

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO **BOCA DEL RÍO, VERACRUZ**

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



LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO

BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

Primera Edición 2023

D.R. © 2023 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: 978-607-8833-12-2

DOI: <https://doi.org/10.21829/978-607-8833-12-2>

Documentos elaborados bajo contrato con la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz dentro del proyecto general financiado por el Consejo Veracruzano de Investigación y Desarrollo Tecnológico: “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”.

Y en específico con el Instituto de Ecología A.C. dentro del proyecto: “Análisis de la erosión y propuestas para promover la resiliencia en las costas de Veracruz”.

Noviembre, 2023

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

ISBN: 978-607-8833-12-2

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

Publicación en línea:

<https://doi.org/10.21829/978-607-8833-12-2>

Forma sugerida de citar este libro:

Silva R, Martínez ML, Jiménez-Orocio O, Chávez V, López-Portillo J, Moreno-Casasola P, Mendoza-González G, Cruz C, Vázquez G, Lithgow D, García-Franco JG, Castillo-Campos G. 2023. *La zona costera del municipio Boca del Río, Veracruz*. INECOL, Veracruz, 55 pp.

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

En portada: Costa de Boca del Río. Fotografía: M. Luisa Martínez

Diseño: Vinisa Romero

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

Fis. María del Rosario Virginia Landgrave Ramírez

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, 2023



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. 15** **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. 31** **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 y esteros
 - Caracterización de los arrecifes de coral
- PÁG. 42** **CAPÍTULO 4. CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS**
- Playas y dunas costeras
 - Manglares
 - Humedales
- PÁG. 43** **CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN**
- Manejo de la zona marina, playa y humedales de agua dulce
 - Resumen de recomendaciones de manejo relevantes
- PÁG. 52** **BIBLIOGRAFÍA**

Capítulo 1.

ASPECTOS GENERALES

CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

El municipio de Boca del Río se localiza en la porción central del estado de Veracruz, entre las coordenadas 19° 10' 18.13" N y 19° 03' 15.52" S de latitud; y -96° 08' 58.77" O y 96° 05' 33.60" E de longitud. Limita al norte con los municipios de Veracruz y Golfo

de México; al oeste con los municipios de Veracruz y Medellín, al sur con el municipio de Alvarado, y al este con el Golfo de México y Alvarado. Su superficie abarca 37.2 km², lo que representa el 0.05 % del total de la superficie del estado. El litoral de Boca del Río suma alrededor de 12.7 km de línea de costa abierta, 1.7 % del total del estado, lo que lo ubica en el lugar 21 de extensión litoral a nivel estatal (Figura 1).

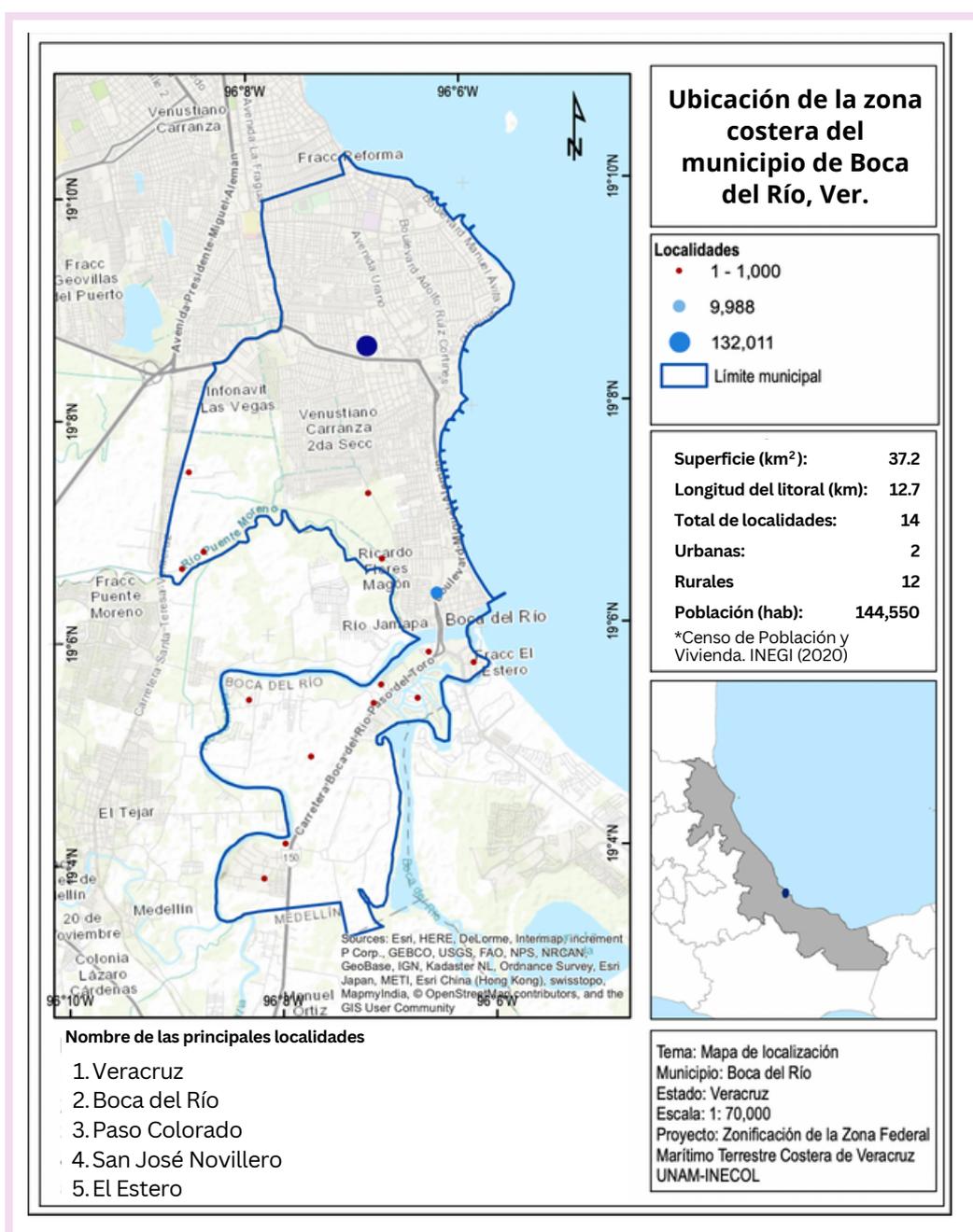


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Boca del Río, Veracruz.

