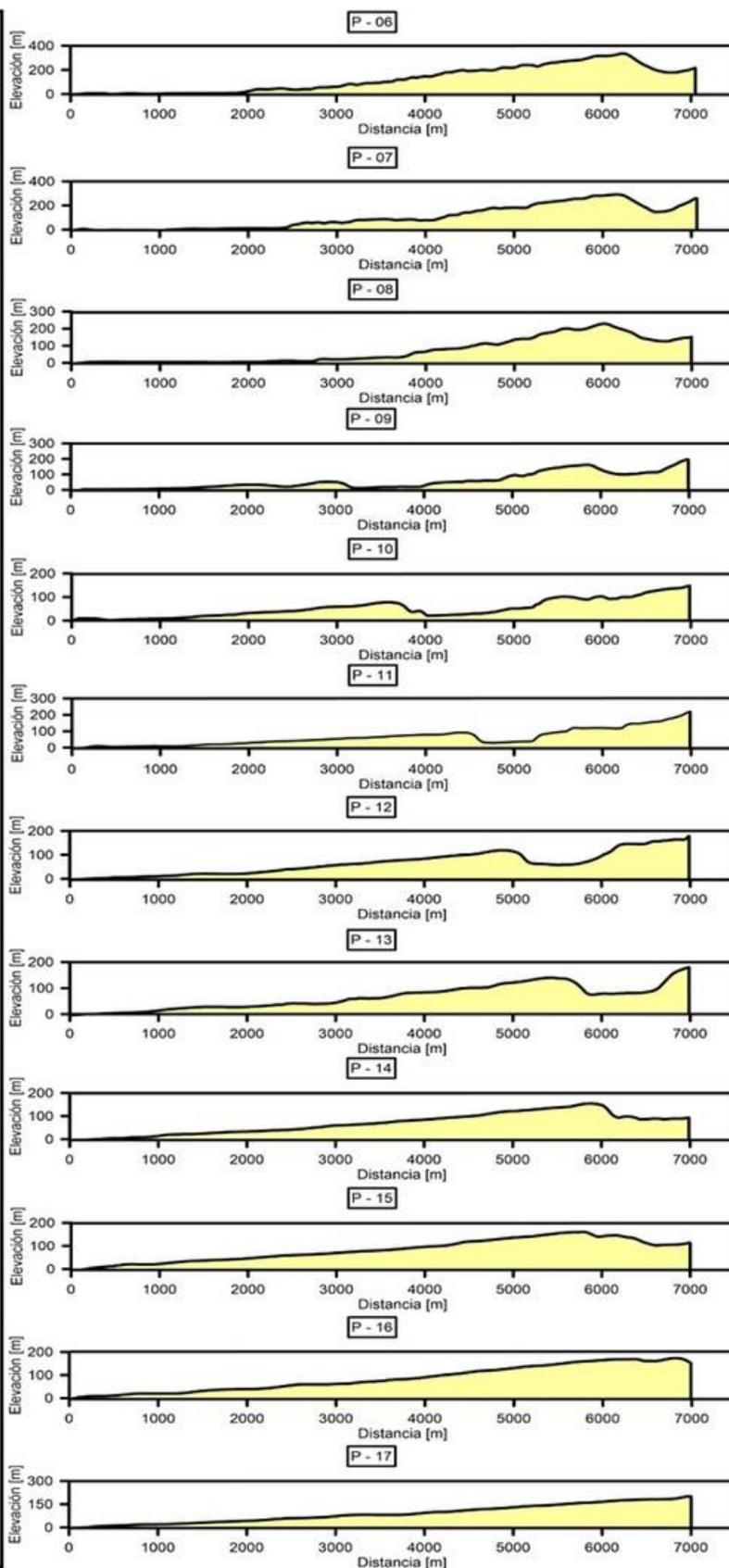


Figura 6b. Perfiles del terreno (6 al 17) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Todos los perfiles pertenecen a la única celda litoral.

Mapa digital del terreno del municipio de Mecayapan, Ver.



Mecayapan

Elevación mínima (m)	- 4.0
Elevación máxima (m)	459.2
Elevación promedio (m)	113.5
Número de perfiles	19.0

Plano 3/3

Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

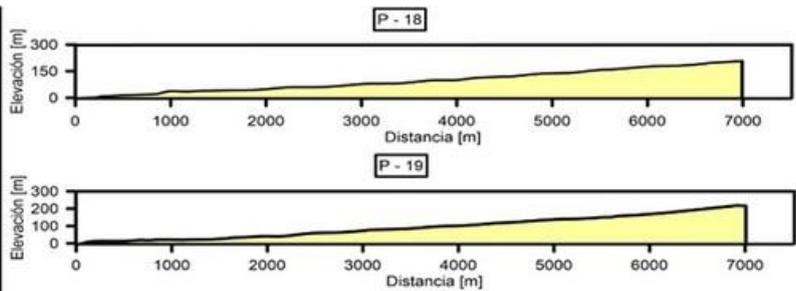


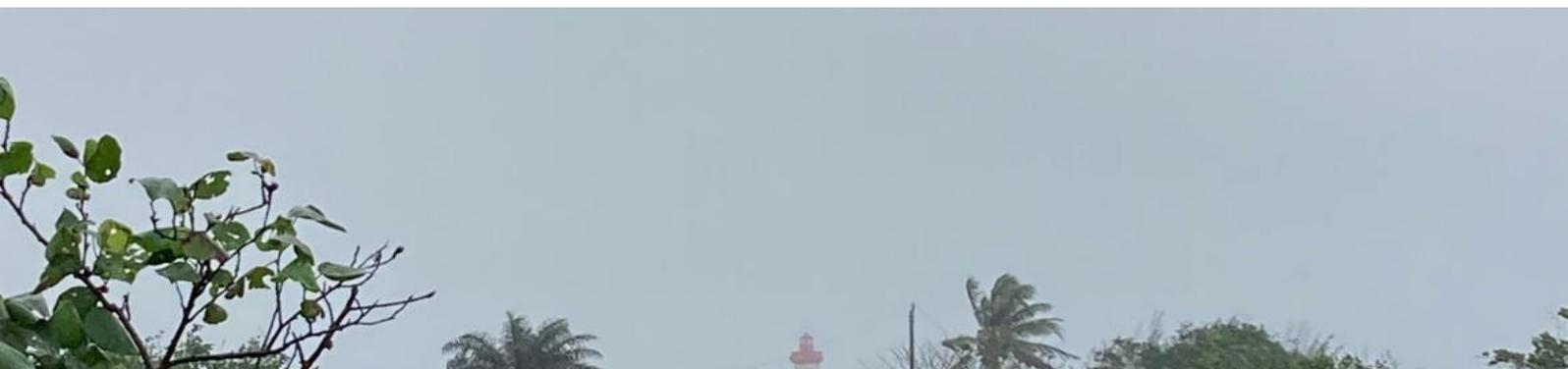
Figura 6c. Perfiles del terreno (18 al 19) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Todos los perfiles pertenecen a la única celda litoral.

En total, la línea de costa cubre una distancia de 13.85 km. Para caracterizar las arenas de las playas de Mecayapan se tomaron muestras de sedimentos a lo largo del perfil de playa (Figura 7) de acuerdo con el esquema mostrado en la Figura 8. La zona de sotavento corresponde a la parte posterior de la duna, y se encuentra protegida del embate directo de los vientos que chocan con 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 someras para la rotura y disipación de la energía del oleaje.

El análisis de los sedimentos se realizó por medio del Sistema de análisis granulométrico por imágenes CAMSIZER de la firma Retsch Technology, el cual realiza el análisis estadístico de la muestra en función del número de partículas detectadas o del volumen de la muestra. De acuerdo los resultados (Cuadro 5), se puede concluir lo siguiente:

La playa de Poapan presenta arenas finas a lo largo de todo el perfil con valores de redondez y esfericidad 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 local.



