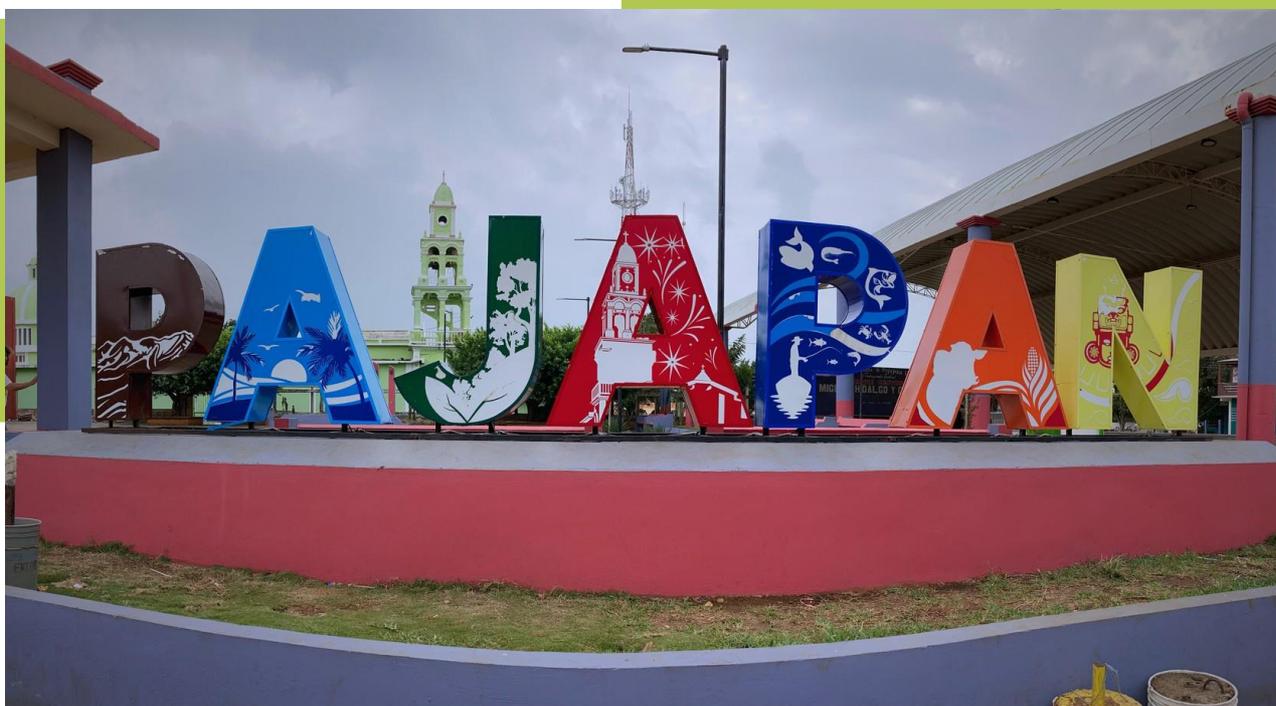


LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO

# PAJAPAN, VERACRUZ

M. Luisa Martínez  
Oscar Jiménez-Orocio  
Rodolfo Silva  
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

# PAJAPAN, 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: 978-607-8833-17-7

DOI: [10.21829/978-607-8833-17-7](https://doi.org/10.21829/978-607-8833-17-7)

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 PAJAPAN, VERACRUZ

ISBN: 978-607-8833-17-7

## **Autores:**

M. Luisa Martínez - Instituto de Ecología, A.C., INECOL  
Oscar Jiménez-Orocio - Universidad Autónoma de Baja California  
Rodolfo Silva - Instituto de Ingeniería, UNAM  
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](mailto:rsilvac@iingen.unam.mx)

### **Dunas costeras:**

M. Luisa Martínez - [marisa.martinez@inecol.mx](mailto:marisa.martinez@inecol.mx)

### **Manglares:**

Jorge López Portillo - [jorge.lopez.portillo@inecol.mx](mailto:jorge.lopez.portillo@inecol.mx)

### **Humedales:**

Patricia Moreno-Casasola - [patricia.moreno@inecol.mx](mailto:patricia.moreno@inecol.mx)

### **Lagunas costeras:**

Gabriela Vázquez - [gabriela.vazquez@inecol.mx](mailto:gabriela.vazquez@inecol.mx)

Publicación en línea: DOI en trámite

Forma sugerida de citar este libro:

Martínez ML, Jiménez-Orocio O, Silva R, 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 Pajapan, Veracruz*. INECOL, Veracruz, 75 pp.

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

En portada: Mar. Fotografía: José G. García-Franco

Diseño: Vinisa Romero - [vinisadrive@gmail.com](mailto: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**

Febrero, 2024



**PC**

Secretaría de  
Protección Civil



# 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. 36**

## **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. 52**

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

- Playas y dunas costeras
- Humedales

**PÁG. 55**

## **CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN**

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

**PÁG. 64**

## **BIBLIOGRAFÍA**



# Capítulo 1.

## ASPECTOS GENERALES

### CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

El municipio de Pajapan se localiza entre las coordenadas 18° 21' 00.13" N y 18° 05' 16.01" S de latitud; y -94° 45' 57.80" O y -94° 35' 02.88" E de longitud (Figura 1). Limita al norte con el Golfo de México, al sur con el municipio de Chinameca, al oeste con los municipios

de Tatahuicapan de Juárez y Mecayapan, y al este con el Golfo de México y los municipios de Coatzacoalcos y Cosoleacaque. La superficie del municipio es de 307.5 km<sup>2</sup>, lo que representa el 0.39 % del total de la superficie del estado. El litoral de Pajapan suma alrededor de 22.51 km de línea de costa abierta, 3 % del total del estado.

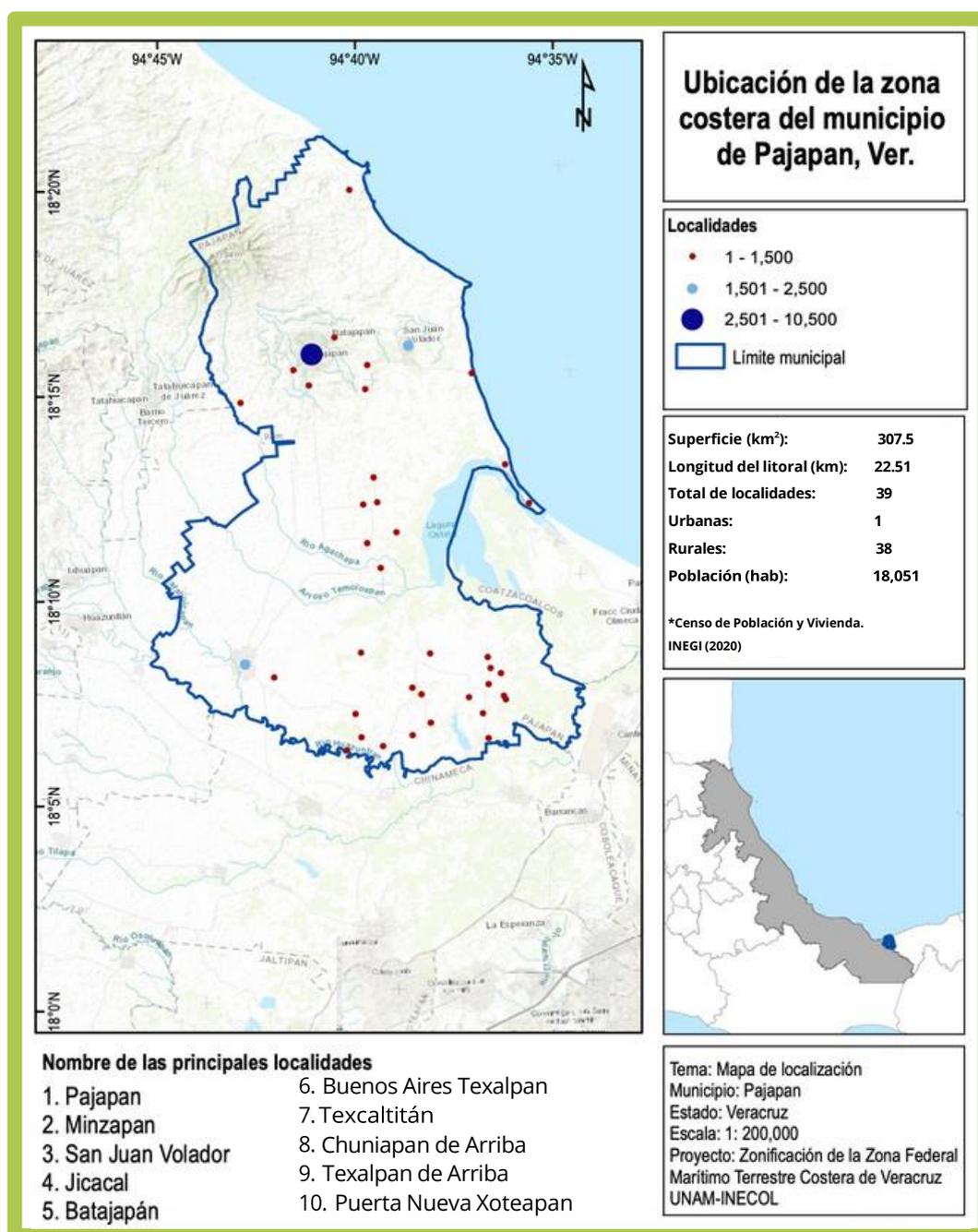


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Pajapan, Veracruz.

## POBLACIÓN, GRADO DE MARGINACIÓN, VIVIENDAS

El municipio de Pajapan cuenta con 39 localidades que en conjunto albergan 18,051 habitantes (INEGI, 2020). Las principales localidades son: Pajapan (cabecera municipal), Minzapan, San Juan Volador, Jicacal y Batajapán. La densidad poblacional del municipio es de 58.7 hab/km<sup>2</sup>. De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), para el 2020 el índice de marginación fue de 51.4, considerado como “Alto”; con baja cohesión social (Índice de GINI de 0.327). Según los indicadores de pobreza (CONEVAL, 2020), el municipio presenta un desempeño bajo, alto

grado de pobreza (86 %), muy por encima de la media nacional (43.9 %), y superior de la media estatal (60.8 %); porcentaje medio de pobreza extrema (39 %) y rezago educativo del 42 %. El 86.1 % de la población tiene ingresos inferiores a la línea de bienestar, el 74.6 % presenta al menos tres carencias (salud, alimentación y vivienda), el 52.4 % carece de acceso a una alimentación adecuada y suficiente y el 99 % tiene al menos una carencia. El 23.9 % de la población carece de servicios de salud, y el 89.3 % carece de acceso a seguridad social (Figura 2). El 23.2 % de la población mayor de 14 años es analfabeta.

Indicadores seleccionados de pobreza en Pajapan, Ver. 2020

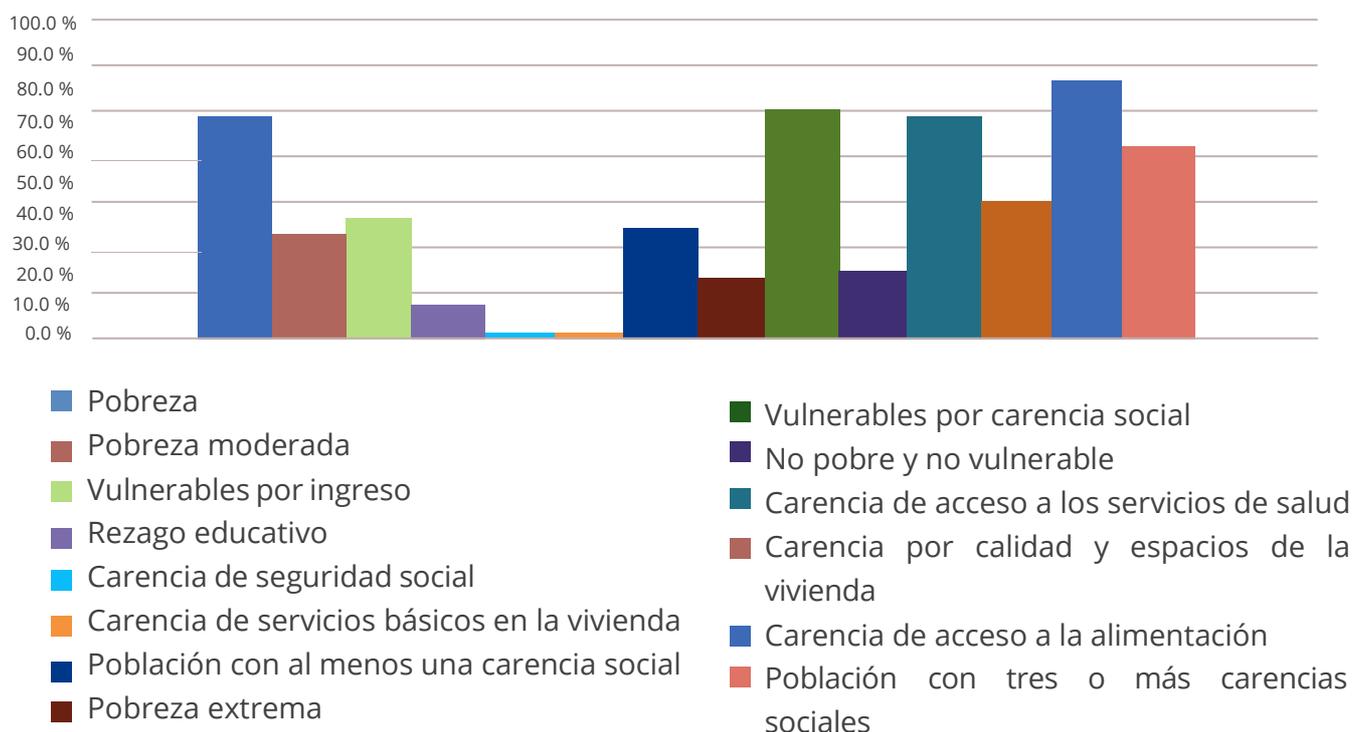


Figura 2. Indicadores de desempeño municipal. (Modificado de CONEVAL, 2020).

## POBLACIONES RURALES Y URBANAS EN LA ZONA COSTERA

El municipio de Pajapan alberga 39 localidades; una es considerada como urbana (más de 2,500 habitantes): Pajapan (10,156 habitantes). Las 38 localidades restantes están catalogadas como rurales, ya que cuentan con menos de 2,500 habitantes. De estas últimas, tres tienen entre 1,000 y 2,000 habitantes: Minzapan (1,904), San Juan Volador (1,767) y Jicacal (1,767); una tiene entre 500 y 1,000 habitantes (Batajapán); 10 tienen entre 100 y 500 habitantes; y las 24 restantes, corresponden a localidades rurales de menos de 100 habitantes (Figura 1).

La franja costera del municipio de Pajapan ocupa el 30 % del territorio municipal.

En esta franja se encuentran cinco 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 1,112 habitantes. En la zona intermedia, entre los 500 y 1,000 m desde la línea de costa, se encuentra una localidad (9 habitantes). Después de los 1,000 m y hasta los 5,000 m hay una localidad (1,767 habitantes), igualmente rural. De todas las localidades de la franja costera, la de mayor población (San Juan Volador) tiene 1,767 habitantes. En total, en la franja costera, habitan 2,888 personas (13 % del total de la población del municipio) (Cuadro 1). En todo el municipio la población con mayor número de habitantes es la cabecera municipal, y se localiza aproximadamente a siete kilómetros de su línea de costa.