POBLACIÓN, GRADO DE MARGINACIÓN, VIVIENDAS

El municipio de Boca del Río cuenta con 16 localidades que en conjunto albergan 144,550 habitantes (INEGI, 2020). Las principales localidades son: Veracruz, Boca del Río (cabecera municipal), Paso Colorado, San José Novillero y El Estero. La densidad poblacional del municipio es de 3,885.8 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 59.94, considerado como "Muy Bajo", con alta cohesión social (Índice de GINI de 0.434). Según los indicadores de pobreza (CONEVAL, 2020), el municipio

presenta un desempeño (35.1 %), muy por debajo de la media nacional (43.9 %); bajo porcentaje de pobreza extrema (4.0 %) y rezago educativo del 14.7 % (Figura 2). No obstante, el 43.68 % de la población tiene ingresos inferiores a la línea de bienestar, el 13.71 % presenta tres carencias (salud, alimentación y vivienda), el 12.67 % carece de acceso a la alimentación y el 63.17 % tiene al menos una carencia. El 31.56 % de la población carece de servicios de salud, y el 50.55 % carece de acceso a seguridad social. El 2.36 % de la población mayores de 14 años son analfabetas (Figura 2).

Indicadores seleccionados de pobreza en Boca del Río, Ver. 2020

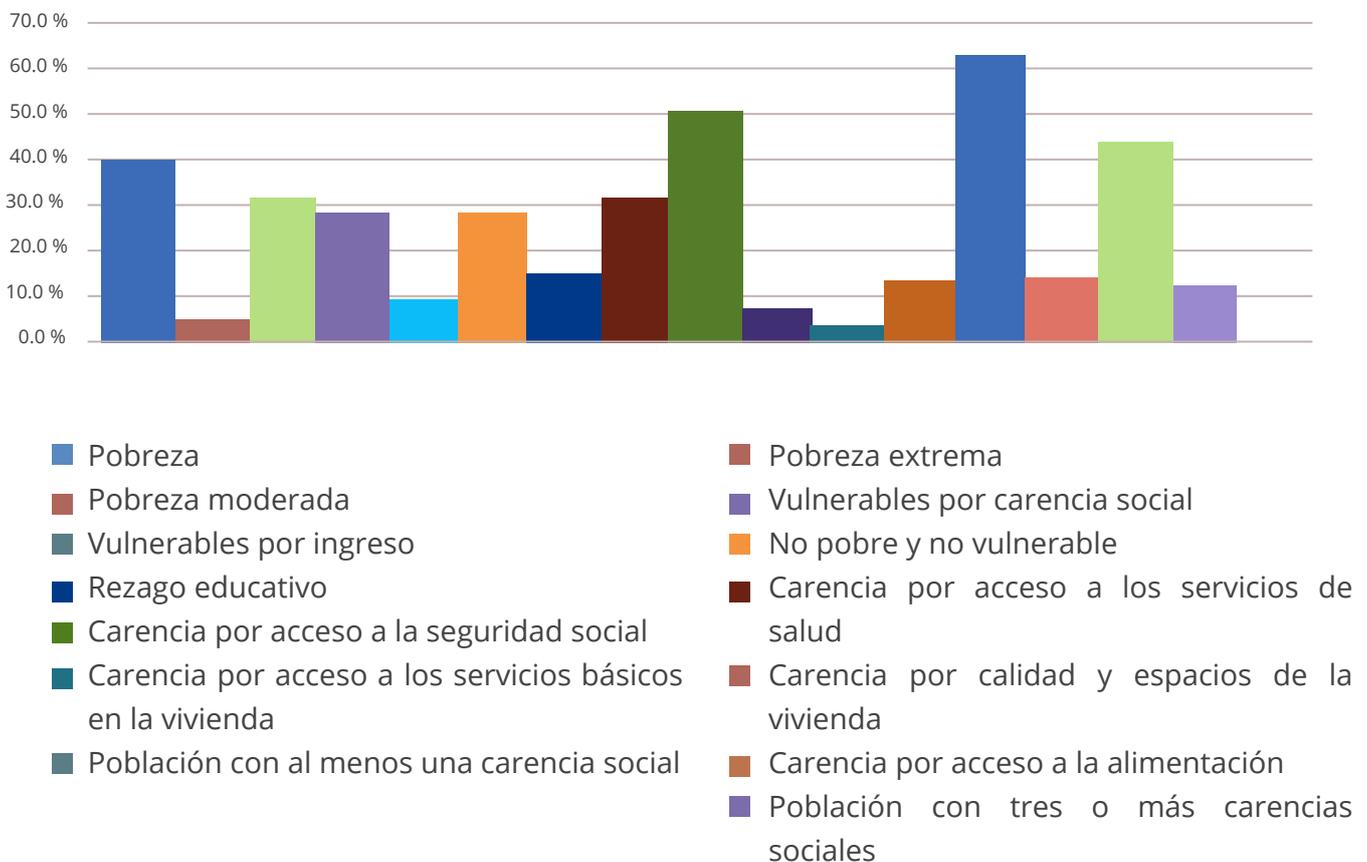


Figura 2. Indicadores de pobreza para el municipio de Boca del Río, Ver. (CONEVAL 2020).

POBLACIONES RURALES Y URBANAS EN LA ZONA COSTERA

El municipio de Boca del Río alberga 16 localidades; 2 localidades considerada como urbanas (más de 2,500 habitantes): Veracruz (132,011 habitantes) y Boca del Río (9,988). Las 12 localidades restantes están catalogadas como rurales, ya que cuentan con menos de 2,500 habitantes. Aunque, el 100 % de las localidades "rurales" del municipio tiene menos de 1,000 habitantes. De estas últimas, dos corresponden a localidades de entre 500 y 1,000 habitantes; dos a localidades de entre 100 y 250 habitantes; las 10 localidades restantes corresponden a localidades rurales de menos de 100 o menos habitantes (Figura 1).