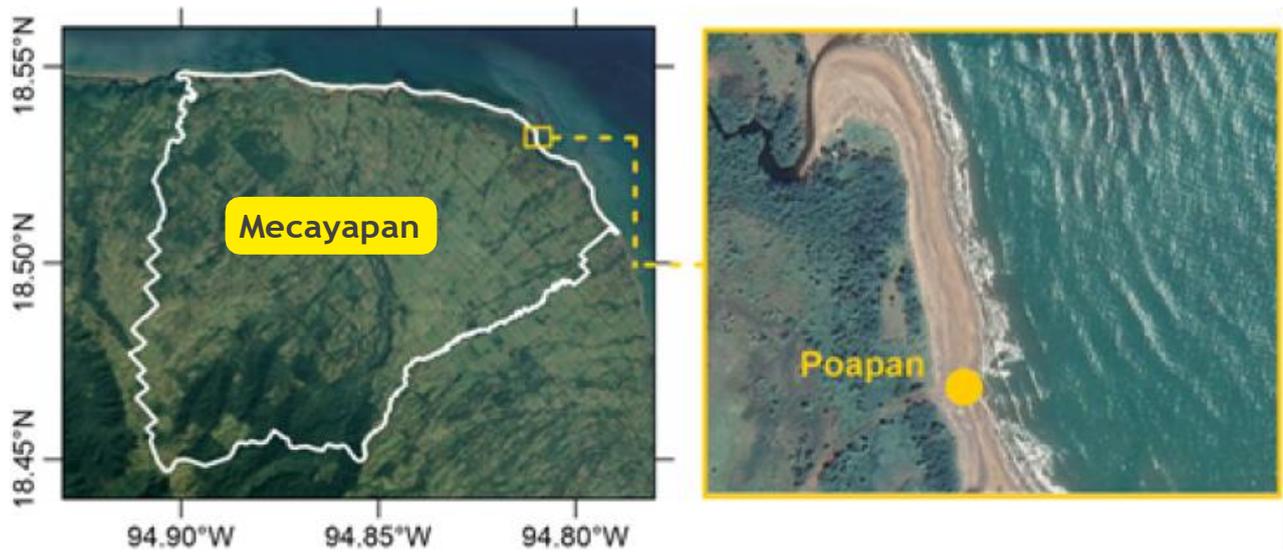


Figura 7. Localización de los sitios de muestreo de arenas.

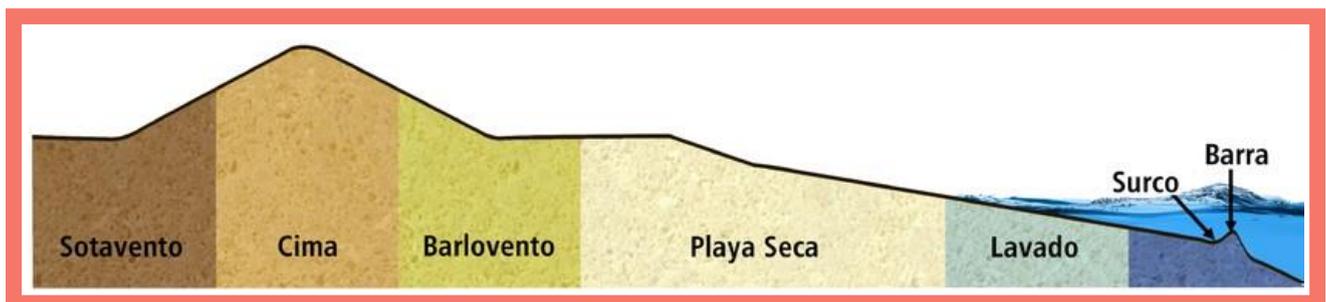


Figura 8. Zonas del perfil de playa consideradas en el muestreo de sedimentos.

Cuadro 5. Parámetros geométricos medios y densidad de las arenas en la playa de Poapan.

Zona	Diámetro D50 (mm)	Redondez (Symm)	Esfericidad (SPHT)	Densidad (g/cm ³)
Barra				
Surco	0.223	0.878	0.844	2.239
Lavado	0.223	0.876	0.840	1.095
Playa Seca	0.235	0.829	0.755	2.020
Barlovento				
Cima				



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. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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. 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.

En cuanto a los escurrimientos, los principales son los ríos El Salado, Las Cañas, Olapa y el Guardia (franja de 7 km) (Figura 9). Estos ríos se originan de la cima de los volcanes de la región de los Tuxtlas. El pueblo de Mecayapan se encuentra regado por los arroyos Sochapan y Ohoxtah. Sin embargo, debido a que algunas zonas del municipio presentan formas semiplanas formadas por terrenos arcillosos (20 % de la superficie total), está expuesto a sufrir inundaciones en temporadas de lluvia (Mecayapan, 2020).

Dentro del municipio de Mecayapan, se localizan dos estaciones climatológicas en el área interior del municipio, de las cuales una se encuentra operando (No. 30458) y

la otra suspendida (No. 30065), según la Información Estadística Climatológica de la CONAGUA. En el área costera del municipio, no existen estaciones climatológicas. Por otro lado, de acuerdo con el Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS), en el área costera del municipio no existen estaciones hidrométricas. El clima de este municipio corresponde a un cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (56 %), cálido húmedo con lluvias todo el año (28 %), cálido subhúmedo con lluvias en verano (15 %) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (1 %). El rango de precipitación es de 1900 – 4100 mm, y el de temperatura de 18 – 26 °C, según el Sistema de Información Municipal del Gobierno del Estado de Veracruz (2019).



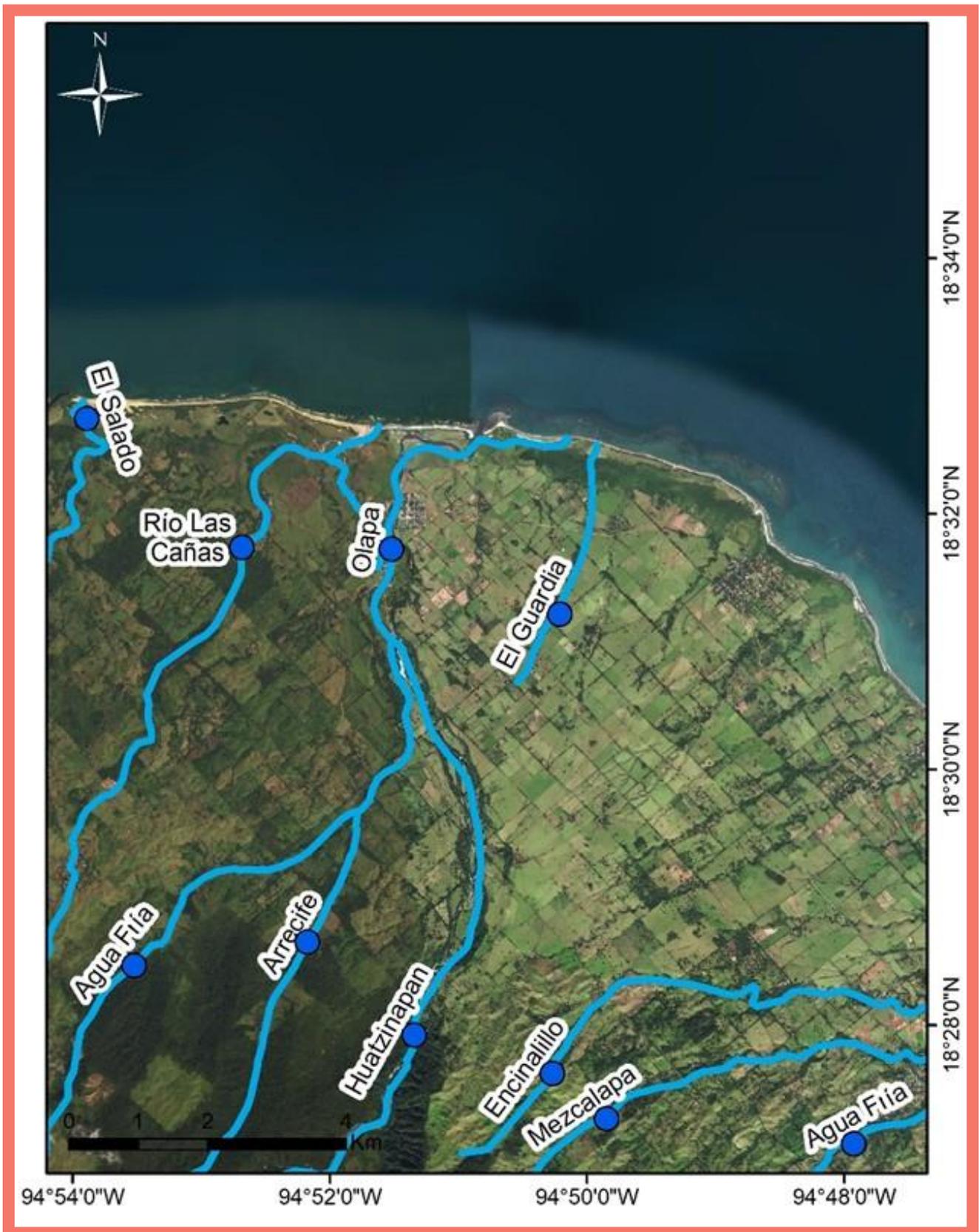


Figura 9. Ríos perennes e intermitentes del municipio de Mecayapan, Ver.