*Cuadro 1. Localidades ubicadas en la franja costera. Elaboración propia; Fuente: Censo de Población y Vivienda (2020).*

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
Jicacal	1,078	Sayultepec	9	San Juan Volador	1,767
Playa Linda	21				
Isla Barra de Pajapan	13				
<i>No de localidades</i>	<i>3</i>		<i>1</i>		<i>1</i>
<i>Total población</i>	<i>1,112</i>		<i>9</i>		<i>1,767</i>

## ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

### Agricultura.

La superficie sembrada en el municipio es de 2,895 hectáreas (28.9 km<sup>2</sup>) que corresponden al 9.4 % del total de la superficie municipal. El principal tipo de cultivo cosechado es el maíz en grano (2,666 ha) con un valor de producción de alrededor de 32.5 millones de pesos. Además, se cuenta con 136 ha de superficie sembrada de frijol con un valor de producción de más de 1.7 millones de pesos y otros cultivos en menor medida (mango, naranja y limón) (SADER, 2021).

### Ganadería.

La superficie destinada para la actividad ganadera es de 20,608 ha (206 km<sup>2</sup>), el 67 % de la superficie total del municipio. El principal tipo de ganado producido es el bovino con 2,137.5 ton, seguido de la producción porcina (182.25 ton), avícola (46.56 ton) y la producción de ganado ovino (37 ton). El valor de la producción ganadera es de 98 millones de pesos anuales, de los cuales el 85.6 % corresponden a la producción de bovinos. (Cuadro 2).

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

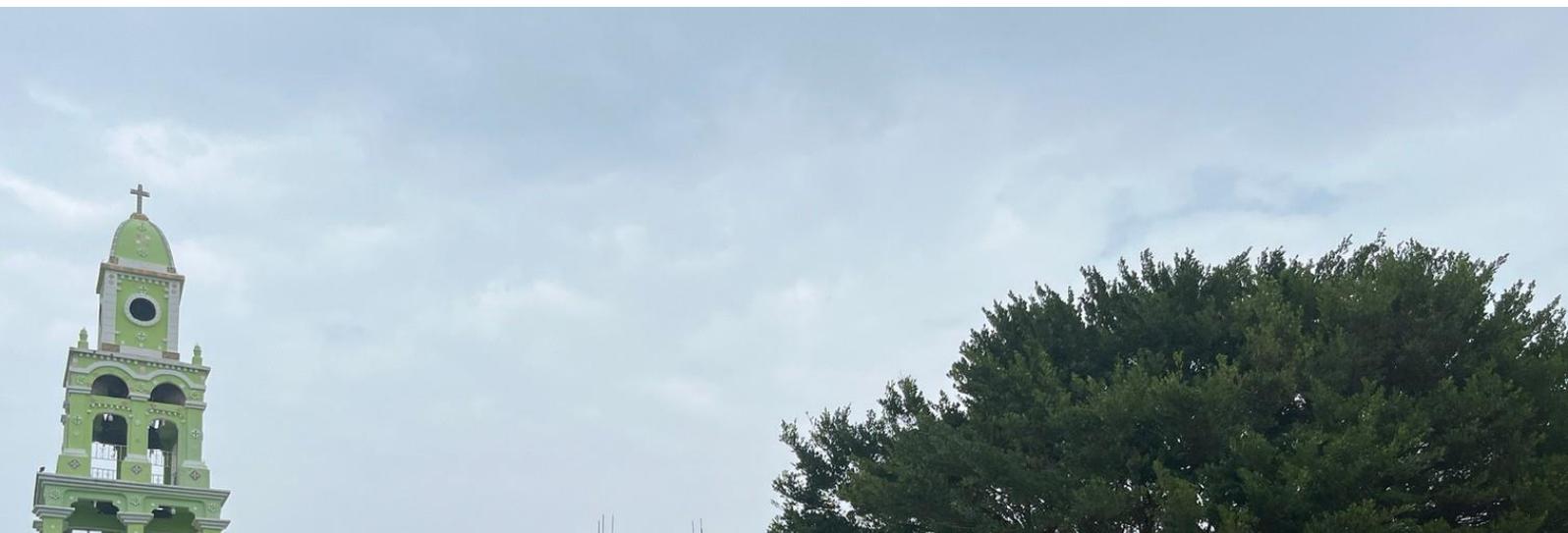
	Prod. (ton o miles de litros)	Prod. en pie (Ton)	Precio prom. (\$/kg)	Precio promedio en pie (\$/kg)	Valor de la producción (Miles \$)	Valor de la prod. en pie (Miles \$)	Peso promedio en canal (kg)	Peso promedio en pie (kg)	Número de Cabezas
Bovino-Carne	1,150.07	2,137.50	62.61	31.06	72,010.96	66,393.82	248.66	462.16	4,625
Bovino-Leche	2,182.44	0	5.42	0	11,839.29	0	0	0	0
Porcino-Carne	141.65	182.25	35.98	26.55	5,097.31	4,838.79	79.45	102.22	1,783
Ovino-Carne	18.57	37.02	73.74	36.51	1,369.41	1,351.72	15.05	30	1,234
Ave-Carne	35.83	46.56	37.17	25.84	1,331.84	1,203.19	1.92	2.5	18,642
Guajolote-Carne	4.03	5.62	75.06	46.91	302.43	263.8	4.81	6.71	838
Ave-Huevo	121.37	0	49.1	0	5,959.00	0	0	0	0
Abeja-Miel	2.03	0	44.1	0	89.57	0	0	0	0
Abeja-Cera									
TOTAL	3,656.03	2,408.95	463.92	166.87	98,002.96	74,051.32	349.89	603.59	27,122.00

### **Servicios y turismo.**

Al 2018, el municipio contaba con 58 de establecimientos de servicios de preparación de comida y tres establecimientos de hospedaje (DENUE, 2018). No se cuenta con información sobre el origen de los turistas que visitan el municipio. No obstante, en el municipio se localizan algunos sitios de interés turístico como Sayultepec, donde se encuentra un campamento Tortuguero; Playa Linda, donde se ubican varios restaurantes con gastronomía local (pescados y mariscos). También está Playa Peña Hermosa delimitada en sus extremos por dos morros y una saliente rocosa, hábitat de una variedad de aves marinas, y un campamento tortuguero donde desova

la tortuga Carey, además de ofrecer servicios de gastronomía local. Otro sitio de interés es Jicacal, poblado localizado a las orillas de laguna El Ostión, y un centro ecoturístico (El Cangrejo Azul), donde se realiza un aprovechamiento de los recursos naturales brindados por el sistema lagunar.

Además, en el municipio se encuentra la reserva ecológica del Volcán de San Martín, Pajapan, con una superficie de 18,000 ha (Laborde, 2004). Esta zona cuenta con una gran cantidad de volcanes a forma de pequeños conos y cráteres de explosión conocidos como "maares".



## Capítulo 2.

# CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

### DINÁMICA MARINA

La costa del Municipio de Pajapan se puede dividir en tres celdas litorales que tienen una longitud de 22.52 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.

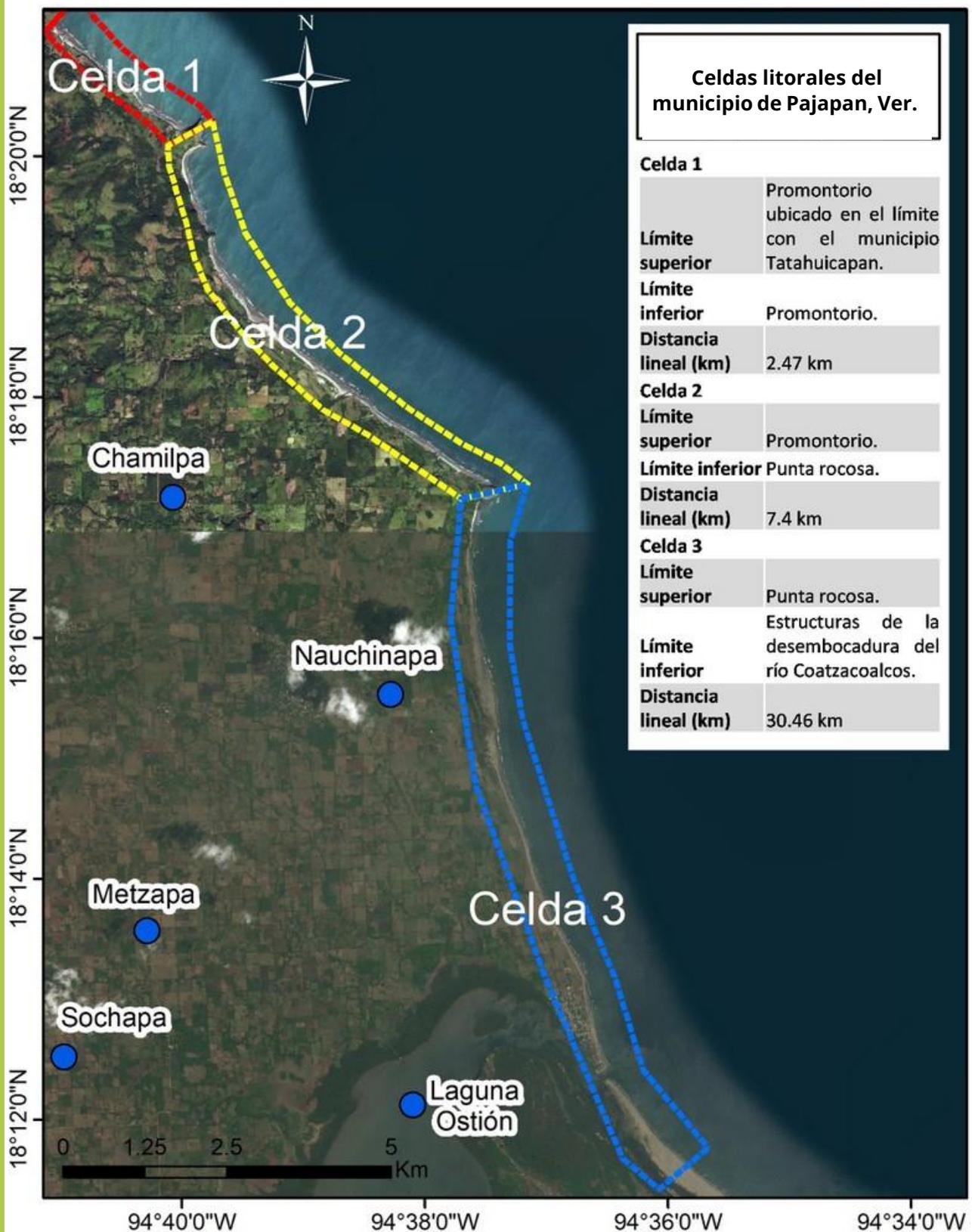


Figura 3. Celdas litorales del municipio de Pajapan.

De acuerdo con los datos publicados por la Secretaría de Marina, los dos mareógrafos más próximos a Pajapan 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 Pajapan se presentan en el Cuadro 3.

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

Pleamar Máxima Registrada	1.25
Nivel de Pleamar Media Superior	0.40
Nivel de Pleamar Media	0.38
Nivel Medio del Mar	0.28
Nivel de Bajamar Media	0.12
Nivel de Bajamar Media Inferior	0.00
Bajamar Mínima Registrada	-0.55

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

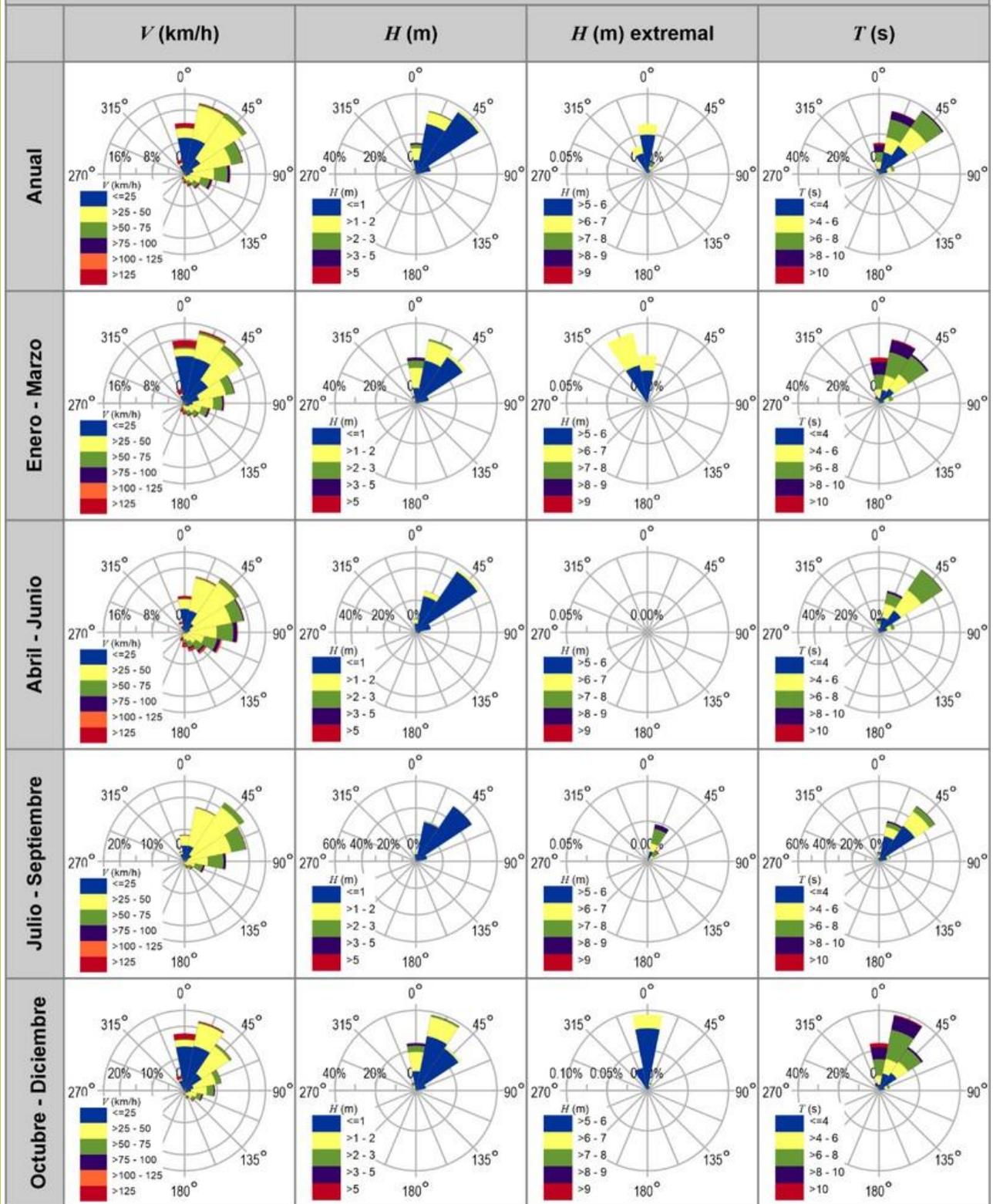
metodología de Silva *et al.* (2002) y Ruiz *et al.* (2009), alcance máximo por el ascenso de las olas (*runup*) empleando las relaciones propuestas por Stockdon *et al.* (2006).