El municipio de Boca del río se encuentra casi en su totalidad dentro de la franja de 5 km, inmediata a la línea costera, por lo que 14 de las localidades corresponden a esa franja (Cuadro 1). Es importante mencionar que el municipio es parte del área metropolitana del puerto de Veracruz; zona urbana que se expande a lo largo de toda la franja costera. Al igual que en el municipio de Veracruz, Boca del Río se convirtió en uno de los destinos turísticos más importantes del Golfo de México, y, por lo tanto, es el destino de miles de personas que se han asentado a los alrededores de ciudad.

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
		Boca del Río	9,988	Veracruz	132,011
		El Estero	128	San José Novillero	957
				Residencial el Dorado	173
				Bajos del Jobo [Sección 2]	98
				Fraccionamiento Rivera de la Condesa	56
				Bajos del Jobo (Puente Moreno)	47
				Camino al Manglar	27
				Boca del Río	24
				El Terraplén	19
				Casa de la Condesa de Malibrán	6
				La Pinagoga	5
				Laura y Concepción	5
<i>No de localidades</i>		21		12	
<i>Total población</i>		10,116		133,428	

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Agricultura.

No existe información disponible sobre los cultivos principales en el municipio, sin embargo, 218 ha del territorio son utilizadas para agricultura de temporal (anual y/o permanente) y 924.5 ha para pastizal cultivo. Este último dato indica que el principal tipo de cultivo es para el forraje, asociado con la actividad ganadera.

Ganadería.

La superficie destinada para la actividad ganadera es de 857 ha (8.5 km²), el 23 % de la superficie total del municipio. El principal producto pecuario es el bovino con 265.56 ton, seguido por el porcino (134 ton), ovino (8.68 ton) y avícola (5.07 ton). El valor de la producción ganadera es de 15.8 millones de pesos anuales, 62.5% de producción bovina. La principal producción ganadera es la carne de canal bovina con 141 ton (\$8.67 millones) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción ganadera del municipio de Boca del Río, Ver. Datos de SAGARPA, 2013.

	Producción (Ton o miles de litros)	Producción en pie (Ton)	Precio promedio (\$/Kg)	Precio promedio en pie (\$/Kg)	Valor de la producción (Miles \$)	Valor de la producción en pie (Miles \$)
Bovino-Carne	141.05	265.56	61.48	29.94	8,671.55	7,951.66
Bovino-Leche	175.4	0	6.85	0	1,201.88	0
Porcino-Carne	104.3	133.99	43.2	30.07	4,505.45	4,028.57
Ovino-Carne	4.42	8.68	73.21	35.95	323.31	312.01
Caprino-Carne	2.2	4.34	68.33	33.37	150.53	144.91
Ave-Carne	3.97	5.07	31.95	23.8	126.77	120.59
Guajolote-Carne	1.01	1.43	72.52	44.94	72.95	64.44
Ave-Huevo plato	16.74	0	22.67	0	379.62	0
Abeja-Miel	8.08	0	43.6	0	352.38	0
Abeja-Cera	0.18	0	81.75	0	14.63	0
TOTAL	457.35	419.07	505.56	198.07	15,799.07	12,622.18

Servicios y turismo.

De acuerdo con el DENUE (2018), el municipio cuenta con 1,267 establecimientos de servicios de preparación de comida y 71 establecimientos de hospedaje, que disponen con alrededor de 4,000 cuartos. No se presenta información sobre el origen de los turistas que se hospedan en el municipio.

Debido a su expansión, la zona metropolitana, correspondiente a Boca del Río, dispone de un desarrollo hotelero

para el hospedaje de miles de turistas, tanto nacionales como extranjeros. Este desarrollo turístico, se encuentra inmediato a la playa y cuenta con todos los servicios desde instalaciones deportivas y comerciales hasta centros nocturnos. Además, en el municipio se encuentra el Word Trade Center (WTC), centro de convenciones (INAFED, 2010). Los principales monumentos históricos son el palacio municipal, plaza de armas y la parroquia de Santa Ana.

Capítulo 2.

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

DINÁMICA MARINA

La costa del Municipio de Boca del Río se puede dividir en tres celdas litorales que tienen una longitud de 10.52 km y se muestran en la Figura 3. El transporte de sedimentos reinante y dominante se da de manera artificial (trasvase o bypass de arena) de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha conservado.

Boca del Río está conformado por tres celdas litorales (Figura 3). La primera limita en sus extremos con dos estructuras, la del norte con una longitud aproximada de 150 m y la del sur de 300 m. La celda tiene una longitud lineal de su litoral de 2.03 km. Esta celda tiene un malecón que se extiende en toda su longitud. Esta celda solo tiene playa que se forma en su estructura norte. Este segmento de playa tiene forma de bahía abierta con una orientación noroeste-sureste. Enfrente se encuentran dos Islas: Pájaros y De Sacrificios.

La segunda celda (Figura 3), limita en el norte con la estructura de 300 m de

longitud, mientras que, al sur con un espigón de aproximadamente 160 m de longitud, con una longitud lineal de 4.03 km. Dentro de esta celda se pudieron encontrar 6 escolleras de menor longitud que provocan que la línea de costa tenga desplazamientos notorios de erosión en el norte de estas estructuras y acreción en el sur. Tiene dos orientaciones, la primera (1.93 km) de noroeste-sureste y la segunda del noreste-suroeste (2.1 km).

La tercera celda (Figura 3), tiene como límites el espigón norte de 160 m de longitud y en el sur, la estructura de la desembocadura del Río Jamapa (espigón de 300 m de longitud). Esta celda tiene una longitud lineal aproximada de 4.46 m. Se pueden encontrar 13 espigones de menor longitud que seccionan su playa de forma similar a una playa encajada. El estiaje del río Jamapa se presenta entre los meses de marzo y mayo con un volumen medio de 101.7 m³ (CONAGUA, 2018). En época de mayor volumen los sedimentos que descarga el río Jamapa alimentan esta celda a través del oleaje. La alimentación sedimentaria de esta celda ocurre desde las playas ubicadas en el norte. Esta alimentación mantiene la playa turística del poblado de Boca del Río.