INFRAESTRUCTURA Y ALTERACIONES EN LAS FUENTES DE SEDIMENTO

En este municipio no hay presas con influencia sobre la zona costera y no se detectó la existencia de obras civiles sobre la costa. A lo largo de la costa, el transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de este hacia el oeste (Figura 5). En todas las playas de este municipio con orientación este-oeste, 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 esta. El sedimento que no queda atrapado es capaz de viajar hacia diferentes zonas y alimenta otras playas reingresando de nuevo al sistema de transporte de sedimentos marítimo-costero. 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. Considerando que en general el sistema está poco alterado se menciona lo siguiente:

- ♦ La Sierra de Santa Marta, ubicada en este municipio consta de tres prominencias volcánicas, por lo que en sus lomeríos predominan las deposiciones de cenizas y otros materiales. Debido a que los materiales volcánicos dieron forma a la red fluvial, estos ríos transportan los sedimentos alimentados por la lluvia anual. Esta Sierra es una de las más lluviosas del país, registrando 4000 mm/año y forma parte de la región de Los Tuxtlas (Flores-López, 2016).
- ♦ Las áreas deforestadas para cultivos, asentamientos, ganadería y otros usos, provocan la erosión y degradación del suelo, que tienen como consecuencias la acumulación de sedimentos en cuerpos de agua. Es decir, los cuerpos de agua se contaminan y azolvan (Camacho-Guerrero, 2018). Por lo que se resalta, que en Mecayapan, se ha dado la expansión de la ganadería (Flores-López, 2016), que aunado con la gran cantidad lluvia que se presenta en esta zona, altera su aporte de sedimentos.

Para comprobar las tendencias erosivas se realizó un análisis de la evolución espacio - temporal de la línea de costa. En las Figuras 10 y 11 se muestran las gráficas del desplazamiento de la línea de costa y las tasas de erosión y acreción, respectivamente, calculadas a partir de la digitalización de la línea de costa de imágenes satelitales de Google Earth. Los años analizados para todos los perfiles fueron 2009, 2014, 2018 y 2020.

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 los perfiles 5, 9 y 12 que corresponden con la variación

de la línea de costa (perfil 5 y 12) y el lado oeste de la desembocadura del río Olapa (perfil 9) (Figura 10). La mayor erosión está en el perfil 9 con 78.1 m de retroceso de línea de costa (Figura 10). Por otro lado, las mayores variaciones se presentan en el perfil 10 que corresponde con el lado este la desembocadura del río Olapa en donde la playa ha crecido 22.1 m (Figura 11). En general, las tasas de erosión van desde los 0.5 m/año hasta los 14.9 m/año. En resumen, los desplazamientos de la línea de costa del municipio de Mecayapan indican desplazamientos tanto de erosión como de acreción por efecto de la dirección del oleaje.

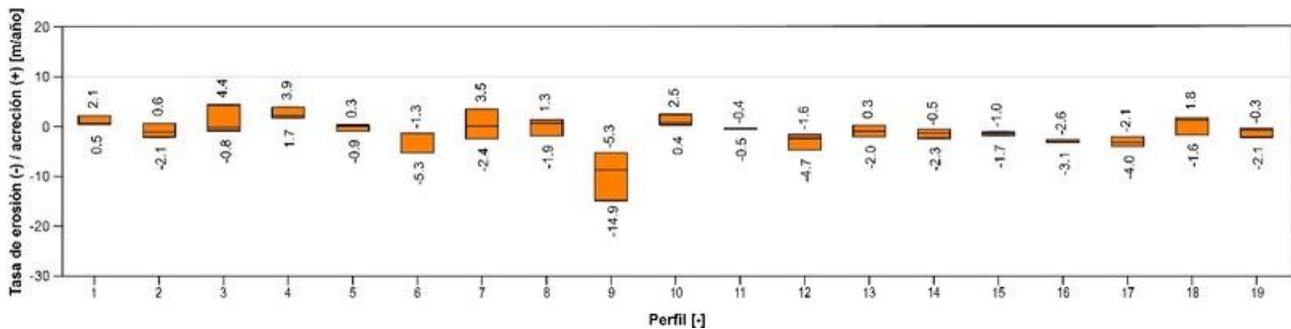


Figura 10. Tasa de erosión / acreción de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 5 para el municipio de Mecayapan (de izquierda a derecha: sur a norte).

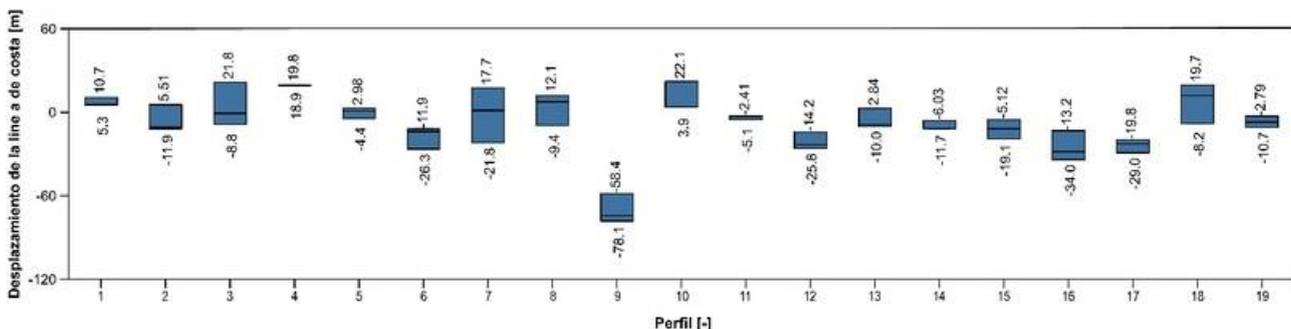


Figura 11. Desplazamiento de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 5 para el Municipio de Mecayapan (de izquierda a derecha: oeste a este).

ASPECTOS RELEVANTES EN LA DINÁMICA SEDIMENTARIA

De acuerdo con los resultados obtenidos:

1. Durante los meses del otoño e invierno se deben tener precauciones para actividades recreativas en playa y mar (nado, construcciones, etc.) y eventualmente durante el verano (cuando se presentan los huracanes).
2. El oleaje induce un transporte de sedimentos reinante de norte hacia el sur del litoral.
3. No se recomienda la construcción de más obras civiles que modifiquen la dinámica natural del transporte de sedimentos. La alteración de dicha dinámica influiría drásticamente en la alimentación de sedimentos de las playas corriente abajo.



Capítulo 3.

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

TIPOS DE VEGETACIÓN

De acuerdo con el INEGI (2018), el 84.6 % de la superficie del municipio es utilizada por actividades agropecuarias. El cultivo de pastizales es el principal uso con 66.3 % de la superficie del municipio; la agricultura se extiende sobre una superficie equivalente al 17 % del total municipal. La superficie ocupada por asentamientos humanos es mínima, en conjunto con la zona urbana, apenas supera el 1.14 %. Respecto a la vegetación natural, sólo el 15.4 % municipal aún conserva ecosistemas con

nulo o poco disturbio; vegetación compuesta principalmente por selva alta perennifolia, en el “parte norte” del municipio, y parches de vegetación secundaria de selva alta, bosque de encino y vegetación secundaria de bosque de pino-encino; estas últimas asociadas a tierras altas en la “parte sur” (Figura 12, Cuadro 6).