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. Sobre elevación 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	0.21	0.09	1.28
10	0.33	0.12	1.39
15	0.41	0.14	1.45
20	0.46	0.15	1.48
25	0.49	0.16	1.50
30	0.52	0.17	1.51
40	0.56	0.18	1.53
50	0.59	0.18	1.55
100	0.67	0.20	1.61

## Municipio Pajapan (94.50°W, 18.75°N)



## CARACTERÍSTICAS DE LA COSTA

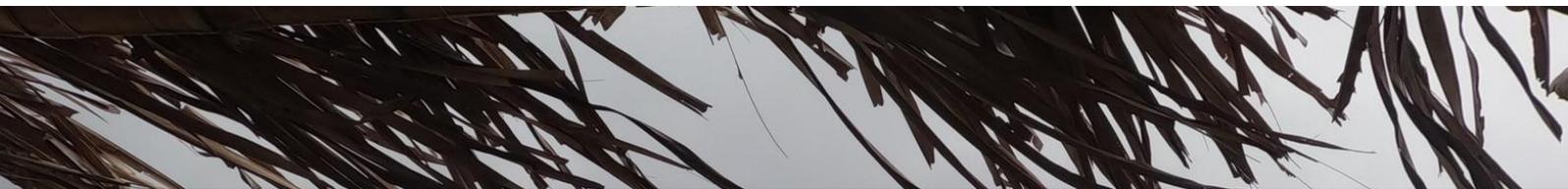
El municipio de Pajapan tiene una elevación promedio de 112.2 m s.n.m. (Figura 5) y las mayores elevaciones se encuentran en la zona norte alcanzando los 1,141.7 m s.n.m., correspondiente al perfil 1 (Figura 6a-e). Los perfiles que se muestran en dichas figuras se extienden a lo largo de siete kilómetros 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 arena que se acumula en la zona para formar dunas embrionarias, frontales y transgresivas

Pajapan está conformado por tres celdas litorales (Figura 3). La primera celda, limita al norte con un promontorio ubicado en el límite con el municipio de Tatahuicapan y al sur con Peña Hermosa (18° 20' 9.16" N, 94° 39' 54.08" O), con una longitud lineal de su litoral de 2.47 km. El transporte de sedimentos reinante y dominante se da de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha conservado.

Este segmento de playa es abierto con una orientación noroeste-sureste. En esta celda desemboca el río Sepaquiapan, que crea una barra arenosa y alimenta las playas.

La segunda celda (Figura 3), en la zona norte limita con Peña Hermosa, mientras que al sur con la punta rocosa San Juan (18° 17' 12.31" N, 94° 37' 26.46" O), con una longitud lineal de 7.4 km. Como fuentes de sedimento en esta celda se localizan los arroyos Tenantitanapan, Chamilpa y Chininita, los cuales forman pequeñas barras de arena en su desembocadura.

La tercera celda (Figura 3) tiene como límites tanto la punta rocosa San Juan como las estructuras de la desembocadura del río Coatzacoalcos, con una longitud lineal de 30.46 km en Pajapan. El viento aporta sedimentos desde las playas ubicadas desde el norte hacia el sur. Esta alimentación y la descarga del río Coatzacoalcos mantienen sus playas.



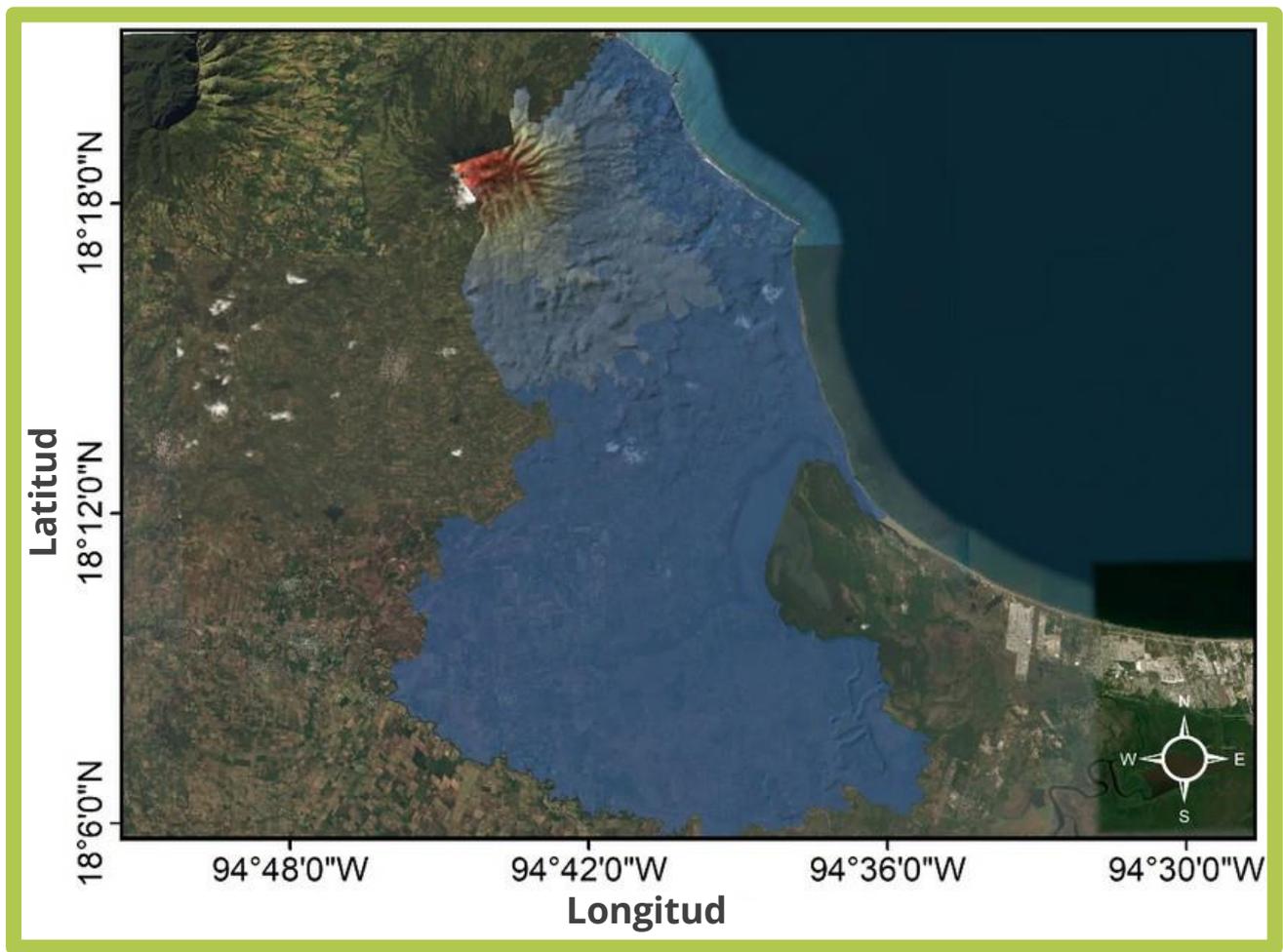


Figura 5. Relieve del terreno en el municipio de Pajapan. Se muestran las mayores elevaciones en color rojo y las zonas más bajas en azul.



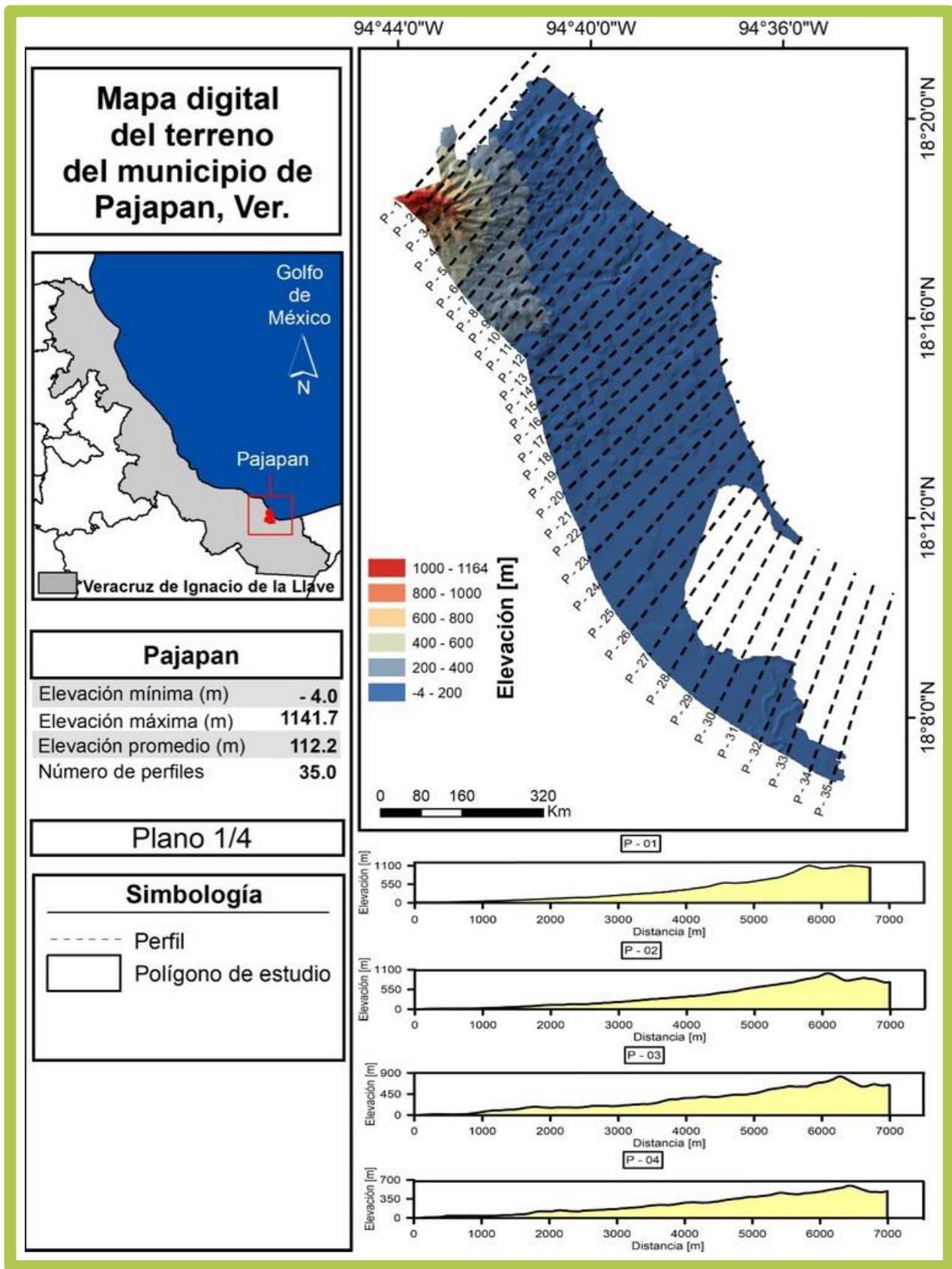


Figura 6a. Mapa digital del terreno y perfiles del terreno (1 a 35) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia es referente a la longitud de los perfiles. Los perfiles 2 al 5 pertenecen a la celda litoral 1, del 6 al 16 a la celda 2, y del 17 al 30 a la celda 3. El frente costero de los perfiles 1 y 31 al 35 no pertenece al municipio de Pajapan.

# Mapa digital del terreno del municipio de Pajapan, Ver.



Pajapan	
Elevación mínima (m)	- 4.0
Elevación máxima (m)	1141.7
Elevación promedio (m)	112.2
Número de perfiles	35.0

Plano 2/4

Simbología	
---	Perfil
□	Polígono de estudio

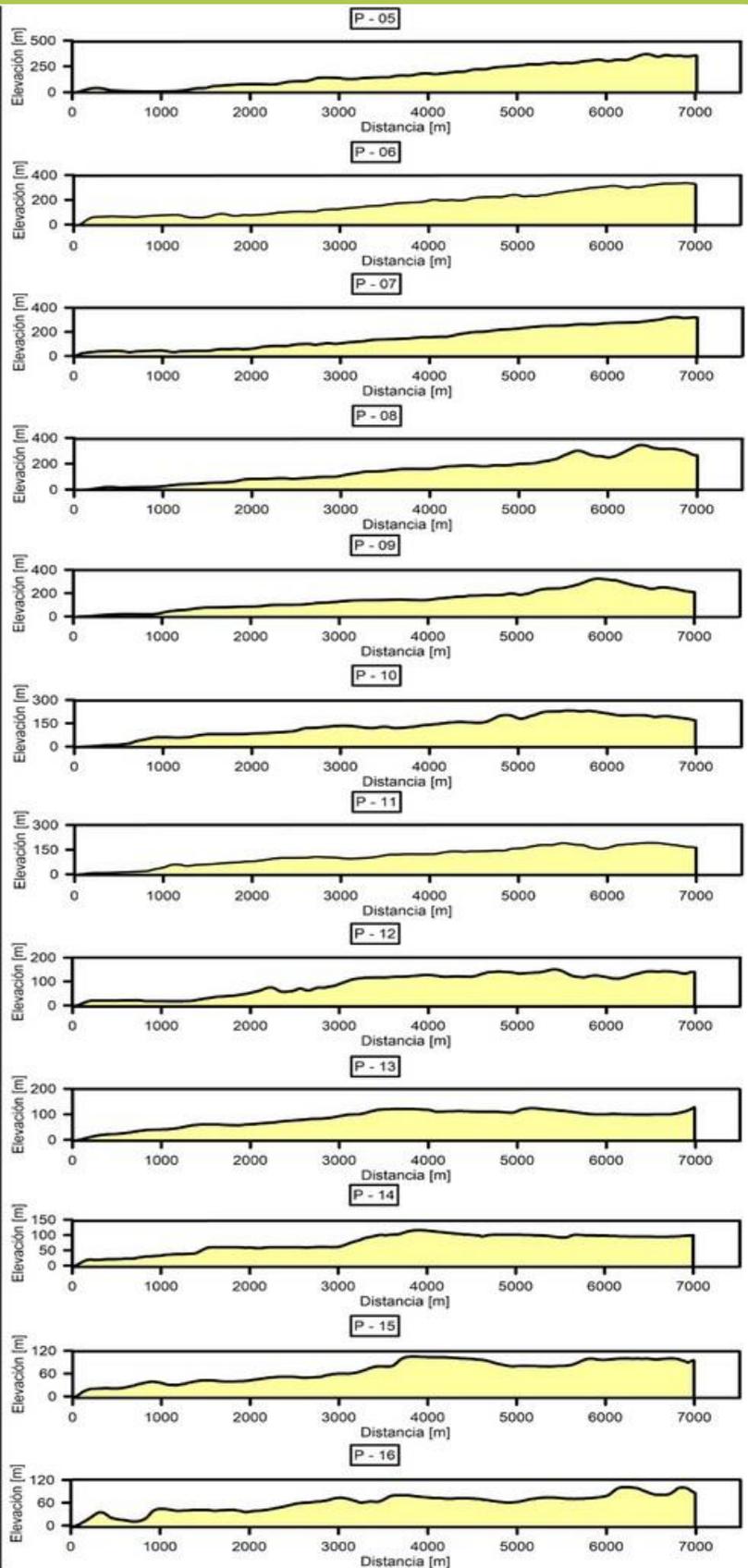


Figura 6b. Perfiles del terreno (5 al 16) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. El perfil 5 pertenece a la celda litoral 1 y del 6 al 16 a la celda 2.