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 a 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.

De acuerdo con los datos publicados por la Secretaría de Marina, los dos mareógrafos más próximos a Boca del Río están localizados en Veracruz (96° 07' 51" O, 19° 12' 03" N) y Alvarado (95° 58' 56" O, 19° 03' 55" N). Aplicando una interpolación lineal, los valores de los planos de marea para Boca del Río se presentan en el Cuadro 3.



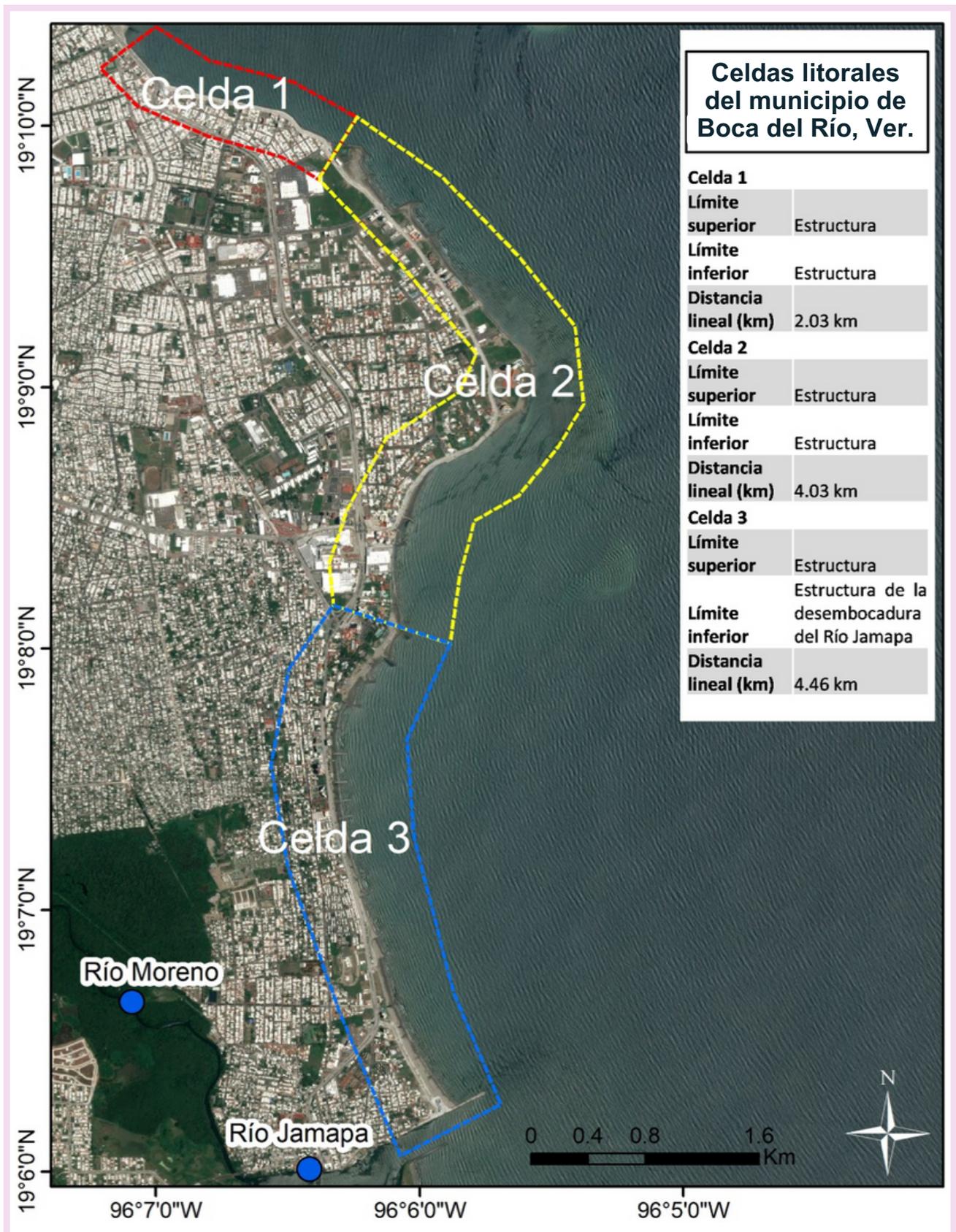


Figura 3. Celdas litorales del municipio de Boca del Río.

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

Pleamar Máxima Registrada	1.08
Nivel de Pleamar Media Superior	0.45
Nivel de Pleamar Media	0.42
Nivel Medio del Mar	0.28
Nivel de Bajamar Media	0.12
Nivel de Bajamar Media Inferior	0.00
Bajamar Mínima Registrada	-0.48

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) (Cuadro 4).

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	0.12	0.01	1.28
5	0.25	0.12	1.40
10	0.37	0.18	1.47
15	0.44	0.22	1.50
20	0.49	0.24	1.54
25	0.53	0.26	1.57
30	0.56	0.28	1.60
40	0.62	0.30	1.63
50	0.66	0.32	1.66
100	0.80	0.37	1.74



Municipio Boca del Río (95.25°W, 19.50°N)