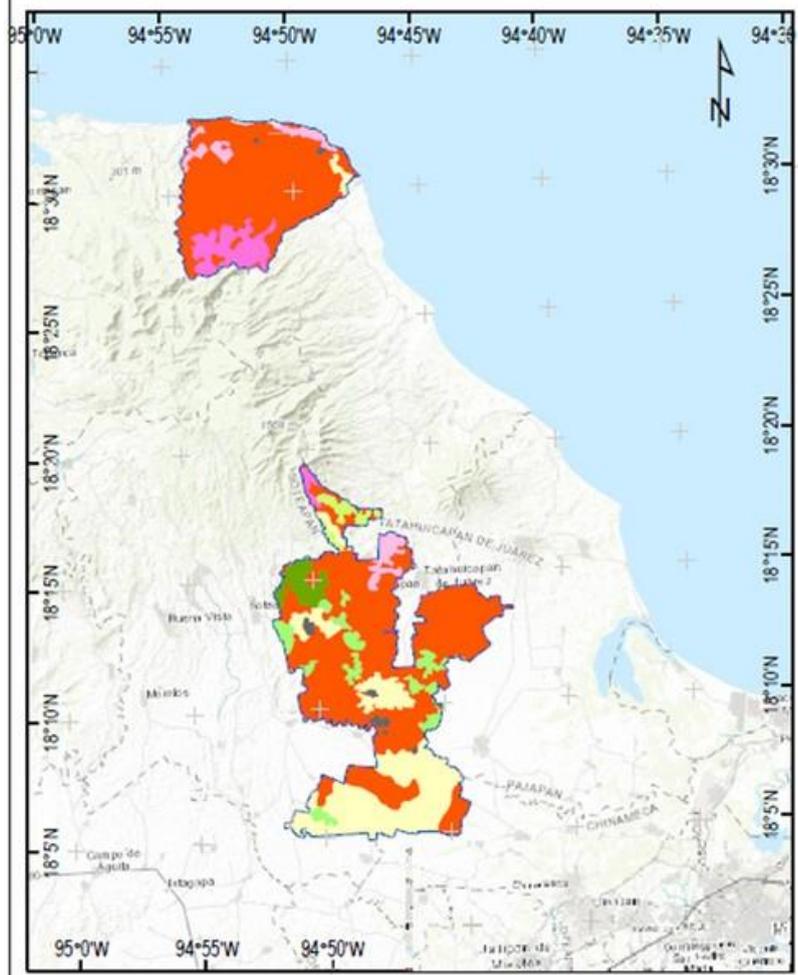
En la franja costera las actividades agropecuarias ocupan casi en su totalidad esta área. El 88.2 % de la superficie es utilizada exclusivamente para el cultivo de pastizales (ganadería). Aquí, la vegetación natural solo está representada por un angosto parche de vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva alta.



Cuadro 6. Superficie ocupada por los diferentes tipos de usos de suelo a nivel municipal y en la franja costera.

Tipo de uso de suelo	% superficie municipal	% superficie en franja costera
Transformado		
Agricultura de temporal anual	10.58	2.24
Agricultura de temporal anual y permanente	2.23	
Agricultura de temporal permanente	2.76	
Agricultura de temporal semipermanente y permanente	1.58	
Asentamientos humanos	1.14	0.90
Pastizal cultivado	66.30	88.20
Total transformado	84.59	91.34
Natural		
Bosque de encino	0.78	
Selva alta perennifolia	4.46	
Sin vegetación aparente	0.14	0.70
Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia	0.37	1.86
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	3.42	
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	1.26	
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	2.34	
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	2.64	6.09
Total natural	15.41	8.66





Uso de Suelo y Vegetación del municipio de Mecayapan, Ver

Suprficie (km ²):	298.5
Longitud del litoral (km):	13.85
Total de localidades:	71
Urbanas:	2
Rurales:	69
Población (hab):	17,134

INEGI (2020)

Uso de suelo y vegetación

Bosque de encino	Asentamientos humanos
Selva alta perennifolia	Agricultura de temporal
Vegetación secundaria de bosque de encino	Pastizal cultivado
Vegetación secundaria de pino	Sin vegetación aparente
Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	
Vegetación secundaria de selva alta perennifolia	

* Uso de Suelo y Vegetación Serie V
INEGI (2018)



Tema: Uso de suelo y Vegetación
Municipio: Mecayapan
Estado: Veracruz
Escala: 1: 400,000
Proyecto: Zonificación de la Zona Federal Marítimo Terrestre Costera de Veracruz
UNAM-INECOL

Figura 12. Distribución de los usos de suelos y tipos de vegetación del municipio de Mecayapan, Ver.

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).

De acuerdo con la clasificación de dunas costeras de Jiménez-Orocio *et al.* (2015),

en el municipio se tienen registradas 268.45 ha de dunas costeras. Al igual que en la mayoría de los sistemas de dunas de la región, las pertenecientes al municipio están constituidas por angostos cordones de dunas embrionarias y frontales que no superan los 50 metros de anchura, y dunas transgresivas cubiertas por vegetación (Figura 13).

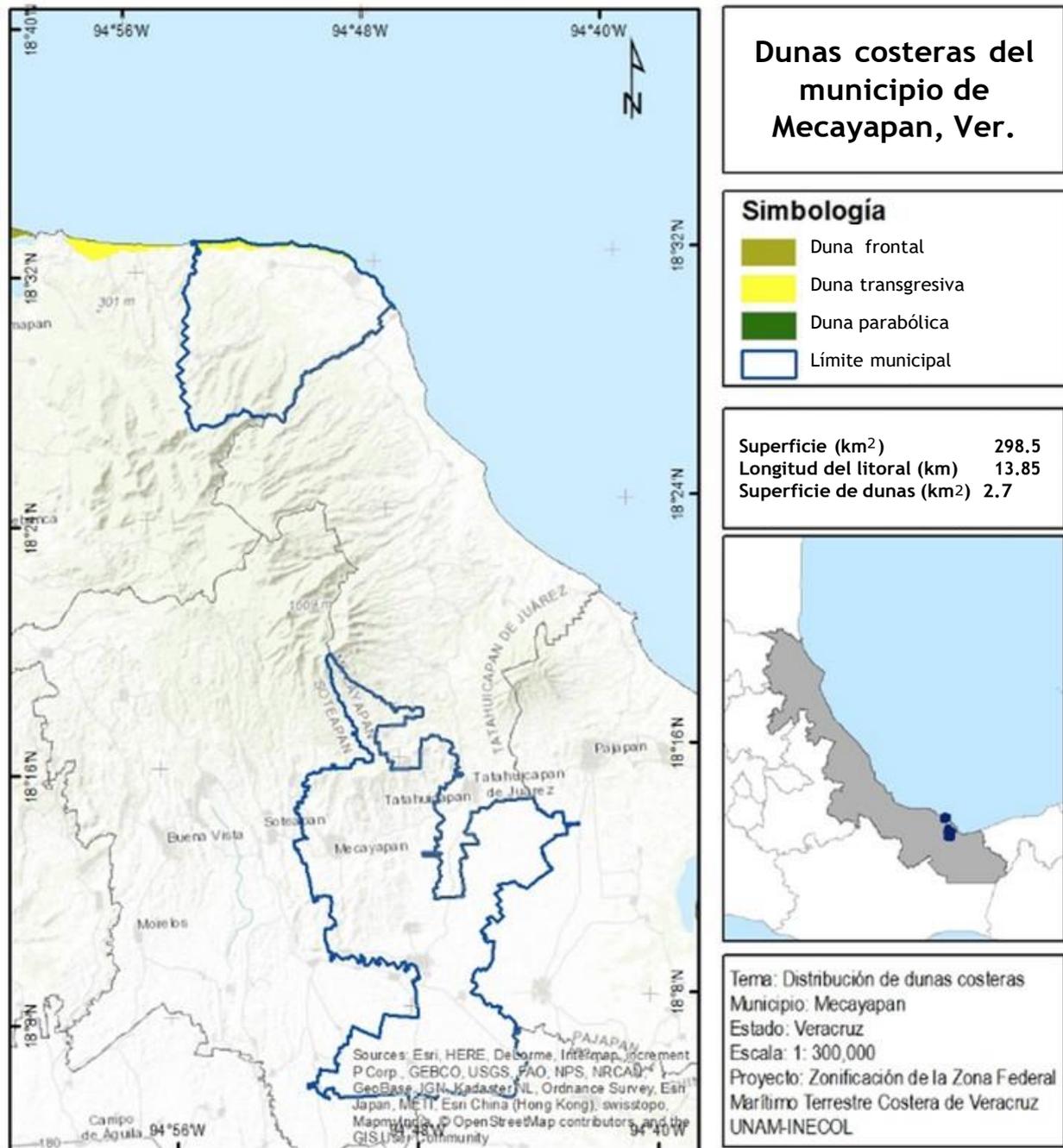


Figura 13. Distribución y tipos de dunas costeras en el municipio de Mecayapan, Ver.