# Mapa digital del terreno del municipio de Pajapan, Ver.



## Pajapan

Elevación mínima (m)	- 4.0
Elevación máxima (m)	1141.7
Elevación promedio (m)	112.2
Número de perfiles	35.0

## Plano 3/4

### Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

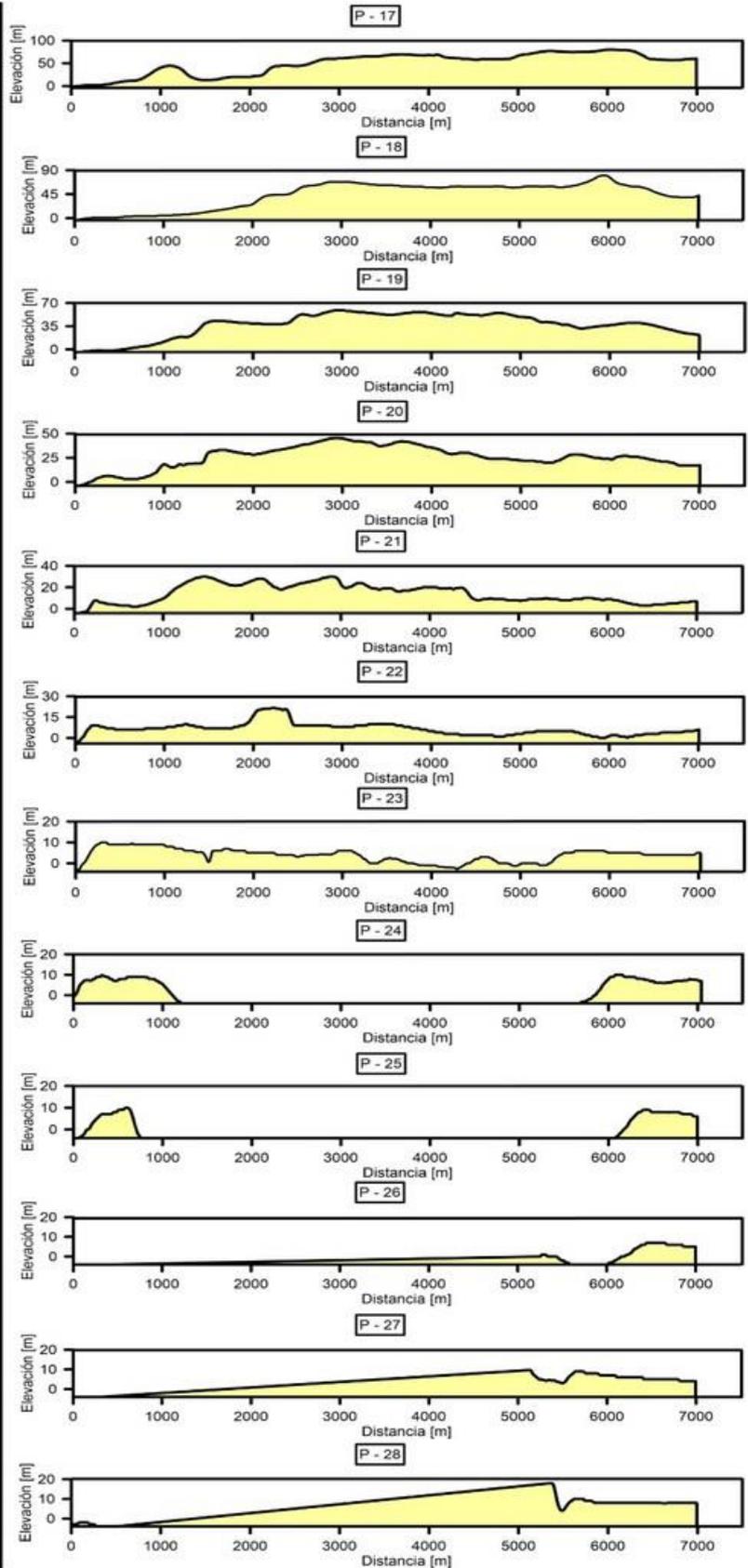


Figura 6c. Perfiles del terreno (17 al 28) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Los perfiles 17 al 28 pertenecen a la celda litoral 3.

## Mapa digital del terreno del municipio de Pajapan, Ver.



### Pajapan

Elevación mínima (m)	- 4.0
Elevación máxima (m)	1141.7
Elevación promedio (m)	112.2
Número de perfiles	35.0

### Plano 4/4

### Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

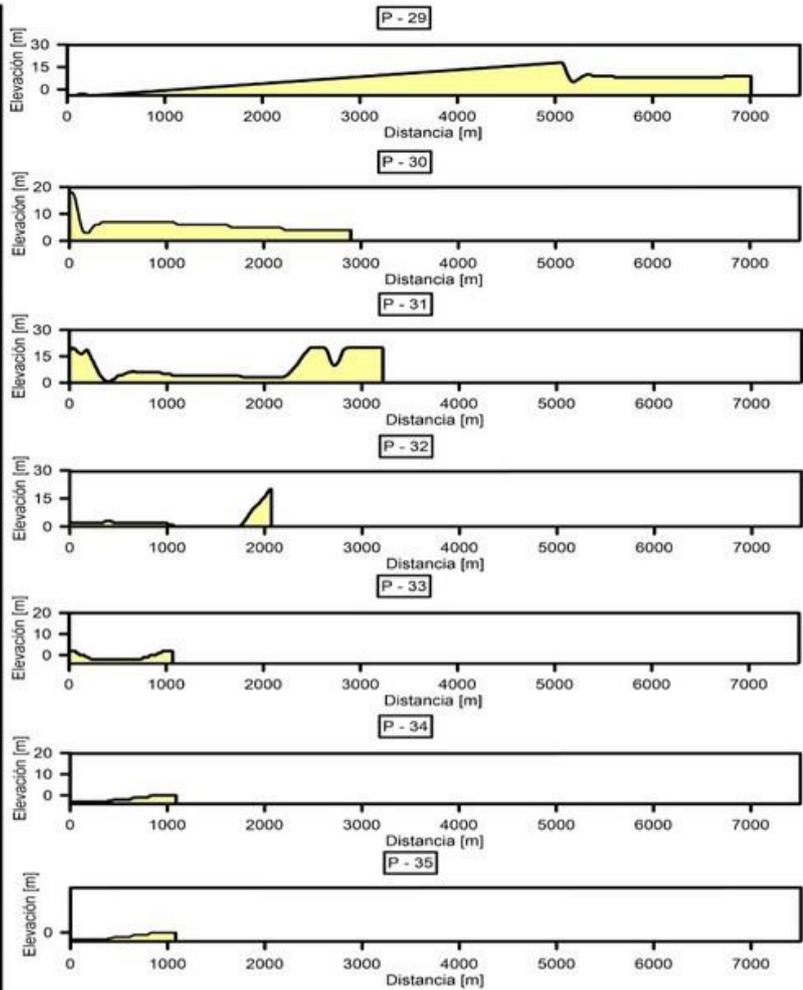


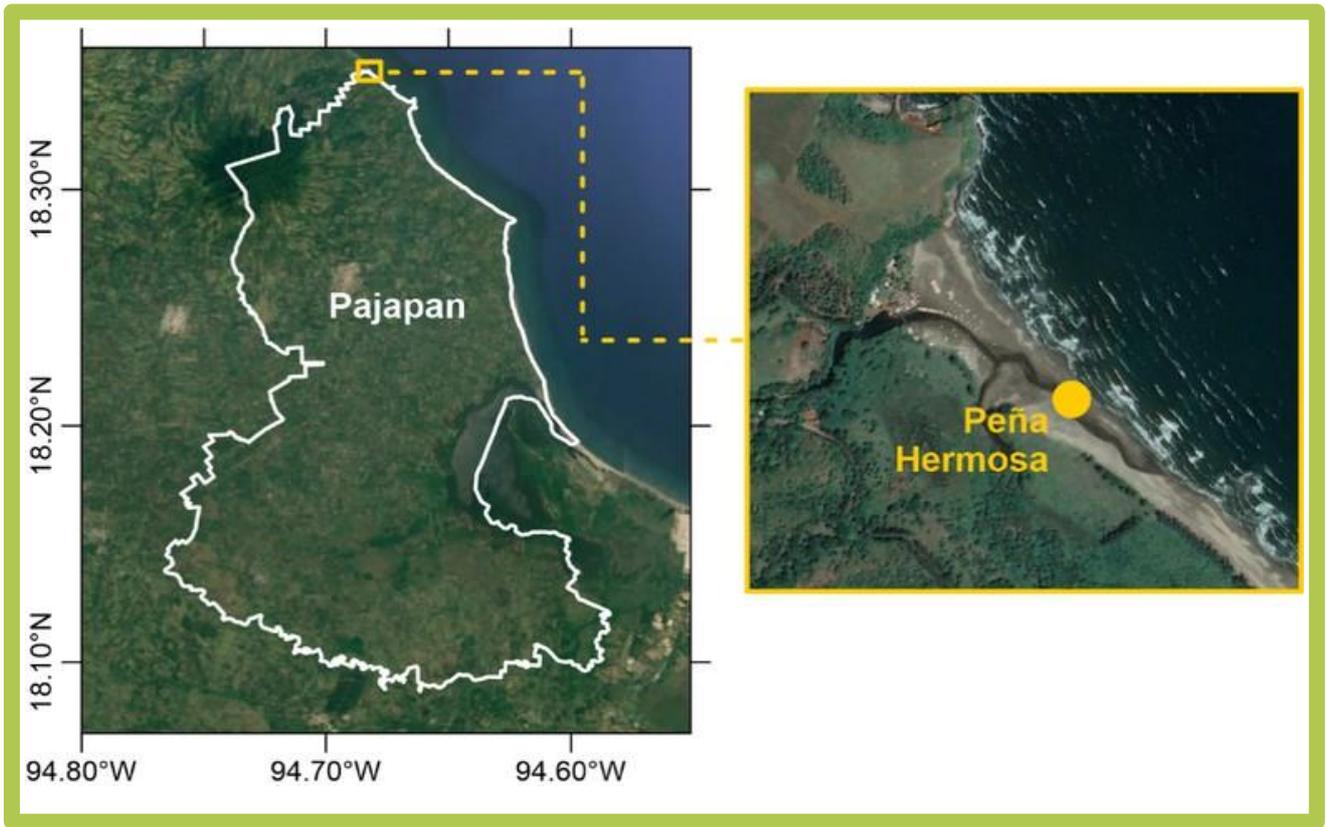
Figura 6d. Perfiles del terreno (29 al 35) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Los perfiles 29 y 30 pertenecen a la celda litoral 3. El frente costero de los perfiles 31 al 35 no pertenece al municipio de Pajapan.

En total la línea de costa cubre una distancia de 22.52 km. Para caracterizar las arenas de las playas de Pajapan 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 Peña Hermosa 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 producida localmente. Como en cualquier tipo de playa disipativa (con taludes suaves), los sedimentos más finos se acumulan en la playa seca. Por otro lado, la distribución de tamaños de diámetros en el perfil es un indicativo que en esta zona el sedimento está viajando de la zona de lavado tanto hacia aguas más profundas como tierra adentro.





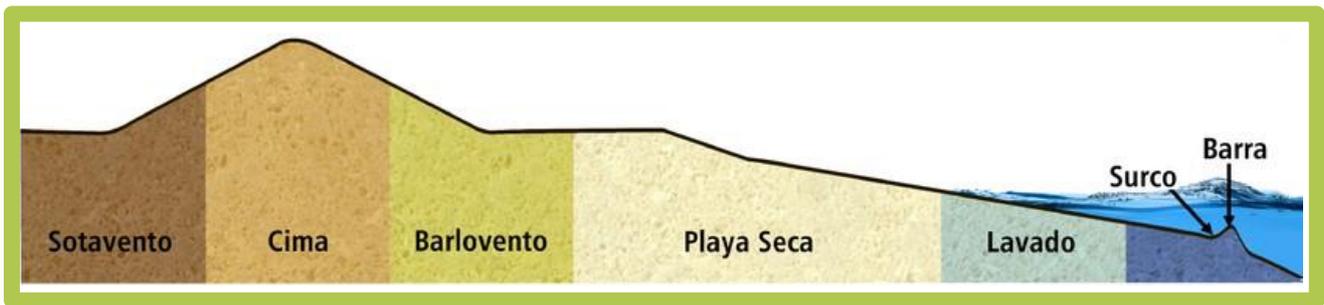


Figura 8. Zonas del perfil de playa consideradas en el muestreo de sedimentos.

Cuadro 5. Parámetros geométricos medios y densidad de las arenas en las playas de Salinas Roca Partida (1), Arrollo de Lisa (2) y Montepío (3).

Zona	Diámetro D50 (mm)	Redondez (Symm)	Esfericidad (SPHT)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
Barra	0.205	0.849	0.796	1.939
Surco	0.214	0.858	0.812	2.092
Lavado	0.219	0.857	0.806	2.274
Playa Seca	0.169	0.869	0.843	1.844
Barlovento	0.161	0.877	0.861	1.725
Cima	0.162	0.880	0.865	1.730

## 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.



En cuanto a los escurrimientos, los principales ríos son: Huazuntlán que comparte con los municipios de Mecayapan y Coatzacoalcos, Sochapa, Tatahuicapan compartido con Mecayapan y Zapopan. Los arroyos son Ayagachapa, El Caracol, El Chango, El Colorado, Metzapa, Ojochapa (que comparte con el municipio de Mecayapan), El Oate, Temoloapan (compartido con Tatahuicapan y Mecayapan), Sepaquiapan, Chamilpa, Nauchinapa y Chininita (Figura 9). En este municipio se localiza la Laguna Grande (tierra adentro) y la Laguna Ostión, que es la más grande en su franja costera. La Laguna Ostión está caracterizada por una laguna de barrera con amplias llanuras de inundación o marismas con manglar. En general, estos sistemas reciben grandes aportes de agua dulce provenientes de las altas precipitaciones que se dan cuenca arriba. En el municipio de Pajapan, la Laguna Ostión recibe principalmente

descarga del arroyo Metzapa y el río Sochapa. De la laguna Ostión hacia Coatzacoalcos existen campos de dunas transgresivas en combinación con pantanos que se prolongan hasta el río Coatzacoalcos (Florescano y Ortiz, 2010).

Dentro del municipio de Pajapan, no existen estaciones climatológicas, de acuerdo con la Información Estadística Climatológica de la CONAGUA. Por otro lado, según el Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS), en el municipio no existen estaciones hidrométricas. El clima de este municipio corresponde a un cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (89 %), cálido húmedo con lluvias todo el año (10 %) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (1 %). El intervalo de precipitación es de 1,900 - 4,100 mm, y el de temperatura de 20 - 26°C, según el Sistema de Información Municipal del Gobierno del Estado de Veracruz (2019).





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

## INFRAESTRUCTURA Y ALTERACIONES EN LAS FUENTES DE SEDIMENTO

Existen cinco presas que muestran una conexión con los afluentes de la Laguna Ostión en el municipio de Pajapan ([www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)): la Cangrejera, Pemex 1, Pemex 2, Laguna Mexichem y Vaso II Mexichem (Figura 10). Sin embargo, se podría considerar que las presas Laguna Mexichem y Vaso II Mexichem tienen mayor influencia en las costas de este municipio, puesto que sus ríos desembocan directamente en la Laguna Ostión, mientras que las demás presas están relacionadas con el río Teapa que se localiza principalmente en el municipio vecino del sur (Coatzacoalcos). Asimismo, se encontraron registradas doce presas sin capacidad de almacenamiento: Tilapa, Der Turivia, B Laguna Colorada, B Rancho la Jarana, Rancho el Rocio, Represa Grande del Rancho Bramadero, Rancho el Rebozo, Llano Largo, De la Hacienda, De Adentro, El Rancho y La Larga.