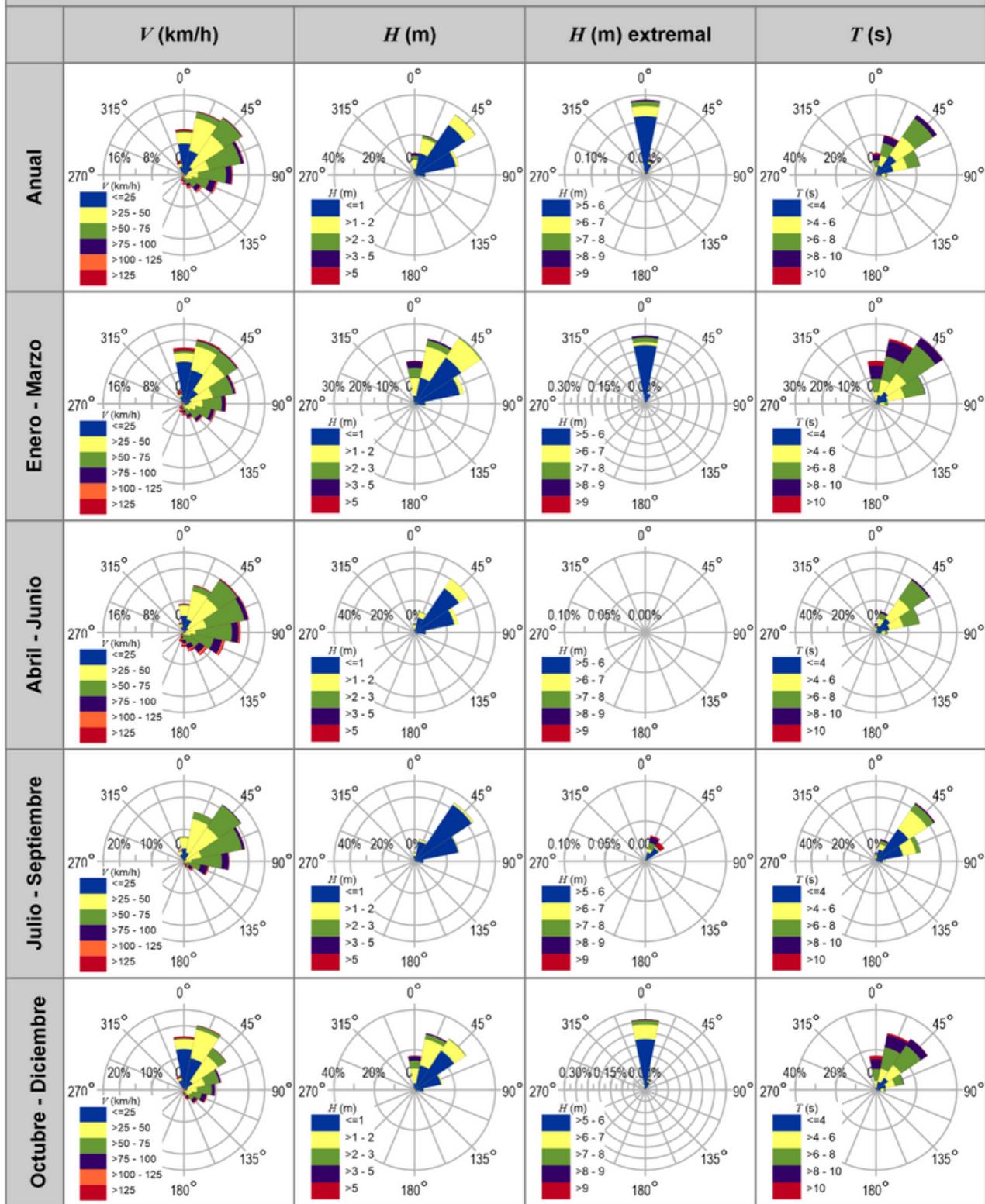


Figura 4. Rosas de viento y oleaje anual y estacional.

CARACTERÍSTICAS DE LA COSTA

El municipio de Boca del Río tiene una elevación promedio de 6.7 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona central alcanzando los 30 m s.n.m.

(Figura 5) (franja de 7 km), correspondiente al perfil 11 (Figura 5a-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.