El sistema de dunas costeras está constituido por un estrecho cordón de dunas frontales, cubierto con vegetación de dunas y secundaria, de baja altura, no superior a los 50 m s.n.m., seguido de un segundo cordón de dunas transgresivas (de 500 m en su parte más ancha), estabilizado con pastizal cultivado, y algunos parches de vegetación secundaria de selva. Las dunas costeras son limitadas tierra adentro por parcelas de actividad agropecuaria (Figura 14). Las dunas costeras son segmentadas a lo largo del litoral del municipio por la desembocadura de arroyos, donde la

dinámica sedimentaria es más visible (playas más anchas y menos vegetación). Estos arroyos juegan un papel importante, ya que son las principales fuentes de sedimento.

Para determinar el estado de conservación de las dunas costeras del municipio se hizo una clasificación cualitativa de cinco categorías que se describen a continuación (Cuadro 7). Los datos indican que las dunas transgresivas son las más abundantes y están estabilizadas por la cubierta vegetal. Su estado de conservación es regular (Figura 15, Cuadro 8)

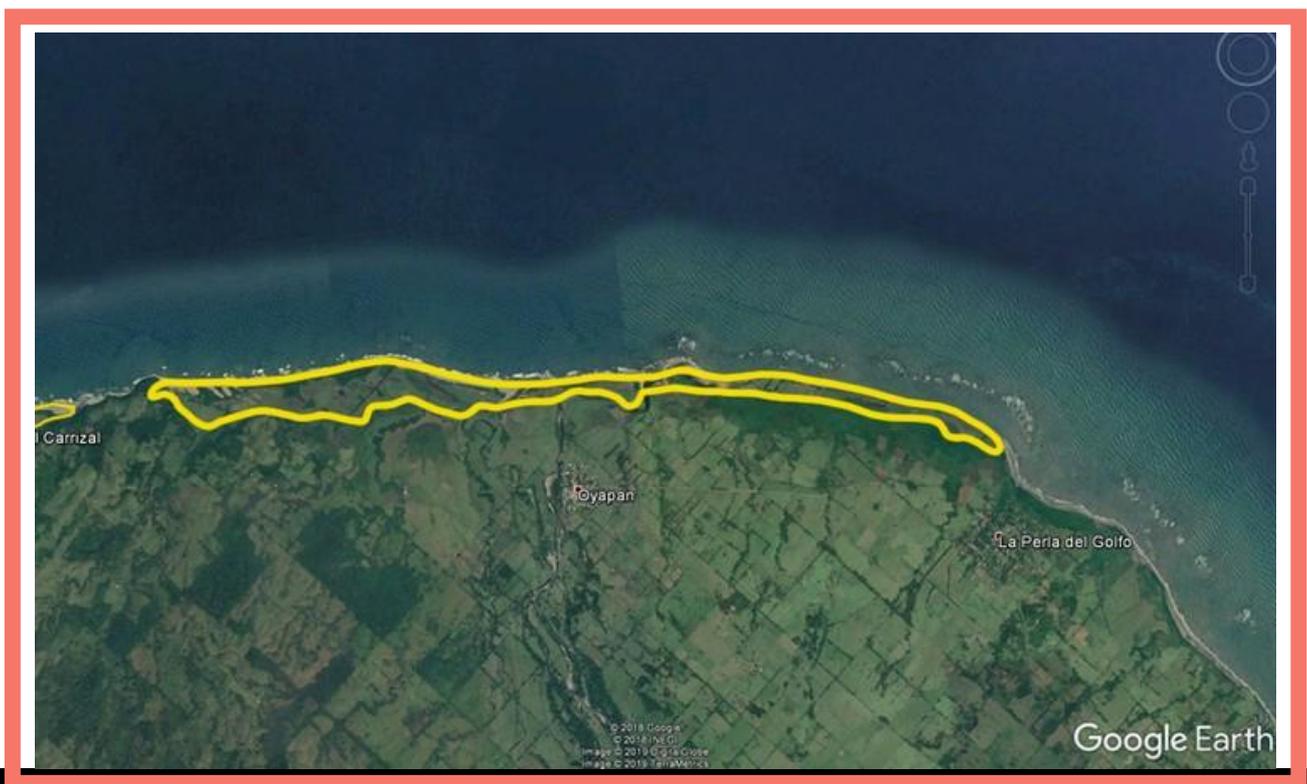
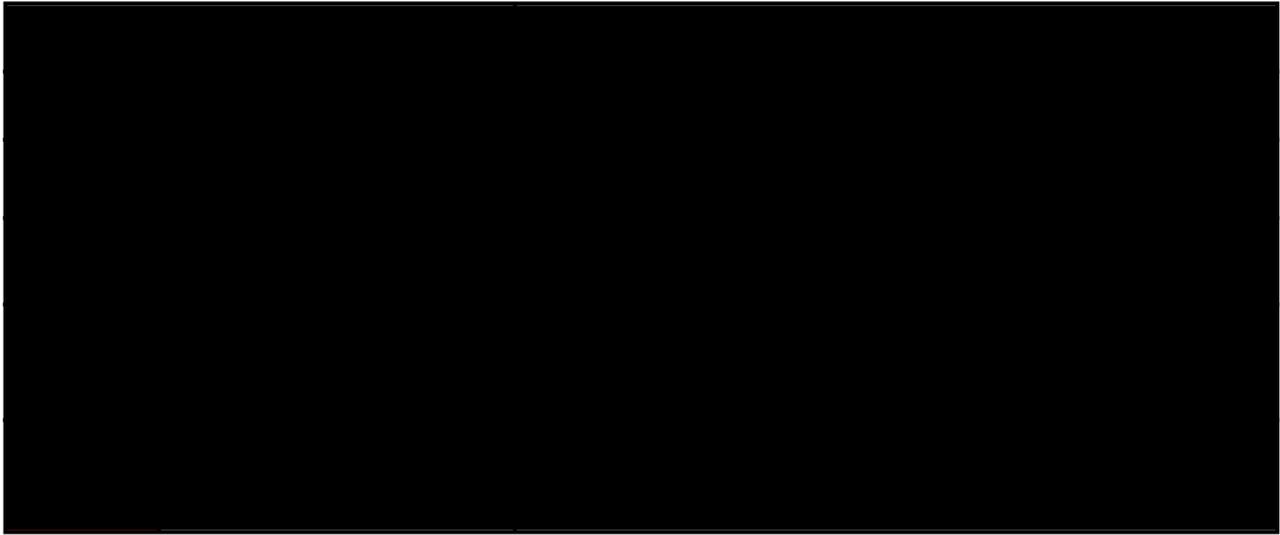


Figura 14. Distribución de las dunas costeras de Mecayapan (polígono amarillo).

Cuadro 7. Características de los diferentes estados de conservación en que fueron clasificadas las dunas costeras de México.



Cuadro 8. Superficie (ha) que ocupa cada una de las categorías del estado de conservación de los distintos tipos de dunas del municipio de Mecayapan, Ver.