Además de las presas localizadas tierra adentro, en esta zona no se detectó la existencia de obras civiles en la costa. Por otra parte, Lara-Ovando (1988), habla acerca de las iniciativas de construcción del Puerto Industrial Laguna del Ostión, con el cual estarían realizando actividades

de dragado en la laguna. Los dragados que se han realizado en el tiempo son con el fin de evitar el azolvamiento en la boca de la laguna para el beneficio de los pescadores y el intercambio de agua con el mar.

A lo largo de la costa el transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de este hacia el sur (Figura 5). En todas las playas de este municipio con orientación noreste-suroeste y norte-sur 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 y alimentar 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 no está alterado se incluye lo siguiente:

- El municipio de Pajapan es más rural, cuenta con una población indígena (nahuas) y presenta índices de marginación altos, por lo que no existe gran infraestructura que afecte el sistema dinámico costero (INAFED, 2020).
- Este municipio está compuesto por el tipo de suelo gleysol, que tiene la característica de la acumulación y asentamiento de agua, con baja susceptibilidad a la erosión (INAFED, 2020).

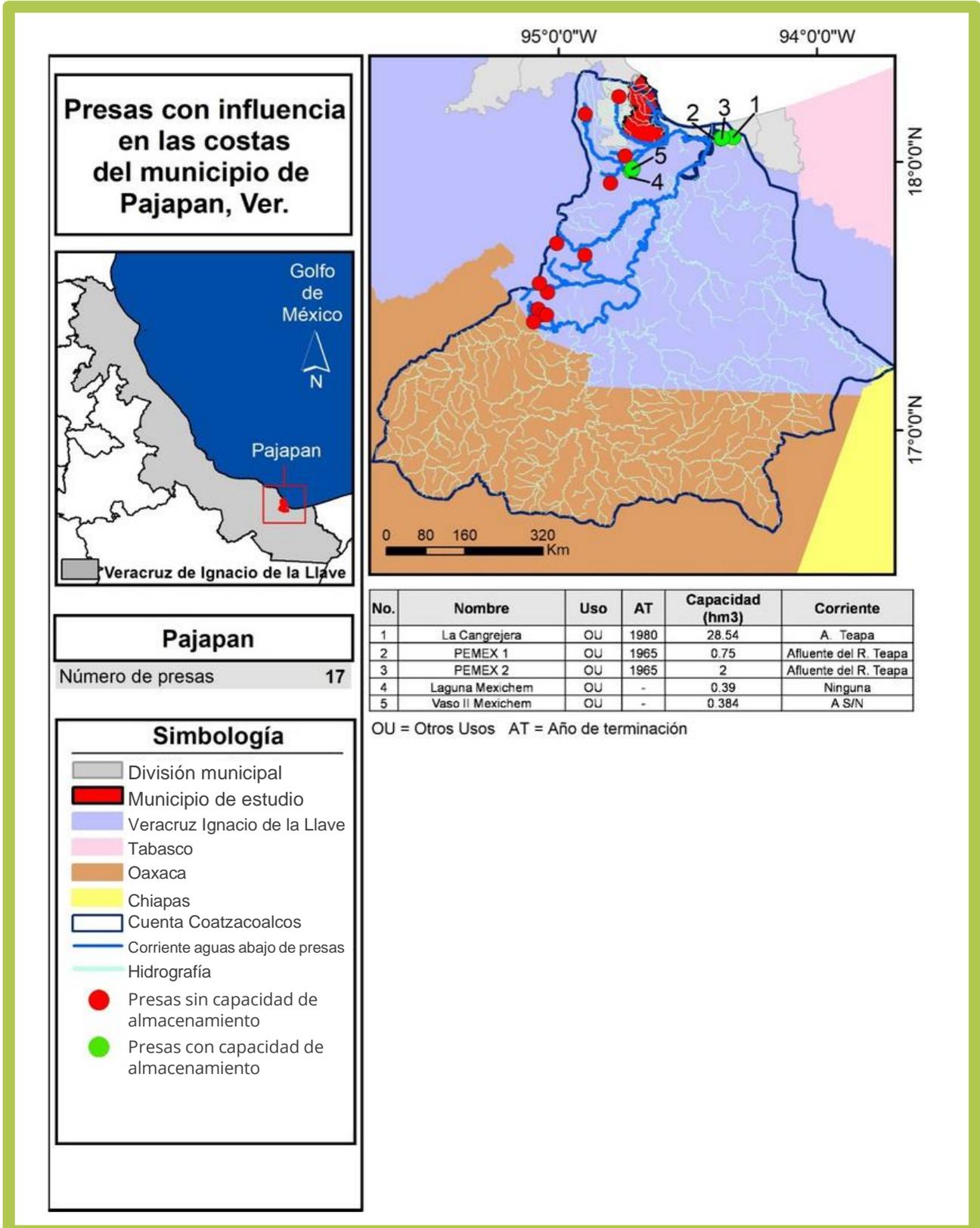


Figura 10. Presas con influencia en el municipio de Pajapan, Ver.

Para comprobar las tendencias erosivas se realizó un análisis de la evolución espacio-temporal de la línea de costa. En las Figuras 11 y 12 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. Para el perfil del 1 al 9 se analizaron los años 2006, 2009, 2016 y 2019. Para los perfiles del 10 al 17, fueron los años 2009, 2010, 2016 y 2019. Los perfiles del 18 al 35 se calcularon a partir de la digitalización de la línea de costa de imágenes SPOT 5 y fotografías aéreas de los años 1970/81, 2005, 2010 y 2015 (Valderrama *et al.* 2019). El anterior método fue debido a que no se encontraron las imágenes satelitales con los mismos años al realizar la digitalización de las líneas de costa.

En cuanto a la tasa de erosión, las mayores variaciones se presentan en los perfiles 1, 7 y 9, que corresponden con playas ubicadas al sur de una punta rocosa (Figura 5). La mayor erosión está en el perfil 19 con 130.4 m de retroceso de línea de costa. Por otro lado, las mayores variaciones se presentan en el perfil 7 que corresponde con la salida de un arroyo al mar, en donde la playa ha crecido 57.1 m. En general, las tasas de erosión van desde los 0.1 m/año hasta tasas de erosión de 18.2 m/año (Figura 12).

En resumen, los desplazamientos de la línea de costa del municipio de Pajapan indican desplazamientos tanto de erosión como de acreción por efecto de la dirección del oleaje.

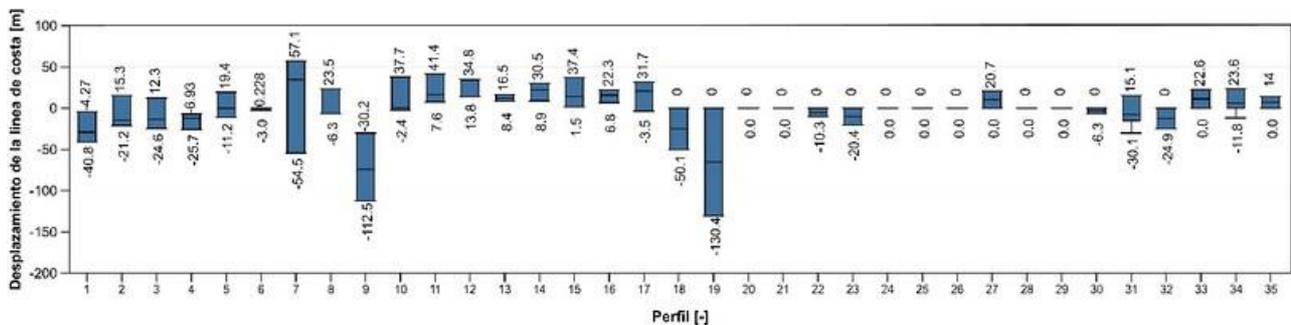


Figura 11. Desplazamiento de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 6 para el municipio de Pajapan, Ver.

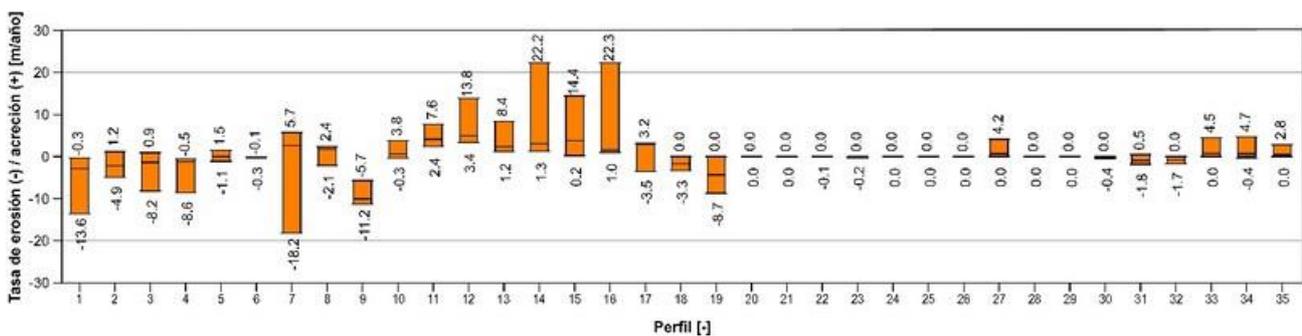


Figura 12. Tasa de erosión / acreción de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 6 para el municipio de Pajapan Ver.

## 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 80.3 % de la superficie del municipio es utilizada por actividades agropecuarias. El cultivo de pastizales ocupa el 78.2 % del territorio; la agricultura de temporal se desarrolla en casi el 2 % del territorio municipal. Por otro lado, los asentamientos humanos, en conjunto con la zona urbana, alcanzan apenas el 1.28 % del total del municipio. En cuanto a la vegetación natural, el 19.2 % de la

superficie del municipio conserva sus ecosistemas con nulo o poco disturbio. No obstante, la vegetación natural, compuesta principalmente de selva alta perennifolia y vegetación secundaria (8 % del total municipal) y manglar (1.93 %) se distribuye en la zona sur, dispuesto en fragmentos aislados o al borde del sistema lagunar (Figura 13, Cuadro 6).

En la franja costera la distribución de los tipos de uso de suelo y vegetación es muy similar al territorio municipal. El 79 % de la superficie es utilizada exclusivamente para el cultivo de pastizales (ganadería). Aquí, la vegetación natural corresponde a la franja de manglar que rodea la laguna El Ostión.



Cuadro 6. Superficie ocupada por los diferentes tipos de usos de suelo a nivel municipal y en la franja costera. Datos tomados de SAGARPA (2013).

Tipo de uso de suelo	% superficie municipal	% superficie en franja costera
<b>Transformado</b>		
Agricultura de temporal	1.91	
Pastizal cultivado	78.22	78.07
Palmar inducido	0.17	
Asentamientos humanos	1.28	1.24
<b>Total transformado</b>	<b>81.58</b>	<b>80.30</b>
<b>Natural</b>		
Manglar	1.93	6.99
Tular	2.83	0.98
Selva alta perennifolia	2.21	1.72
Vegetación de dunas costeras	0.02	0.08
Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia	0.60	0.04
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	4.98	6.72
Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia	0.29	-
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1.89	-
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de manglar	1.89	-
Cuerpo de agua	2.60	3.17

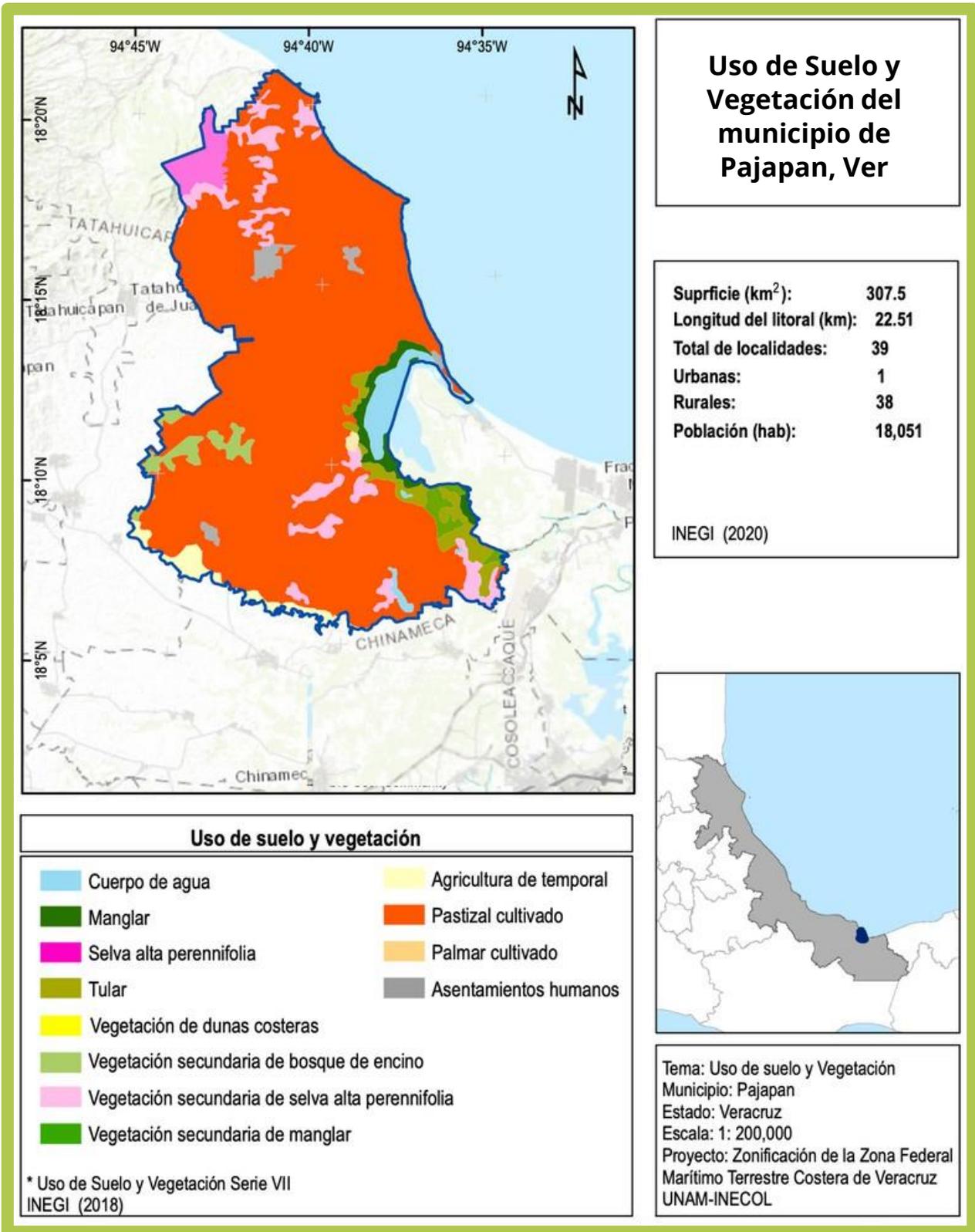


Figura 13. Distribución de los usos de suelos y tipos de vegetación del municipio de Pajapan, Ver.

## 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 427 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, principalmente cubiertos por vegetación exclusiva de playas y dunas transgresivas (Figura 14). Las dunas se encuentran en la porción centro-sur del litoral del municipio (Figura 15), comienzan en las inmediaciones de punta de San Juan; dunas frontales angostas que se van ensanchando conforme se acercan al sistema lagunar de la laguna “El Ostión”, hasta alcanzar un ancho máximo que ronda los 1,000 metros. Las dunas son interrumpidas tanto por el sistema lagunar como por los asentamientos humanos en la localidad de Jicacal.