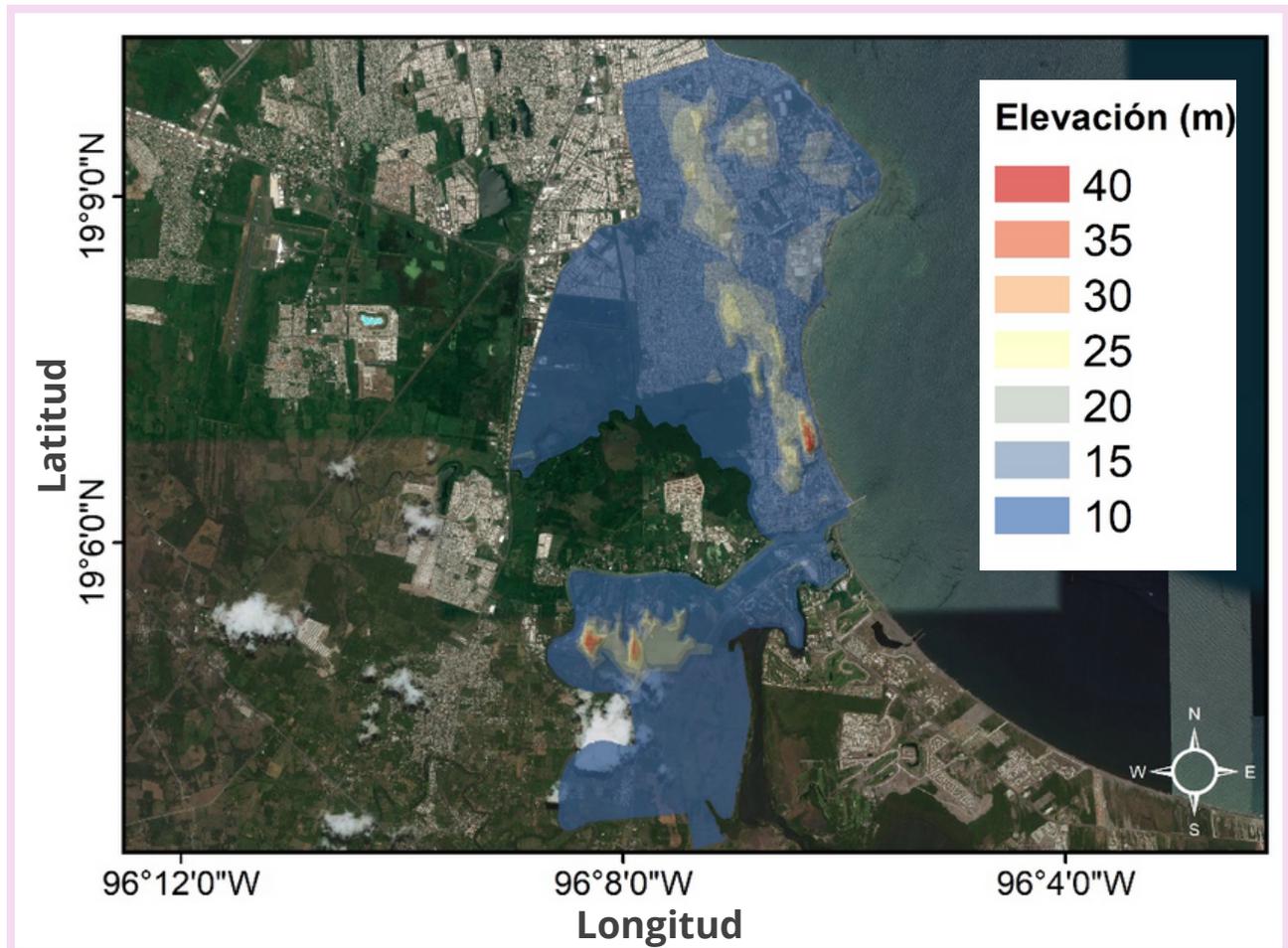


Figura 5. Relieve del terreno en el municipio de Boca del Río. Se muestran las mayores elevaciones en color rojo y las zonas más bajas en azul.



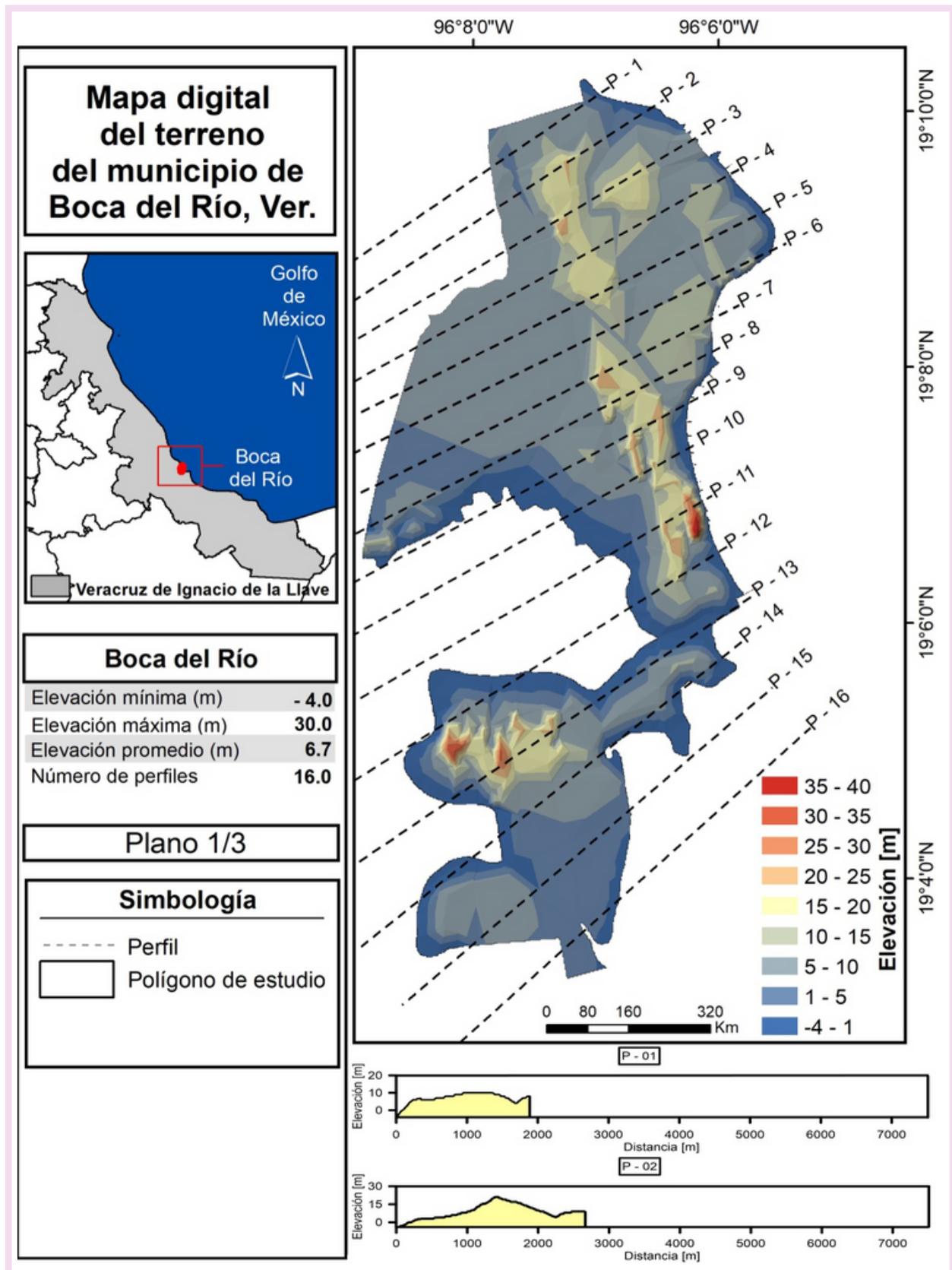


Figura 6a. Mapa digital del terreno y perfiles del terreno (1 a 16) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia es referente a la longitud de los perfiles. Los perfiles 1 y 2 pertenecen a la celda litoral 1, los perfiles 3 al 8 a la celda 2, y los perfiles 9 al 12 a la celda 3. El frente costero de los perfiles 13 al 16 no pertenece a este municipio.

Mapa digital del terreno del municipio de Boca del Río, Ver.