Tipos de dunas	Movilidad (Fija/Móvil)	Estado de conservación (Superficie ha)					Total	Porcentaje
		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo		
Transgresiva	Estabilizada	-	-	268.45	-	-	268.45	100
Total		-	-	268.45	-	-	268.45	
Porcentaje		-	-	100	-	-		

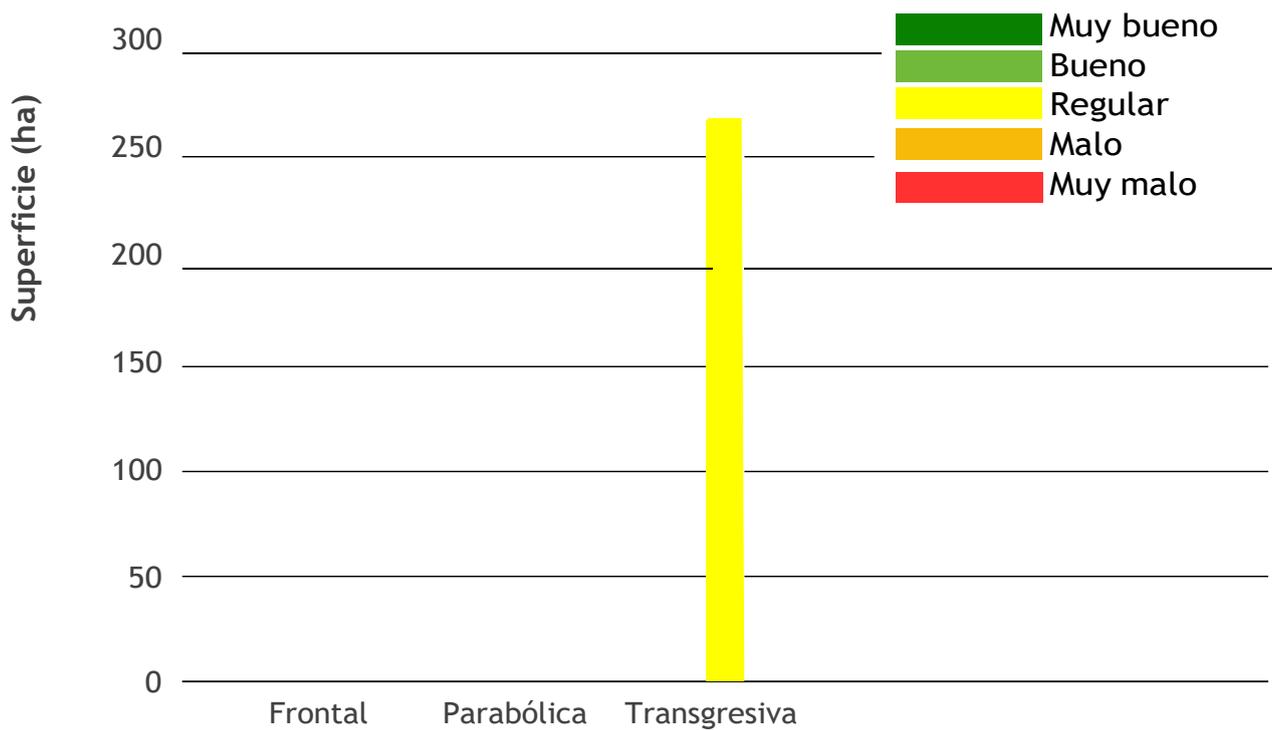


Figura 15. Estado de conservación por tipo de duna presente en el municipio de Mecayapan, Ver.



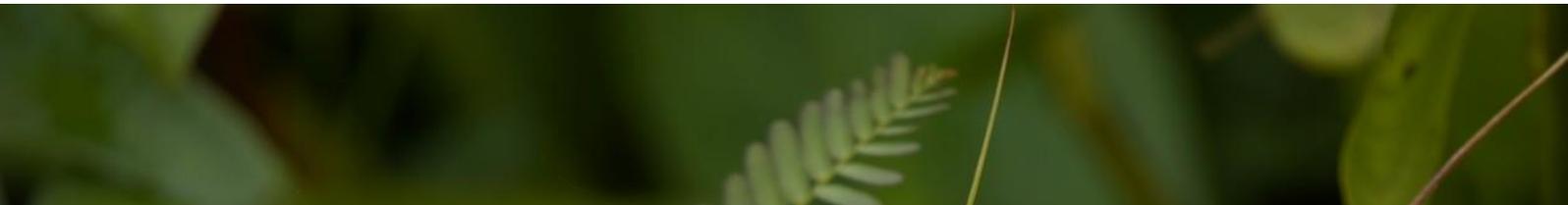
ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA COSTERA

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.* 1998; Priego-Santander *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 al.* 2014; Moreno-Casasola *et al.* 2015) se tienen registradas 916 especies vegetales representativas de playas y dunas costeras. Muchas de ellas se reconocen como amenazadas, sujetas a protección especial o bien que son endémicas.

En la zona de playa se observaron especies vegetales típicas de este ambiente tales como: *Canavalia rosea*, *Croton glandulosus*,

Commelina erecta, *Randia aculeata*, *Cyperus articulatus* e *Hydrocotyle bonariensis*. Además, entre la vegetación característica de comunidades secundarias se puede encontrar: *Asclepias curassavica*, *Asclepias oenotheroides*, *Chromolaena odorata*, *Lantana camara*, *Macroptilium atropurpureum*, *Mimosa pudica*, *Lippia nodiflora*, *Solanum rudepannum*, *Waltheria indica*, *Datura discolor*, *Daphnopsis americana*; y especies de selva baja como *Coccoloba barbadensis*, *Casearia corymbosa*, *Manilkara zapota*, *Senna pendula*, *Dysphania ambrosioides*, *Vitis tiliifolia*, entre otras.

En el Cuadro 9 se muestran seis columnas en donde 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 se encuentran los tipos de vegetación en los que se puede encontrar cada especie, basados en Rzedowski (2006).

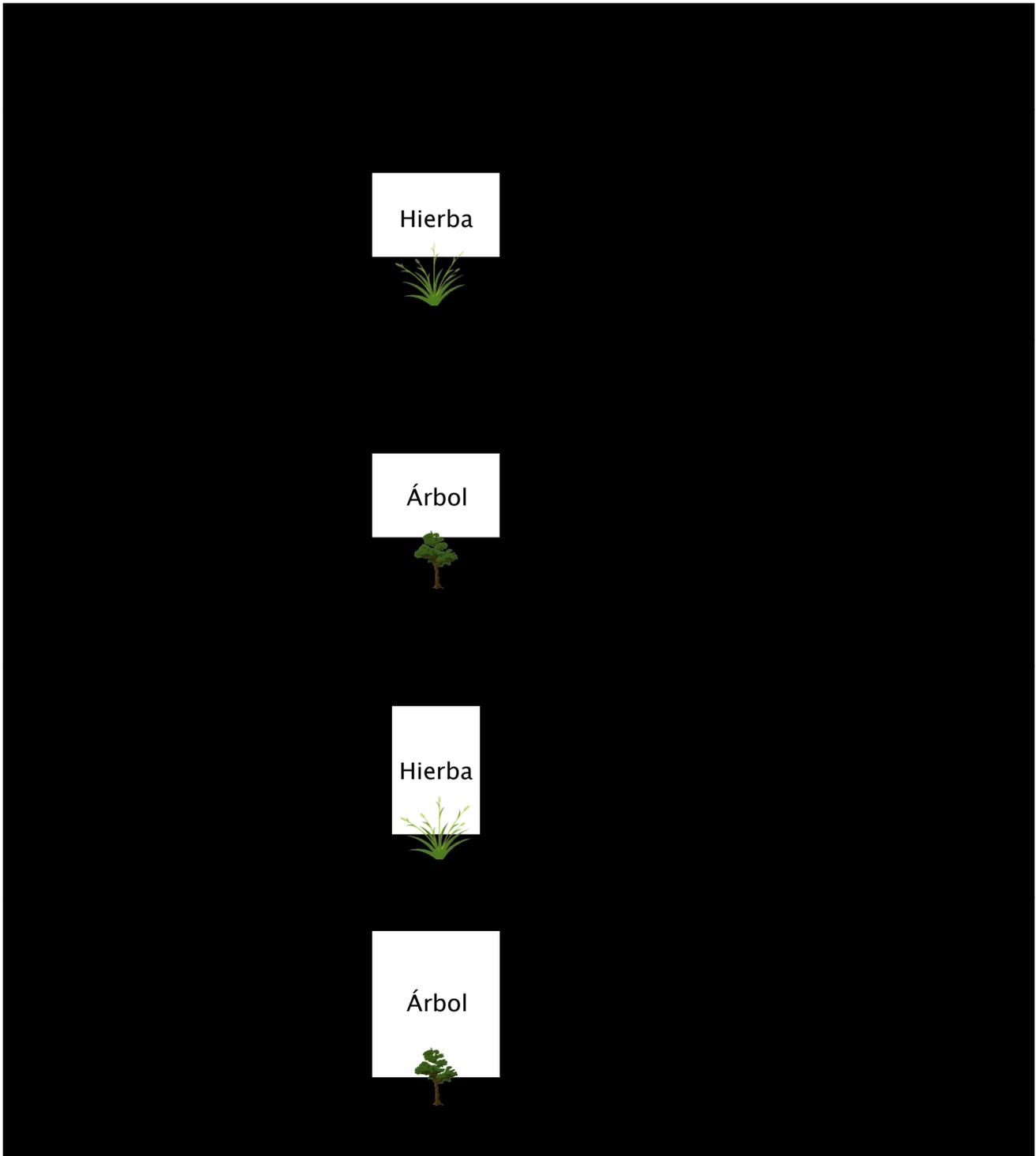


En la quinta columna se clasificaron las especies que pueden encontrarse en playas, dunas primarias o secundarias, así como aquellas especies encontradas en otros tipos de ecosistemas, diferentes a las dunas, pero costeros. Esta clasificación se hizo con base en los patrones de distribución de las especies 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 de cada especie. El estatus de conservación hace referencia a tres fuentes de información: NOM-059-2010 (P= en peligro de extinción; A= Amenazada; Pr= Sujeta a protección especial); IUCN (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) y Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (I, II, III, para ver descripción de las categorías visitar www.cites.org).