Figura 14. Características de las dunas costeras de Pajapan. Imágenes tomadas de Google Earth, 2018.

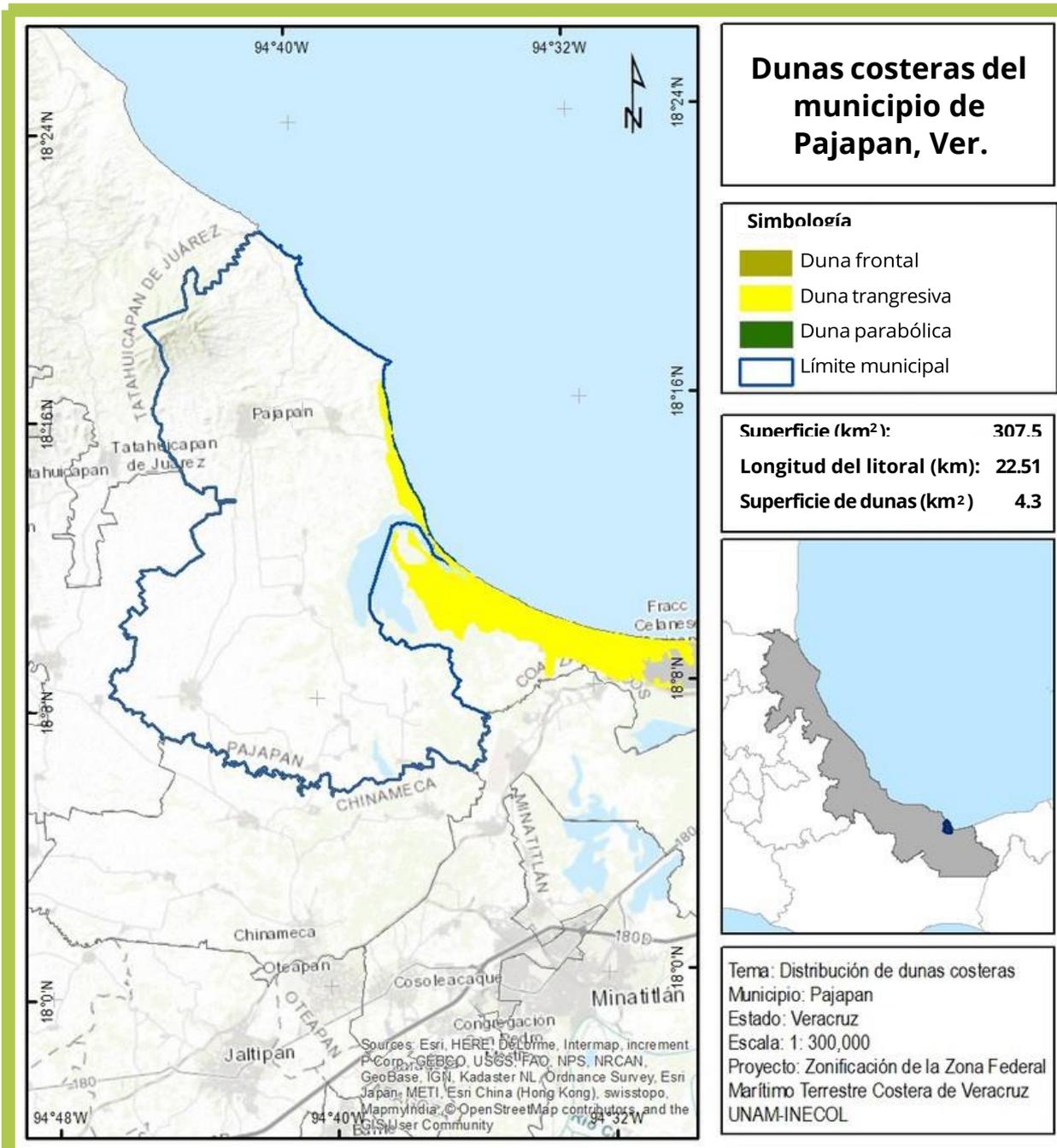
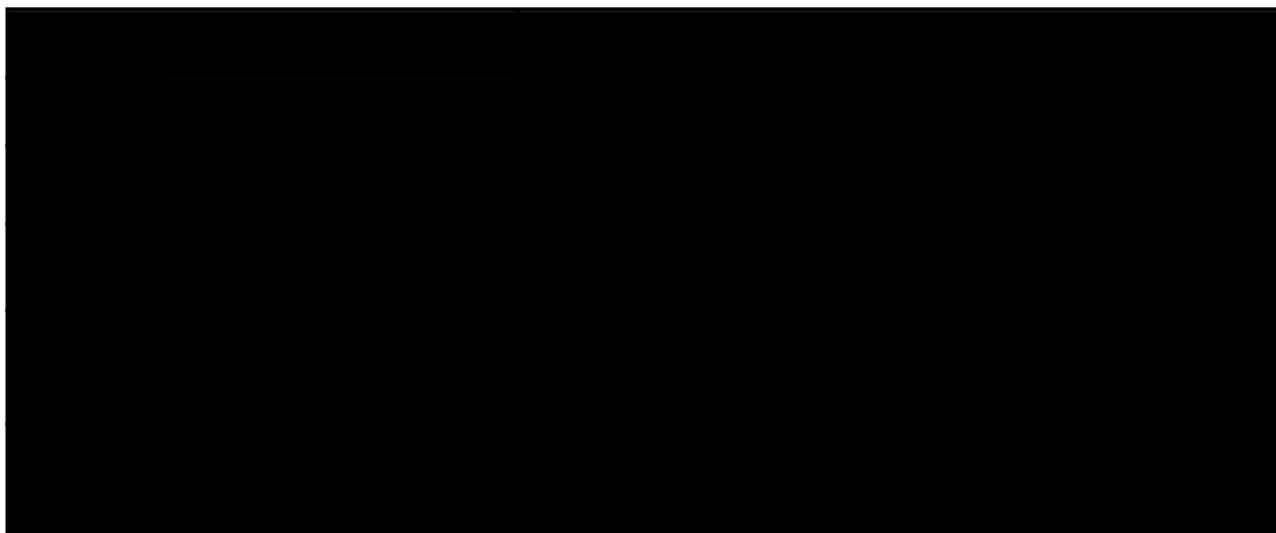


Figura 15. Distribución de dunas costeras en el municipio de Pajapan, Ver.

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 pueden ser móviles o estar estabilizadas por la cubierta vegetal. Su estado de conservación es de bueno (las dunas móviles) a malo o muy malo (Figura 16, Cuadro 8).

*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 Pajapan, Ver.*

Tipos de dunas	Movilidad (Fija/Móvil)	Estado de conservación (Superficie ha)					Total	Porcentaje
		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo		
Transgresiva	Móvil	-	38.88	-	-	-	38.88	9.10
	Estabilizada	-	-	-	345.69	42.63	388.32	90.90
<b>Total</b>		-	38.88	-	345.69	42.63	427.2	
<b>Porcentaje</b>			9.10		80.92	9.98		

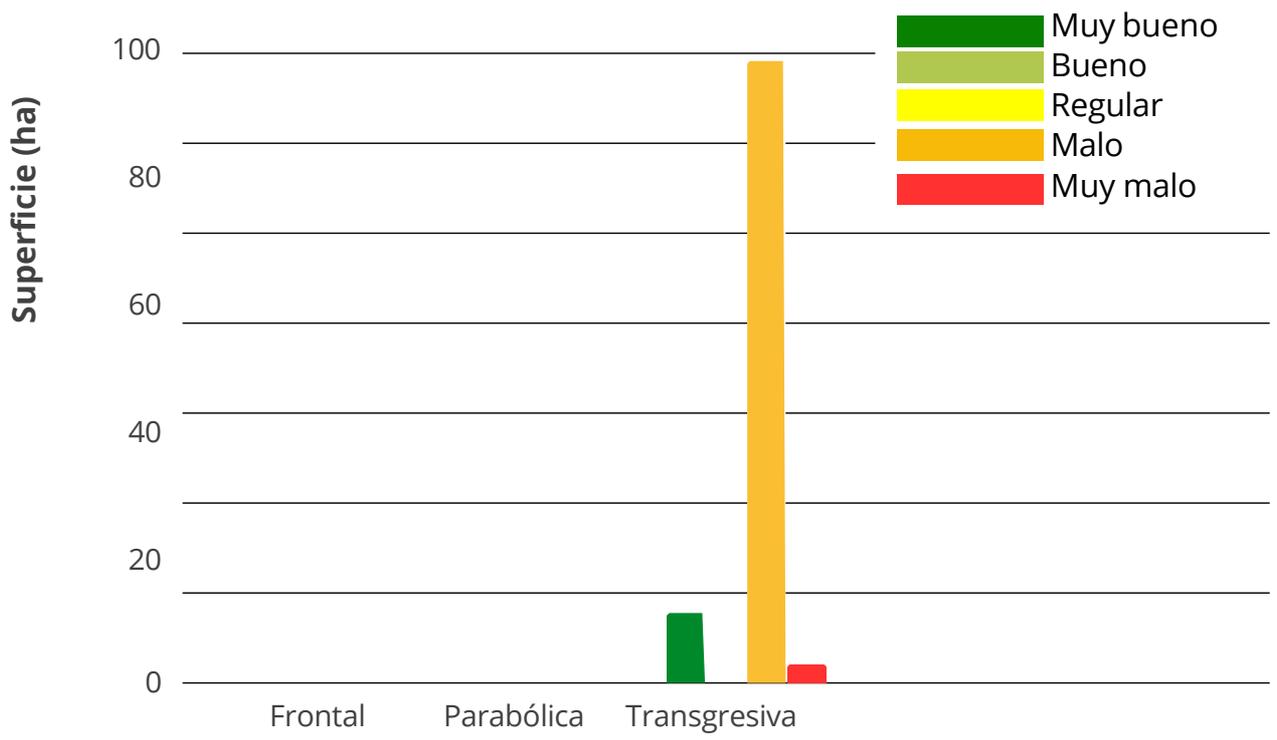


Figura 16. Estado de conservación por tipo de duna presente en el municipio de Pajapan.



## 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 playas y dunas se encuentra una combinación de vegetación propia de playas y dunas como: *Chamaecrista chamaecristoides*, *Palafoxia lindenii*, *Randia aculeata*, *Ipomoea tiliacea*, *Bidens alba*,

*Commelina erecta*, *Cenchrus incertus*, *Fimbristylis cymosa*, *Croton glandulosus*, *Panicum gouinii*, así como algunas especies de humedales como: *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).

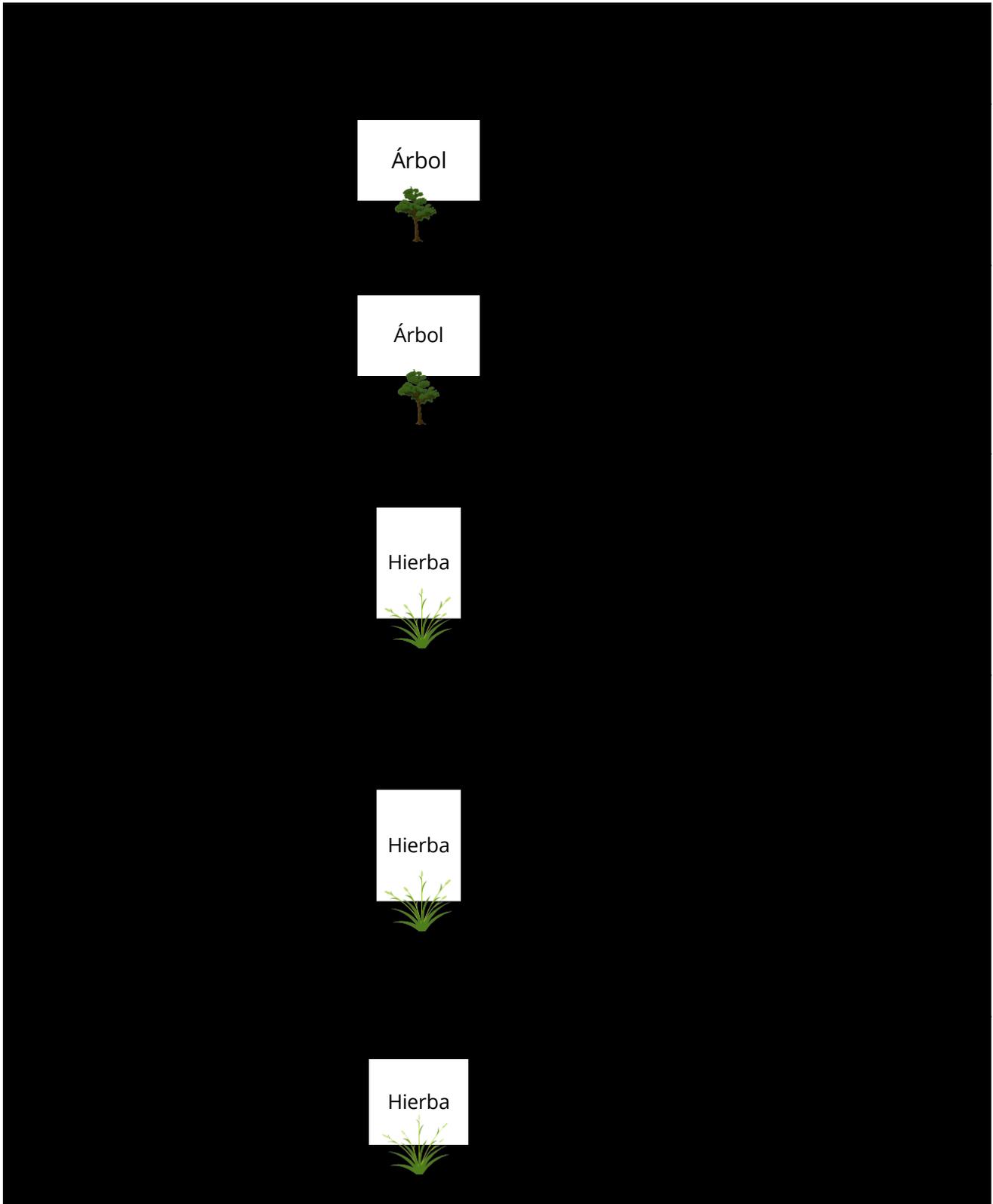


En la quinta columna se clasificaron las especies que pueden encontrarse en playas, dunas primarias o secundarias, así como aquellas especies encontradas en otros tipos de ecosistemas, diferente a las dunas, pero costeros. Esta clasificación se hizo con base en los patrones de distribución de las especies 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, en la última columna del cuadro 9, 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](http://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 Pajapan. 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.





Hierba



Hierba  
emergente



Hierba  
emergente



Hierba  
emergente



Árbol



Árbol



Arbusto



## DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN DE MANGLARES

De acuerdo con la descripción de López-Portillo y colaboradores (2011), los manglares asociados a la laguna El Ostión se distribuyen en las planicies lodosas con suelos arcillosos y es dominada por *Avicennia germinans* (Figura 17). Los árboles de *A. germinans* pueden alcanzar los 35 metros de altura y sus troncos miden hasta 1.3 metros de diámetro. Los aportes de agua en este sistema de manglar obedecen a dos factores: inundaciones diarias por mareas e inundaciones estacionales por inundación pluvial. Estas últimas debido a las características climáticas de la región donde aumenta la precipitación en las épocas de "Nortes". Las temporalidades en los aportes de agua que provocan inundación también

tienen efectos sobre otras características del suelo como la salinidad con rangos de 19 a 46 %, nivel freático de -22 a + 5cm y pH de 5.6 a 6.7 unidades.