Boca del Río

Elevación mínima (m)	- 4.0
Elevación máxima (m)	30.0
Elevación promedio (m)	6.7
Número de perfiles	16.0

Plano 2/3

Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

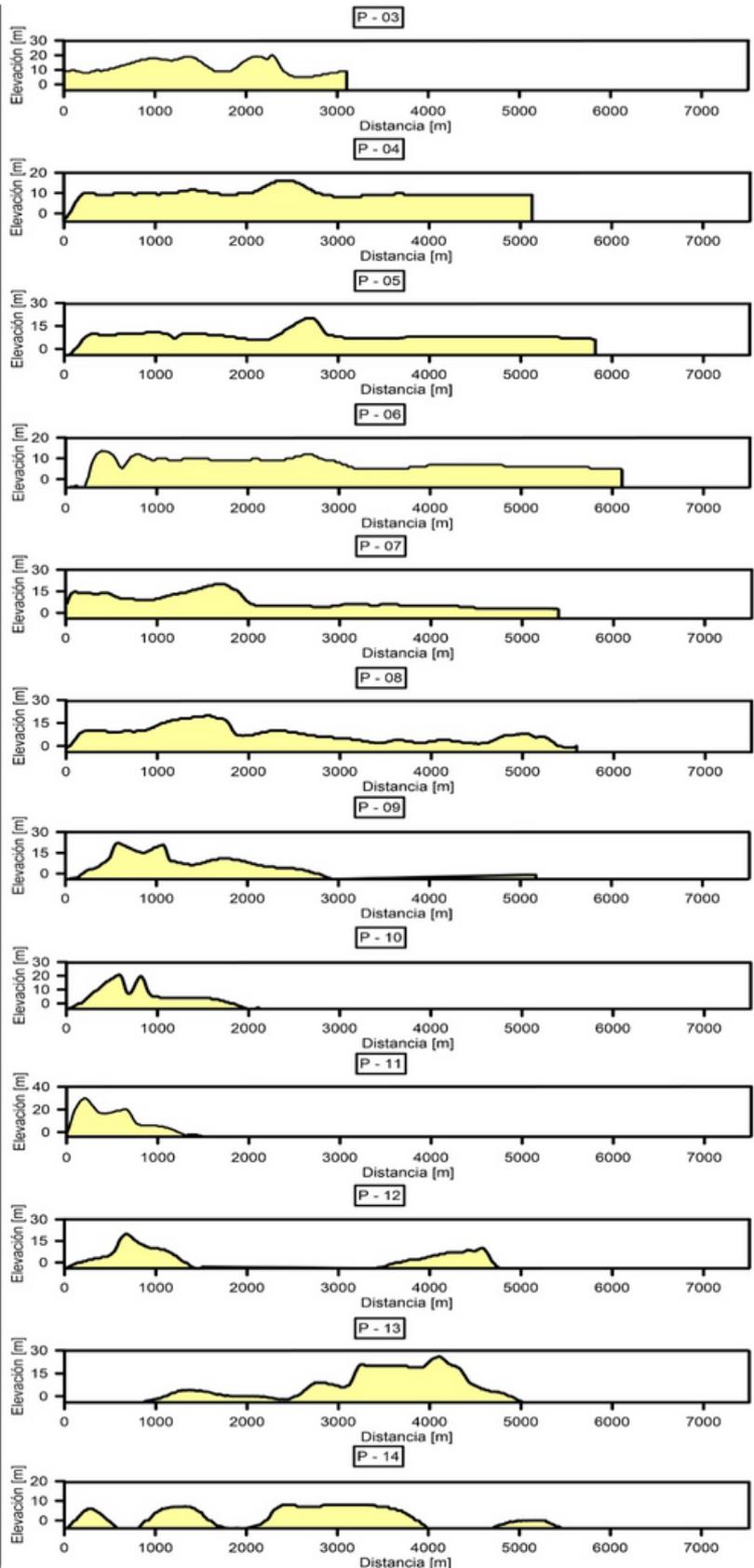


Figura 6b. Perfiles del terreno (3 al 14) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Los perfiles 3 al 8 pertenecen a la celda 2, y los perfiles 9 al 12 a la celda 3. El frente costero de los perfiles 13 y 14 no pertenece a este municipio.

Mapa digital del terreno del municipio de Boca del Río, Ver.



Boca del Río

Elevación mínima (m)	- 4.0
Elevación máxima (m)	30.0
Elevación promedio (m)	6.7
Número de perfiles	16.0

Plano 3/3

Simbología

-----	Perfil
□	Polígono de estudio

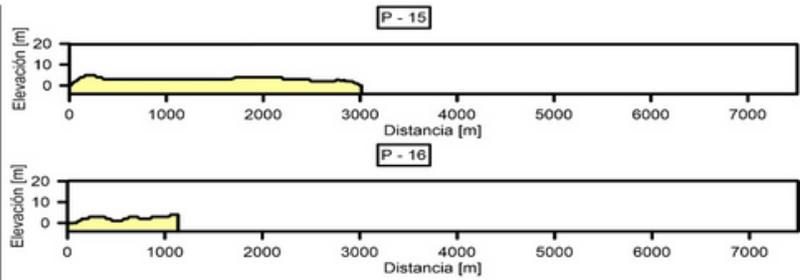


Figura 6c. Perfiles del terreno (15 y 16) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. El frente costero de los perfiles 15 y 16 no pertenece a este municipio.

En total la línea de costa cubre una distancia de 10.52 km. Para caracterizar las arenas de las playas de Boca del Río 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 (Figura 8).