Cuadro 9. Listado de especies vegetales más importantes registradas a la fecha, que crecen principalmente en las playas y dunas del municipio de Mecayapan. Los nombres comunes se basaron en distintas fuentes de información del sitio web de la CONABIO. 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 otro tipo de vegetación, como bosques caducifolios, humedales o pastizales.



Árbol



Arbusto



Arbusto



Árbol



Hierba



DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN DE MANGLARES

El municipio no cuenta con vegetación de manglar.

CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES

En el municipio no se ubican humedales costeros de gran importancia. Los principales humedales observados son los asociados a las corrientes de agua superficial como son los ríos Apechinapa, La Guasinapa, Olapa y El Salado. Así como los arroyos Mecapa, Mecayapan, Ixhuapan, Las Cañas, Agua Fría, El Faro Viejo, La palma, La Ceiba, Olapa, entre otros (INEGI, 2002). No existen estudios sobre estos humedales.

CARACTERIZACIÓN DE LAGUNAS COSTERAS

El municipio no cuenta con lagunas costeras, por lo que no se presenta información de calidad de agua ni de fitoplancton.

CARACTERIZACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL

El municipio no tiene registro documentado de arrecifes de coral.



Capítulo 4.

CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

Esta región se encuentra dentro de la Región Terrestre Prioritaria para la conservación en la zona costera del estado (RTP 131, Sierra de Los Tuxtlas - Lagunas del Ostión), en la Región Marina Prioritaria para la conservación (RMP 51, Los Tuxtlas) (Arriaga, 1998; 2000). En esta zona se localiza uno de los nueve sitios Ramsar del estado (no. 1342 Manglares y Humedales de Sontecomapan), así mismo se ha nominado como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA SE-04) (Benítez *et al.* 1999).

PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

Las dunas costeras que se observan en esta zona son principalmente transgresivas estabilizadas.

Una de las principales características de este sistema dunar es la extensión que llegan a tener tierra adentro, alcanzando hasta los 3.2 km. La vegetación presente cubre total o parcialmente a la mayoría de las dunas. No se han realizado estudios de vulnerabilidad en esta zona, aunque dadas las numerosas actividades humanas y la intensidad con que se desarrollan es evidente el gran riesgo de destrucción y pérdida en que se encuentran.

Los asentamientos humanos son pocos y dispersos, pero hay numerosas actividades humanas (principalmente ganadería) que se realizan sobre las dunas, por lo que se puede decir que, hasta el momento, el sistema se encuentra con un estado de conservación regular (López-Portillo *et al.*, 2011) (Figura 16).



Figura 16. Estado de conservación de las dunas costeras del municipio de Mecayapan, con base en el diagnóstico de Martínez *et al.* (2014).

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 131, Sierra de Los Tuxtlas Lagunas del Ostión, la Región Marina Prioritaria 51 (Los Tuxtlas), la Región Hidrológica Prioritaria RHP-79, incluye el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (SE-04) y el sitio Ramsar no. 1342 (Manglares y Humedales de Sontecomapan).

■ HUMEDALES

No existe información suficiente para valorar las necesidades de conservación y restauración de la extensión de humedales en este municipio. Sin embargo, dado el intenso nivel de deterioro, es muy probable que las

acciones de restauración de humedales sean urgentes. La conservación de los humedales debe ser una prioridad estatal y nacional. La selva inundable y los humedales herbáceos, sobre todo los popales, almacenan cantidades considerables de carbono. Aunado a lo anterior, la transformación de las selvas y humedales herbáceos a potreros incrementa las emisiones de bióxido de carbono y metano que son gases de efecto invernadero.

■ MANGLARES

El municipio no contiene manglares.

■ LAGUNAS COSTERAS

El municipio no contiene lagunas costeras.



■ Capítulo 5.

DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

Se recomienda privilegiar la conservación en la zona de dunas y mantener baja la ocupación de playas arenosas. En general, las actividades en este municipio se recomiendan de baja densidad y de carácter sustentable. Estas acciones deben estar enfocadas en la conservación y restauración del equilibrio dinámico litoral, así como en la conservación de valores ecológicos existentes en la zona.

En el Cuadro 10 se muestra un resumen de las principales características de este municipio. Posteriormente en el Cuadro 11 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 Mecayapan se puede zonificar en tres 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).

Cuadro 10. Síntesis diagnóstica de la zona costera del municipio de Mecayapan, Ver.

OBSERVACIONES

- En el municipio de Mecayapan no existe infraestructura que afecta el sistema dinámico costero.
- En todas las playas de este municipio con orientación noreste-suroeste y nort-sur se presenta una alimentación de arena hacia los sistemas dunares.
- El déficit de arena en los sistemas playa-duna de la zona se debe a los cambios de uso de suelo y establecimiento de vegetación introducida.
- Esta región está incluida dentro de la RTP-131 Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión.

Cuadro 11. Semáforo de acciones para la zona costera del municipio de Mecayapan, Ver. Nota: El equilibrio de la zona costera se refiere a la ocurrencia de procesos de erosión o acreción, y no necesariamente se relaciona con el deterioro ambiental. Por ejemplo, puede haber una zona con erosión donde los ecosistemas estén bien conservados.

SEMÁFORO DE ACCIONES		Celda 1
		<p>Actividades y permisos restringidos para promover la conservación y restauración de los ecosistemas degradados que ofrecen importantes servicios ambientales a la sociedad. Cuidar el riesgo de inundación en las desembocaduras de los ríos. No se deben construir ni realizar obras sobre la desembocadura de los ríos. Permitir la dinámica natural de la zona costera.</p>
VALORES	GEOMORFOLÓGICOS	Zona de dunas costeras que amortiguan el impacto de tormentas. Las desembocaduras de los ríos, son zona altamente dinámica y de riesgo para la población.
	ECOLÓGICOS	Alta: Contiene relictos de selva alta perennifolia y matorral costero sobre dunas. Hay presencia de especies vegetales endémicas, amenazadas o protegidas.
PROBLEMÁTICA	EROSIÓN	Baja: la mayor parte de la costa se encuentra en un equilibrio dinámico estable.
	ASENTAMIENTOS AFECTADOS	Baja densidad de poblados.
	INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN	Nulo.

MANEJO DE LA ZONA MARINA, PLAYA, DUNAS 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 Silva *et al.* (2017).

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.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Cultivo parcial de fauna de interés comercial como pulpos, ecoturismo, pesca deportiva.

MANEJO - APTO:

- Se debe establecer un plan de manejo de pesca responsable y sustentable acordado con la cooperativa.

MANEJO - NO APTO:

- No se permite la construcción de espigones, escolleras, muelles de madera y puertos. Ya que pueden inducir procesos de erosión crónica.

CONSERVACIÓN:

- Se debe poner atención a la conservación y protección de las especies endémicas y amenazadas presentes en la zona.

ZONA DE PLAYA Y DUNAS FRONTALES

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Restaurantes rústicos.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Desarrollo turístico de densidad media o ecoturismo, asegurando conservación del primer cordón de dunas como mínimo.

MANEJO - APTO:

- Delimitar la zona bajo administración de ZOFEMAT (Zona Federal Marítimo Terrestre) tomando en cuenta las tasas de erosión y haciendo público el resolutivo.
- Se permite construcción de infraestructura de material degradable y piloteadas (p.ej., restaurantes 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).
- 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.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Tránsito vehicular por la playa o estacionarse en la misma.
- Aplanamiento de la playa.