López-Portillo y colaboradores (2011) describen tres asociaciones de manglar: la primera corresponde a áreas dominadas por *A. germinans* donde pueden registrarse hasta 2,000 individuos por hectáreas; la segunda asociación corresponde a una combinación de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* donde se pueden encontrar hasta 600 individuos por hectárea; y por último, asociaciones entre *A. germinans* y *L. racemosa*, dominada por el primero, y donde se pueden contabilizar hasta 900 individuos por hectárea. Tanto el sistema lagunar como el sistema de manglar es dividido y compartido con el municipio de Coatzacoalcos (Figura 18).



Figura 17. Manglares de Laguna Ostión. Fotografía aérea panorámica: CONABIO – SEMAR /J. Acosta-Velázquez (2008).



Figura 18. Distribución de los manglares en la zona costera de Pajapan. Las líneas amarillas indican los límites del manglar; las líneas azules corresponden a los límites municipales (Pajapan al norte izquierda; Coatzacoalcos al sur - derecha).

## 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 Huazuntlán, Tatahuicapan, Temoloapan, Agachapa y de otros afluentes de menor caudal (INEGI, 2015).

## CARACTERIZACIÓN DE LAGUNAS COSTERAS

En el municipio sólo se encuentra una laguna costera: Laguna El Ostión. El clima en la laguna es cálido húmedo con temperatura media anual mayor de 22° C y lluvias de junio a octubre y presencia de huracanes entre los meses de junio a noviembre. Se localiza en la provincia

fisiográfica “llanuras costeras veracruzanas”, por lo que los suelos característicos son Gleysol (52 %), Vertisol (25 %), Regosol (15 %) y Cambisol (8 %) y características geológicas principalmente de tipo aluviales. La laguna El Ostión tiene desembocadura al mar de manera casi permanente debido a la formación de bancos de arena en la desembocadura. Lo anterior por la dinámica sedimentaria, principalmente en la vertiente norte de la desembocadura. Además, recibe aportes de agua de los ríos Huazuntlán, Tatahuicapan, Temoloapan, Sochapa, Agachapa y de otros afluentes de menor caudal. Además del manglar, otros tipos de vegetación asociados al sistema lagunar son: popal, sabana, apompal, selva alta perennifolia, encinar, vegetación de dunas costeras y sus respectivos acahuales.

La CONABIO (2008) enlista ocho especies de pteridófitas asociadas a la laguna (*Acrostichum aureum*, *Blechnum serrulatum*, *Ceratopteris pteridoides*, *Microgramma lycopodioides*, *Pteridium caudatum*, *Tectaria heracleifoli*, *Thelypteris interrupta*, *Thelypteris serrata*), una especie de gimnosperma (*Pinus oocarpa*); 43 especies de angiospermas monocotiledóneas (*Acroceras zizanioides*, *Aechmea bracteata*, *Burmannia capitata*, *Canna glauca*, *Catasetum integerrimum*, *Cenchrus multiflorus*, *Costus spicatus*, *Cyperus amabilis*, *Cyperus articulatus*, *Cyperus polystachyos*, *Acroceras zizanioides*, *Aechmea bracteata*, *Burmannia capitata*, *Canna glauca*, *Catasetum integerrimum*, *Cenchrus multiflorus*, *Digitaria decumbens*, *Digitaria horizontalis*, *Echinodorus grandiflorus*, *Eleocharis densa*, *Eleocharis filiculmis*, *Eleocharis geniculata*, *Eragrostis secundiflora*, *Eriochrysis cayennensis*, *Eustachys petraea*, *Fimbristylis autumnalis*, *Fimbristylis cymosa*, *Fimbristylis spadicea*, *Fuirena camptotricha*, *Habenaria repens*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Juncus imbricatus*, *Juncus marginatus*, *Limnocharis flava*, *Sisyrinchium angustifolium*, *Smilax aristolochiifolia*, *Spartina spartinae*, *Sporobolus jacquemontii*, *Paspalum scrobiculatum*, *Phragmites australis*, *Rhynchospora barbata*, *Rhynchospora corymbosa*, *Sagittaria lancifolia*, *Setaria tenax*, *Stenotaphrum secundatum*, *Thalia geniculata*) y 106 especies de angiospermas dicotiledóneas (*Rhynchospora gigantea*, *Rhynchospora nervosa*, *Fuirena camptotricha*, *Habenaria repens*, *Sporobolus virginicus*, *Stenorrhynchos lanceolatum*, *Acalypha diversifolia*, *Aegiphila elata*, *Aeschynomene sensitiva*, *Amaranthus annectens*, *Anacardium occidentale*, *Apeiba tibourbou*, *Ardisia compressa*, *Asclepias curassavica*, *Avicennia nítida*, *Bacopa monnieri*, *Baltimora recta*, *Begonia fischeri*, *Begonia fisheri*,

*Blepharodon mucronatum*, *Bunchosia lindeniana*, *Byrsonima crassifolia*, *Canavalia rosea*, *Casearia nítida*, *Cedrela odorata*, *Cephaelis elata*, *Chamaecrista serpens*, *Chiococca alba*, *Chiococca coriácea*, *Chrysobalanus icaco*, *Clarisia biflora*, *Cleome guianensis*, *Clerodendrum ligustrinum*, *Coccoloba barbadensis*, *Combretum laxum*, *Conostegia xalapensis*, *Cornutia latifolia*, *Croton californicus*, *Croton lobatus*, *Croton punctatus*, *Cupania macrophylla*, *Cymbopetalum baillonii*, *Cynometra retusa*, *Dalbergia brownei*, *Egletes viscosa*, *Eriosema diffusum*, *Eugenia mexicana*, *Funastrum clausum*, *Guarea grandifolia*, *Guazuma ulmifolia*, *Helicteres mexicana*, *Hippocratea excelsa*, *Hirtella racemosa*, *Hybanthus calceolaria*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Hydrolea spinosa*, *Indigofera miniata*, *Indigofera suffruticosa*, *Inga vera*, *Ipomoea pes-caprae*, *Laguncularia racemosa*, *Lippia myriocephala*, *Lippia nodiflora*, *Lippia pringlei*, *Ludwigia helminthorrhiza*, *Ludwigia leptocarpa*, *Ludwigia octovalvis*, *Malmea depressa*, *Malpighia glabra*, *Melanthera nivea*, *Melochia villosa*, *Morinda guatemalensis*, *Quercus skinneri*, *Rhizophora mangle*, *Psittacanthus calyculatus*, *Nymphaea ampla*, *Operculina pinnatifida*, *Pachira aquatica*, *Piper marginatum*, *Pisonia aculeata*, *Pithecellobium belicense*, *Sida acuta*, *Sida cordifolia*, *Sida rhombifolia*, *Pavonia rosea*, *Psychotria flava*, *Quercus peduncularis*, *Rollinia jimenezii*, *Pithecellobium erythrocarpum*, *Smithiantha fulgida*, *Solanum umbellatum*, *Sapindus saponaria*, *Senna occidentalis*, *Neea psychotrioides*, *Parathesis oerstediana*, *Passiflora ciliata*, *Paullinia pinnata*, *Solidago sempervirens*, *Stachytarpheta jamaicensis*, *Tabernaemontana alba*, *Tournefortia bicolor*, *Triumfetta poliandra*, *Triumfetta semitriloba*, *Turnera ulmifolia*, *Utricularia foliosa*, *Vigna luteola*).

### Calidad de agua.

Esta laguna tiene comunicación permanente con el mar a través de la boca Jicacal (Aguirre-León *et al.* 2020), y recibe descargas de agua dulce de los ríos Metzapa, Huazuntlán y Temoloapan que se encuentran en el sur de la laguna (López-Portillo *et al.* 2017; Aguirre-León *et al.* 2020). Estas entradas de agua salina y dulce influyen en la salinidad que se ha reportado que varía de 14.6 UPS (Unidades Prácticas de Salinidad) en lluvias a 35 ups en secas (Aguirre-León *et al.* 2020). Especialmente se ha registrado la salinidad más alta cerca de la boca que conecta con el mar y bajas salinidades en las zonas con la influencia de los ríos que llegan a la laguna.

Es un sistema que en general está bien oxigenado, y que temporalmente varía en relación con las temporadas climáticas. Se han registrado las mayores concentraciones de oxígeno disuelto en la época de nortes, debido a las menores temperaturas y la turbulencia que forma el viento sobre la superficie del agua. En cambio, los valores más bajos se han registrado en la época de secas. Lo anterior es debido a un menor aporte de agua en los ríos y a las elevadas temperaturas que incrementan la descomposición y en consecuencia, la materia orgánica. Las concentraciones de oxígeno que se han registrado fluctúan entre 6.6 y 2.5 mg/L (Aguirre-León *et al.* 2020). Por otro lado, las mayores concentraciones de nitratos se han asociado con los ríos que entran a la laguna (López-Portillo *et al.* 2017).

### Fitoplancton.

Hay muy pocos trabajos realizados en esta laguna sobre el fitoplancton. Se ha reportado que la comunidad fitoplanctónica puede estar dominada por diatomeas marinas y dulceacuícolas (90 %), seguidas por dinoflagelados (Suchil, 1990; Okolodkov y Blanco, 2011). Los cambios temporales de la calidad del agua pueden favorecer diferentes grupos (Suchil, 1990; Ortega, 1991): en lluvias, al disminuir la salinidad (0.5 a 19), pueden predominar las clorófitas y cianófitas (90 %). Entre las diatomeas los géneros que se han reportado como dominantes son *Skeletonema*, *Nitzschia*, *Chaetoceros*, *Asterionella*, *Rhizosolenia*, *Thalassionema*, *Bacteriastrium* y *Gyrosigma*. *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Chaetoceros constrictus*, *Chaetoceros teres* y *Neocalyptrella robusta* (Sinon. *Rhizosolenia robusta*) son especies de diatomeas que han sido registradas en esta laguna. Suchil (1990) registró un florecimiento de *T. nitzschioides* y Ortega (1991) reportó un florecimiento de *Skeletonema costatum*, indicando el estado eutrófico de la laguna.

### CARACTERIZACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL

No hay registros de arrecifes de coral para el municipio.

## Capítulo 4.

### CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

Esta región se localiza dentro de una de las cinco Regiones Terrestres Prioritarias (RTP-131, Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión) para la conservación en la zona costera del estado y en la Región Marina Prioritaria (RMP 52, Delta del Río Coatzacoalcos). La Región Terrestre Prioritaria de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión abarca una extensión de 2,626 km<sup>2</sup>, y es la de mayor extensión de todas las regiones terrestres prioritarias que se encuentran cerca de las costas de Veracruz.

#### PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

Las dunas costeras que se observan en esta zona son principalmente transgresivas estabilizadas y una superficie reducida de dunas móviles.

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 disturbios y los asentamientos humanos son pocos y dispersos, pero hay numerosas actividades humanas 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 desde bueno, hasta malo y muy malo (López-Portillo et al. 2011). En general, se considera que la mayoría de las dunas del municipio de Pajapan están en un estado de conservación malo (Figura 19).

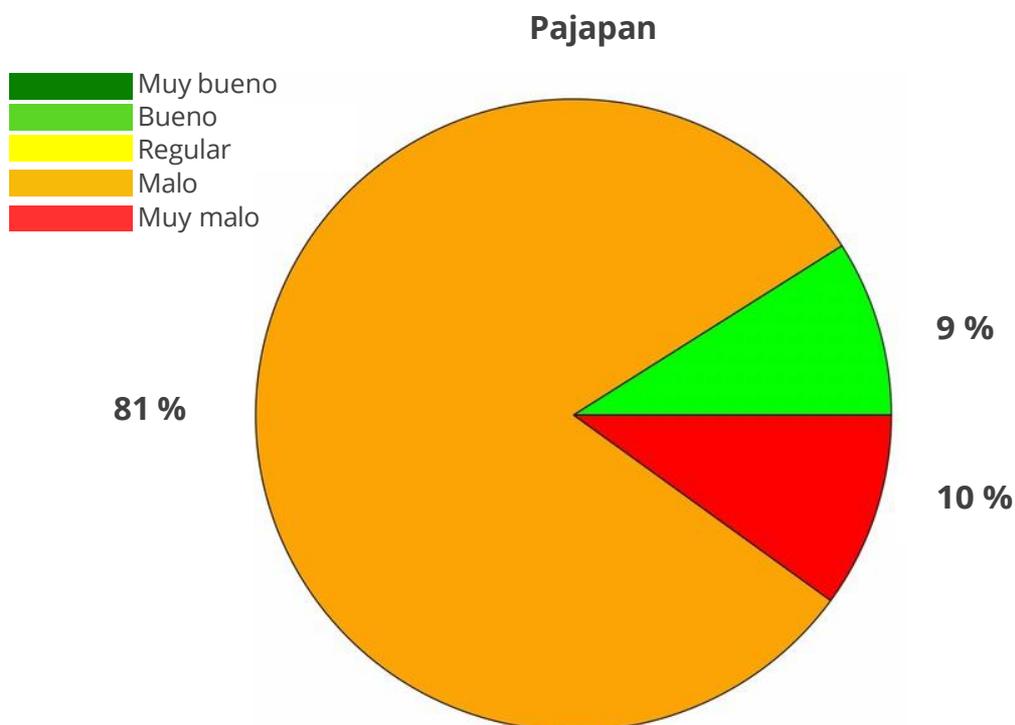


Figura 19. Estado de conservación de las dunas costeras del municipio de Pajapan, con base en el diagnóstico de Martínez et al. (2014).

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 (RTP 131, Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión) y en la Región Marina Prioritaria (RMP 52, Delta del Río Coatzacoalcos). La dinámica de la playa y 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.

## ■ MANGLARES

En la Laguna del Ostión, los usos del manglar por parte de los pescadores del municipio son la extracción de madera muerta para combustible o extracción de baja escala de troncos delgados de mangle rojo, negro o blanco para el mantenimiento de muelles y artes de pesca.

No se han realizado estudios de cómo la forma de extracción ha tenido efectos negativos en la estructura del manglar.

Existen proyectos de reforestación del manglar por parte de los integrantes de cooperativas pesqueras con el fin de recuperar zonas de mangle negro. Mientras que los pobladores del área de la laguna que colinda con Coatzacoalcos realizan extracción de troncos para la construcción y para limpiar el terreno con fines diversos. Por su riqueza biológica esta región está incluida dentro de la Región Terrestre Prioritaria RTP-131 Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión, la Región Hidrológica Prioritaria 80. Los Tuxtlas, la Región Prioritaria Marina RPM-541 Los Tuxtlas y el AICA SE-04 Los Tuxtlas, forma parte del Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz.



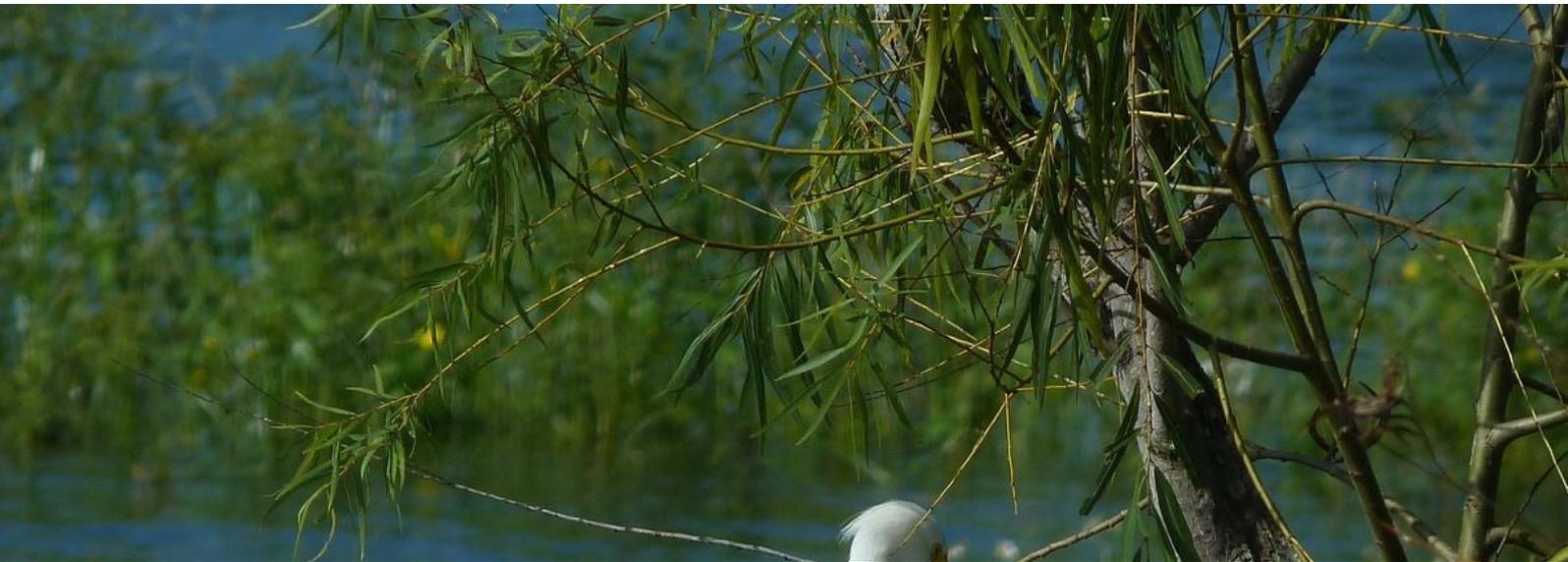
## LAGUNAS COSTERAS

La laguna del Ostión se comunica con el mar y recibe los aportes de agua de los ríos Huazuntlán, Tatahuicapan, Temoloapan y Agachapa, así como de escurrimientos de menor importancia de diversos arroyos permanentes e intermitentes. Los máximos niveles de inundación se presentan en la temporada de lluvias, aunque también se presenta el fenómeno llamado *mareón*, inducido por efecto de los “nortes”.

En esta laguna hay inundación periódica de dos tipos: diaria, por efecto de las

mareas, y que ocurre en las áreas de la costa de la laguna, y estacional, por efecto de los aportes continentales, por las mareas de tormentas o los nortes que desbordan el cuerpo de agua abarcando la laguna su nivel máximo de agua.

Las principales amenazas a las que está expuesta la laguna son: la contaminación por actividades petroleras, contaminación industrial, contaminación urbana y desechos domésticos, presión demográfica, erosión de suelos, azolvamiento y eutroficación. Así mismo, existe extracción ilegal de madera, flora y fauna.



## ■ Capítulo 5.

### DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

El municipio de Pajapan presenta una costa con varias desembocaduras de ríos, promontorios rocosos y estructuras artificiales que hacen que contenga un total de tres celdas litorales (Figura 3). Tiene playas tanto de arena como rocosas. Además, la línea de costa es heterogénea ya que cuenta con tramos rectos, curvos y encajados. Se recomienda privilegiar la conservación en las zonas de dunas y las playas arenosas.

En general, las actividades en este municipio se recomiendan de muy baja densidad y de carácter sustentable. Estas acciones deben estar enfocadas en la conservación y restauración del equilibrio dinámico litoral, así como la conservación de los valores ecológicos existentes en la zona. Se debe priorizar la conservación y restauración del manglar, especialmente de las selvas inundables y popales, así como el control de la calidad del agua en la laguna.

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 Pajapan se puede zonificar en tres regiones. Estas regiones fueron seleccionadas porque tienen problemáticas y acciones recomendables contrastantes.

Las actividades y permisos otorgados en la zona deben considerar las características de cada ecosistema (zona marina, zona de playa y dunas frontales; dunas transgresivas; manglares y lagunas costeras). La conservación de los ecosistemas naturales ofrece protección 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.

## OBSERVACIONES

- ◆ El municipio de Pajapan cuenta con una población indígena (nahuas) y presenta índices de marginación altos (51.4); no existe gran infraestructura que afecte el sistema dinámico costero.
- ◆ El transporte de sedimentos reinante y dominante ocurre de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha conservado, aunque hay zonas con erosión extrema.
- ◆ Las características geométricas del sedimento indican que el oleaje reinante en la zona no es muy energético y que las arenas no son producidas localmente.
- ◆ En todas las playas de este municipio con orientación noreste-suroeste y norte-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 Pajapan, 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	Celda 2	Celda 3
		Actividades y permisos restringidos para promover la conservación y restauración de los ecosistemas degradados que ofrecen importantes servicios ambientales a la sociedad.	Actividades y permisos con regulación moderada, pero cuidando el alto riesgo de inundación.	Actividades y permisos altamente restringidos. No se deben construir ni realizar obras sobre la desembocadura de los ríos y permitir su flujo y descargas en temporada de tormentas tropicales y huracanes.
VALORES	GEOMORFOLÓGICOS	Alta restricción: las dunas costeras amortiguan el impacto de tormentas.	Media. Zona de dunas	Alto. Desembocaduras de ríos, zona altamente dinámica.
	ECOLÓGICOS	Media.	Alta: Baja cobertura vegetal con especies endémicas. Contiene relictos de selva y matorral costero sobre dunas.	Alta: Lagunas productivas con manglares y restos de selvas inundables.
PROBLEMÁTICA	EROSIÓN	Baja: la mayor parte de la costa se encuentra en un equilibrio dinámico estable.	Baja erosión.	Baja erosión.
	ASENTAMIENTOS AFECTADOS	Baja.	Baja.	Baja.
	INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN	Nula.	Nula.	Nula.

## **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:**

- ◆ Deportes acuáticos, cultivo parcial de fauna de interés comercial como pulpos, ecoturismo, pesca deportiva.

#### **MANEJO - APTO:**

- ◆ 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.

#### **MANEJO - NO APTO:**

- ◆ No se permite la construcción de espigones, escolleras, muelles de madera, puertos.

#### **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 y permanentes, hotelería, asentamientos urbanos.

### ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- ◆ Desarrollo turístico de densidad media, 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., 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).
- ◆ Establecer accesos a la playa e inscribirlos en actas en el cabildo municipal.
- ◆ La construcción de infraestructura con cimentación directa solo debe permitirse si; la pendiente del terreno es menor a 20°; está a una distancia de 100 m o más de la cresta del primero cordón de dunas.

### 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.

## DUNAS TRANSGRESIVAS

### ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- ◆ Ecoturismo, ganadería de baja densidad, agricultura en zonas específicas.

### ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- ◆ 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 no ponga en riesgo su estabilidad.

### RESTAURACIÓN:

- ◆ Proyecto de restauración y recuperación de dunas.

### CONSERVACIÓN:

- ◆ Zona con alto valor geo-ecológico, que debe permanecer inalterada 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.
- ◆ Establecer con SEDEMA y con CONANP un área protegida en la zona de mayor riqueza geomorfológica y botánica.
- ◆ Se debe priorizar la conservación de los campos de dunas que alimentan la playa donde se desarrollan actividades turísticas y protegen de los vientos del norte.

## MANGLARES

### ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- ◆ Pesca, restauración de manglares.

### ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- ◆ Ecoturismo.

### MANEJO - APTO

- ◆ Construcción de caminos y/o carreteras con pasos de agua frecuentes o sobre pilotes.
- ◆ Impulsar la delimitación de la ZOFEMAT usando los manglares como indicador de influencia marina, haciendo público el resolutivo.
- ◆ Accesos por medio de pasarelas que no interrumpan los flujos de agua.
- ◆ UMAs para extracción de materiales para artesanías, construcción, crianza de especies acuáticas, etc., esto deberá realizarse siempre y 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 manglares y humedales de la zona.
- ◆ No se permite la construcción de infraestructura permanente.
- ◆ Restringir el uso de agroquímicos en cultivos y zonas de pastoreo ubicadas sobre humedales para evitar su paso a manglares y cuerpos lagunares.

### RESTAURACIÓN

- ◆ Deben identificarse las áreas que necesitan restauración de selvas inundables, popales, tulares, manglares y uso de especies nativas en las zonas donde están degradados.

### CONSERVACIÓN

- ◆ Promover la investigación y monitoreo que permitan proveer información para la toma de decisiones.
- ◆ Ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes y andadores elevados.
- ◆ Impulsar acciones de restauración del manglar en las zonas donde se requieran.

### PROTECCIÓN

- ◆ Evitar la tala de manglares y bosques inundables, ya que protegen contra las inundaciones y son sumideros de carbono.

## LAGUNAS COSTERAS

### ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- ◆ Pesca, acuacultura.

### ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- ◆ Pesca deportiva de bajo impacto, ecoturismo.

### MANEJO - APTO

- ◆ Impulsar la delimitación de la zona bajo la 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.
- ◆ Establecer 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 la necesidad 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 requiera.

### 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.
- ◆ Impulsar con CONAGUA la depuración del agua, evitando el vertimiento de aguas negras en los ríos y arroyos que desembocan en la costa.
- ◆ Apertura o cierre de las barras deben de ser de acuerdo con su dinámica natural.

### **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.
- ◆ Deben mantenerse los flujos de sedimentos y de agua a través de puentes o tubos anchos, para el buen funcionamiento de los ecosistemas naturales. Los arroyos no deben bloquearse con bordos o pasos de ganado que impidan la libre circulación del agua.
- ◆ 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.
- ◆ Las construcciones sobre la playa deben cimentarse sobre pilotes.
- ◆ Los manglares y otros humedales arbóreos y herbáceos 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.
- ◆ Debe evitarse que se des sequen o rellenen los humedales de la zona.

## BIBLIOGRAFÍA

- ◆ Aguirre-León, A., Díaz-Ruiz, S. & Gazca-Castro, M. 2020. Variación espacio-temporal de la estructura ecológica de la comunidad de peces en la Laguna del Ostión, Veracruz, México. Spatio-temporal variation on the ecological structure of the fish community in the Ostión Lagoon, Veracruz, Mexico. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 12(2): 29-55 pp.
- ◆ 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 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.
- ◆ CONABIO. 2008. CONABIO. Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB-CONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- ◆ CONAGUA, 2018. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Cotaxtla (3008), Estado de Veracruz. *Diario Oficial de la Federación*. 45pp.
- ◆ CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2020. Indicadores de pobreza, pobreza por ingresos, rezago social y gini 2010 (municipal). Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/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.
- ◆ Florescano, E., y Ortiz, J. 2010. Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. 79 pp. Recuperado de <https://www.sev.gob.mx/servicios/publicaciones/colecciones/veracruz/gloXXI/PatrimonionaturalVeracruz/PatrimonionaturalVeracruz1.pdf>
- ◆ 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). 2020. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Veracruz-Llave. Pajapan. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/municipios/30122a.html>
- ◆ INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2015. Carta topográfica 1:20,000, E15A85 a. INEGI-Dirección General de Geografía. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/ap/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.
- ◆ Laborde, J. 2004. La reserva de la biósfera. En: Guevara, S., Laborde, J. y Sánchez-Ríos G. (Eds.) *Los Tuxtlas, los paisajes de la sierra*. Instituto de Ecología A.C. Veracruz, México. 271-280 pp.
- ◆ Lara-Ovando, J.J. 1988. Efectos sociales del puerto industrial Laguna del Ostión en Pajapan y las Barillas, Veracruz. Tesis, UNAM.
- ◆ López-Portillo, J., Lara-Domínguez, A.L., Vázquez, G. & Aké-Castillo, J.A. 2017. Water quality and mangrove-derived tannins in four coastal lagoons from the Gulf of Mexico with variable hydrological dynamics En: Martínez, M.L.; Taramelli, A., and Silva, R. (eds.), *Coastal Resilience: Exploring the Many Challenges from Different Viewpoints*. *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 77, 28-38 pp. Coconut Creek (Florida), ISSN 0749-0208.

- ♦ 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.
- ♦ 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.
- ♦ Okolodkov, Y. B., y Blanco-Pérez, R. 2011. Diversidad de microalgas marinas y de aguas salobres. En: CONABIO (ed.). Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado, CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México Vol. 2: 59-69 pp.
- ♦ Ortega, G.P. 1991. Análisis diatomológico de la laguna del Ostión, Coatzacoalcos, Ver. (Ciclo: marzo 1980-enero 1981). Tesis profesional. Universidad Veracruzana.
- ♦ 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>
- ♦ SAGARPA, 2013. Estadística de Producción Agrícola 2013. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- ♦ 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., 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., y 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.

- ◆ 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.
- ◆ Sistema de Información Municipal del Gobierno del Estado de Veracruz. 2019. Recuperado de <http://ceieg.veracruz.gob.mx/2019/05/09/cuadernillos-municipales-2019/>
- ◆ 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.
- ◆ Suchil, V. M. A. 1990. Determinación de la variación estacional de fitoplancton, y su relación con los parámetros físicos y químicos de las lagunas de Sontecomapan y del Ostión, Ver. para el año de 1985. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México, ENEP-Z.
- ◆ 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.
- ◆ Valderrama-Landeros, L. H., Martell-Dubois, R., Ressler, R., Silva-Casarín, R., Cruz-Ramírez, C. J., y Muñoz-Pérez, J. J. 2019. Dynamics of coastline changes in Mexico. *Journal of Geographical Sciences*, 29(10): 1637-1654 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., Galiatsotou, 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 Pajapan tiene una extensión de 22.51 km. Es del tipo arenoso-acumulativo y está compuesta por playas bajas, seguidas por una franja estrecha de dunas frontales y tierra adentro, dunas transgresivas. El municipio tiene una elevación promedio de 112.2 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona norte alcanzando los 1,141.7 m s.n.m. Diferentes ríos aportan sedimentos a la zona costera: Sepaquiapan, Tenantitanapan, Chamilpa, Chininita, Coatzacoalcos. La laguna El Ostión recibe aportes de agua y sedimentos del arroyo Metzapa y el río Sochapa. El transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de este hacia el sur.

El municipio se caracteriza por presentar únicamente dunas del tipo transgresivas, las cuales están en su mayoría estabilizadas, es decir, cubiertas de vegetación. Existe una reducida extensión de dunas transgresivas móviles. Su estado de conservación es de bueno (las dunas móviles) a malo y muy malo. Existen abundantes actividades de ganadería sobre las dunas transgresivas estabilizadas.

El municipio también cuenta con una superficie importante de manglares y humedales de agua dulce ubicados tierra adentro. Diversas amenazas afectan la calidad del agua de la laguna El Ostión: contaminación con pesticidas y agroquímicos, desechos domésticos, eutroficación.

Existen proyectos de reforestación del manglar por parte de los integrantes de las cooperativas pesqueras locales, con el fin de recuperar zonas de mangle negro. En general, el estado de conservación de la zona costera de Pajapan es de regular a muy malo, con pérdida de vegetación natural para actividades agropecuarias.

Dado el fuerte impacto de las actividades humanas en la zona costera del municipio, las acciones de restauración, conservación, protección y manejo sostenible deben ser prioritarias, sobre todo en el caso de las dunas costeras.



ISBN: 978-607-8833-17-7