CONSERVACIÓN

- La playa debe ser conservada para proteger tanto a los ecosistemas como a los habitantes.
- Impulsar acciones para recuperar playas y dunas.
- Promover la reforestación con especies nativas en la orilla de ríos.
- El ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes son deseables.

PROTECCIÓN

- La diversidad de formas de dunas y las especies endémicas requieren ser protegidas, por el valor geomorfológico y ecológico.

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 interrumpen los flujos de agua.
- Caminos y/o carreteras con pasos de agua frecuentes o sobre pilotes.
- Creación de humedales artificiales para limpiar el agua.
- Creación con las comunidades de UMAs para la extracción de materiales para artesanías, construcción, entre otras, siempre y cuando exista el permiso por parte de SEMARNAT.
- Ganadería de baja intensidad (una cabeza por hectárea), sin modificar la hidrología o composición florística del humeda.

MANEJO - NO APTO:

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

RESTAURACIÓN

- Se deben impulsar acciones de restauración de selvas inundables, popales, tulares, bosques inundables y manglares en las zonas degradadas.
- 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.

RECOMENDACIONES GENERALES

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

BIBLIOGRAFÍA

- ♦ Arriaga-Cabrera, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., y Loa, E. (coords.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx>
- ♦ Arriaga-Cabrera, L., Vázquez-Domínguez, E., González-Cano, J., Jiménez-Rosernberg, R., Muñoz-López, E., Aguilar-Sierra, V. (coords.). 1998. Regiones Marinas Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx>
- ♦ Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS) de la CONAGUA. Recuperado de <https://app.conagua.gob.mx/bandas/>
- ♦ Bautista, G., Silva, R., y Salles, P. 2003. Predicción de marea de tormenta generada por ciclones tropicales. *Revista de Ingeniería Hidráulica*, 18: 5-19 pp.
- ♦ Benítez, H., Arizmendi, C., & Márquez, L. (1999). Base de Datos de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México.
- ♦ Camacho-Guerrero, L., 2018. Efectos del transporte de sedimentos de la Cuenca del Río Chirgua sobre la capacidad de almacenamiento del Embalse Pao Cachinche con el uso de imágenes satelitales (Tesis de maestría). Universidad de Carabobo, 109 pp.
- ♦ Castillo, S., y Moreno-Casasola, P. 1996. Coastal sand dune vegetation: an extreme case of species invasion. *Journal of Coastal Conservation*, 2: 13-22 pp.
- ♦ 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 pp.
- ♦ 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.
- ♦ CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2020. *Indicadores de pobreza, pobreza por ingresos, rezago social y gini 2020 (municipal)*. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/datos/indicadores-de-pobreza-pobreza-por-ingresos-rezago-social-y-gini-2010-municipal>
- ♦ Denué. 2018. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2018, Información para la actualización e incorporación de unidades económicas al DENUÉ. Datos a noviembre de 2018.
- ♦ Flores-López, J. M. 2016. Expansión ganadera en la Sierra de Santa Marta, Veracruz: el caso de una comunidad zoque-popoluca. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad*, 37(148), 227-257 pp.
- ♦ García-Franco, J.G. 1996. Distribución de epífitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana*, 37: 1-9 pp.
- ♦ INAFED (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2010. *Enciclopedia de los Municipios y delegaciones de México*. Secretaría de Gobernación. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html>
- ♦ INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2002. Carta topográfica 1:20,000, E15A85 a. INEGI-Dirección General de Geografía. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/ap/p/mapas/>
- ♦ INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2020. *Censo de Población y Vivienda, 2010*. INEGI-Dirección General de Geografía.
- ♦ INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2018. *Uso de Suelo y Vegetación. Serie V 1:250 000*. INEGI-Dirección General de Geografía.
- ♦ Jiménez-Orocio, O., Hesp, O., Martínez, M.L., Espejel, I., y Moreno-Casasola, P. 2015. Tipos de dunas. En M.L. Martínez, P. Moreno-Casasola, I. Espejel, O. Jiménez-Orocio, D. Infante-Mata y N. Rodríguez-Revelo (Eds.), *Diagnóstico general de las DC de México México, D.F.: Comisión Nacional Forestal*, 27-48 pp.
- ♦ Jiménez-Orocio, O., Hesp, O., Martínez, M.L., Espejel, I., y Moreno-Casasola, P. 2015. Tipos de dunas. En M.L. Martínez, P. Moreno-Casasola, I. Espejel, O. Jiménez-Orocio, D. Infante-Mata y N. Rodríguez-Revelo (Eds.), *Diagnóstico general de las DC de México México, D.F.: Comisión Nacional Forestal*, 27-48 pp.
- ♦ 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.

- ◆ 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.
- ◆ 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.
- ◆ Mecayapan, 2020. Honorable Ayuntamiento Constitucional de Mecayapan, Ver. Datos generales. <http://mecayapan.emunicipios.gob.mx/municipio/datos-generales/>
- ◆ Moreno-Casasola, P., Castillo-Argüero, S., y Martínez, 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.
- ◆ 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 pp.
- ◆ 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., 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 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 pp.
- ◆ Posada-Vanegas, G., Durán-Valdez, G., Silva-Casarín, R., Maya-Magaña, M.E., y Salinas-Prieto, J.A. 2011. Vulnerability to coastal flooding induced by tropical cyclones. Coastal Engineering Proceedings, 1:19 pp.
- ◆ 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 pp.
- ◆ 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 pp.
- ◆ Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504 pp.
- ◆ SADER, 2021. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- ◆ Silva, R. 2005. Análisis y descripción estadística del oleaje. Instituto de Ingeniería. Instituto de Ingeniería, UNAM, México, 177 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., 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.
- ◆ 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.
- ◆ Silva, R., Moreno-Casasola, P., Martínez, M.L., Mendoza, E., López-Portillo, J., Lithgow, D., Vázquez, G., Martínez-Martínez, R.E., Monroy-Ibarra, R., Cáceres-Puig, J.I., Ramírez-Hernández, A., Boy-Tamborell, M. 2017. Recomendaciones generales para el manejo de la zona costera. Instituto de Ecología, A.C., Instituto de Ingeniería, UNAM, ZOFEMAT. 60 pp. ISBN 978-607-7579-74-8.
- ◆ 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 pp.
- ◆ 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 pp.

- ◆ 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.
- ◆ 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 pp.

La costa del municipio de Mecayapan tiene una extensión de 20.3 km. Sus costas solamente tienen una celda litoral. Las playas son abiertas con una orientación predominante de este a oeste y la formación de algunos cordones dunares con vegetación de dunas. Las playas arenosas están encajadas en acantilados o puntas rocosas.

El municipio tiene una elevación promedio de 113.5 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona sur-oeste alcanzando los 459.2 m s.n.m. Diferentes ríos aportan sedimentos a las costas de este municipio: El Salado, Las Cañas, Olapa y El Guardia que presentan barras de arena en sus desembocaduras, las cuales varían de acuerdo con la temporalidad. El transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de este a oeste. En este municipio no hay presas con influencia sobre la zona costera y no se detectó la existencia de obras civiles sobre la costa.

El municipio se caracteriza por presentar principalmente dunas frontales estabilizadas, es decir, están cubiertas de vegetación. Su estado de conservación es regular, ya que diversas actividades agropecuarias se llevan a cabo sobre las mismas. El municipio no tiene registro de vegetación de manglar lagunas costeras, ni arrecifes coralinos. En el municipio no se ubican humedales costeros de gran importancia. Los principales humedales observados son los asociados a las corrientes de agua superficial como son los ríos Apechinapa, La Guasinapa, Olapa y El Salado. Así como los arroyos Mecapa, Mecayapan, Ixhuapan, Las Cañas, Agua Fría, El Faro Viejo, La palma, La Ceiba, Olapa, entre otros (INEGI, 2002). No existen estudios sobre estos humedales.

En general, el estado de conservación de la zona costera de Mecayapan es de regular a malo, con pérdida de vegetación natural para actividades agropecuarias principalmente.

Las acciones de restauración, conservación, protección y manejo sostenible deben ser prioritarias, sobre todo considerando que el paisaje de ecosistemas está fuertemente interconectado y que tiene un alto valor ecológico y paisajístico por la presencia de selva tropical.



ISBN: 978-607-8833-20-7



9 786078 833207