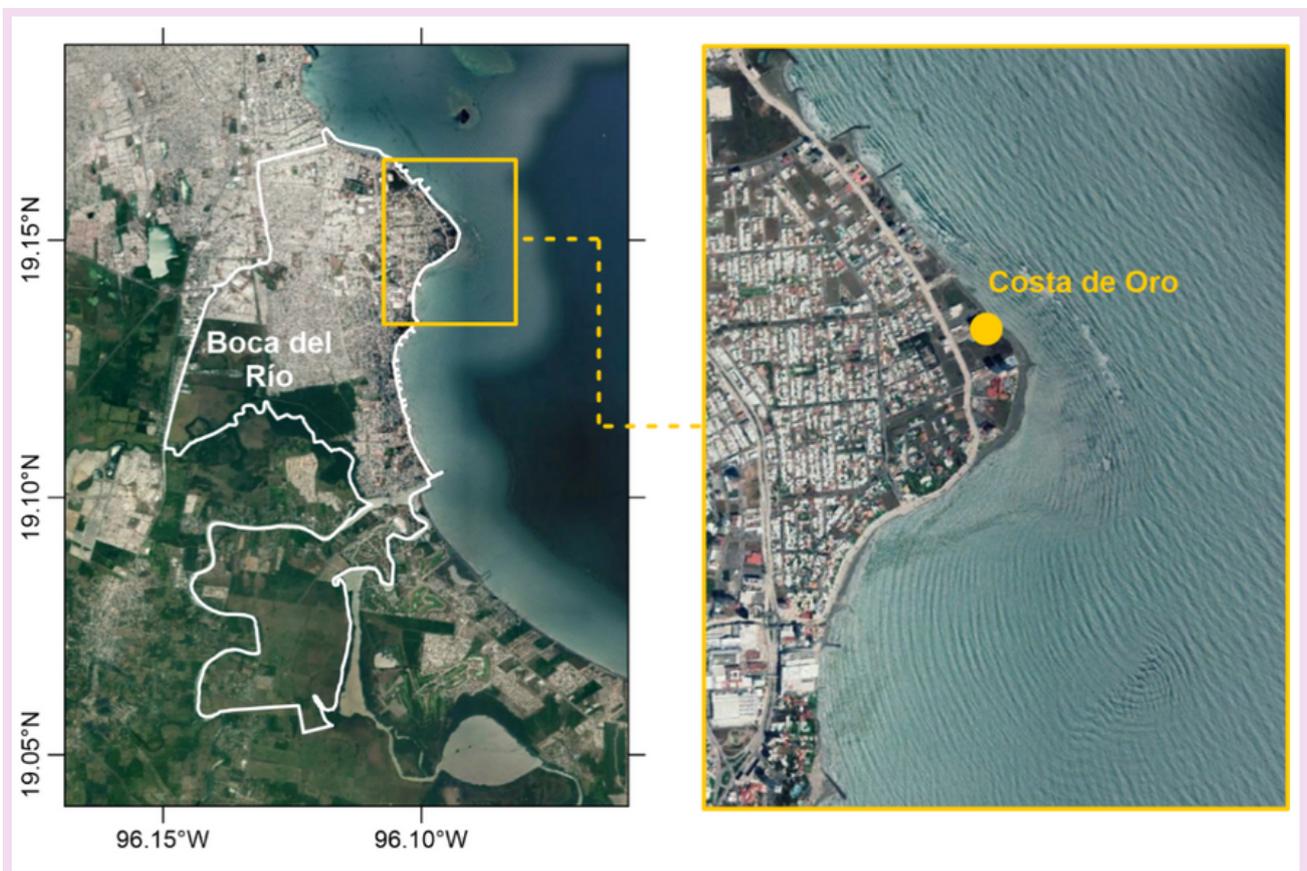


Figura 7. Localización de los sitios de muestreo de arenas.



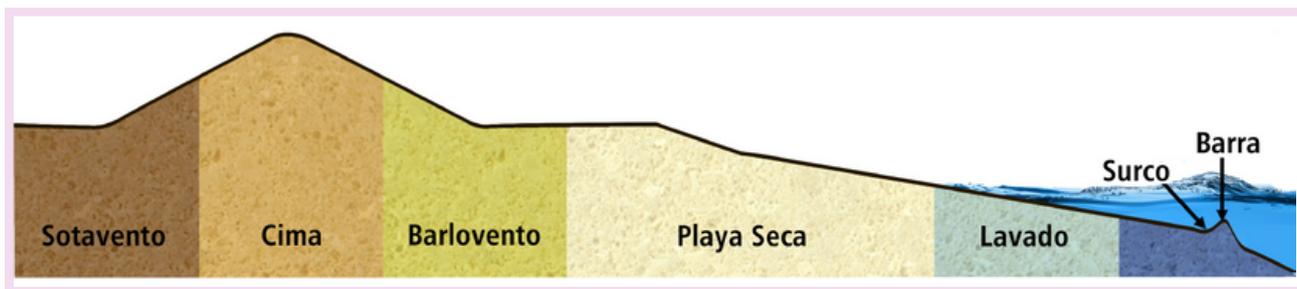


Figura 8. Zonas del perfil de playa consideradas en el muestreo de sedimentos.

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 a los resultados (Cuadro 5), se puede concluir lo siguiente:

La playa de Costa de Oro 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.

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

Zona	Diámetro D50 (mm)	Redondez (Symm)	Esfericidad (SPHT)	Densidad (g/cm ³)
Barra	-	-	-	-
Surco	0.149	0.853	0.819	1.369
Lavado	0.194	0.854	0.805	1.643
Playa Seca	0.160	0.862	0.83	1.589
Barlovento	-	-	-	-
Cima	0.153	0.854	0.827	1.545
Sotavento	0.158	0.874	0.851	1.629

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 vista 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, el río principal es Jamapa, al cual se le unen aguas arriba los ríos perennes Moreno y Cotaxtla. A su vez, al río Cotaxtla se le unen en el sureste los ríos Seco, Atoyac, Paso del Macho y Tizapa (Figura 9). El río Jamapa tiene comunicación al sur con la Laguna de Mandinga Grande, ubicada en el municipio de Alvarado.

Dentro del municipio de Boca del Río, no existen estaciones climatológicas, de acuerdo con la Información Estadística Climatológica de la CONAGUA. Por otro lado, de acuerdo al Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS), en el municipio no existen estaciones hidrométricas, pero el río Jamapa que desemboca al mar en el límite sur del municipio, cuenta con la estación El Tejar (28040) en el municipio de Medellín.

Dicho río tiene una longitud de 368 km y un escurrimiento natural medio superficial de 2,136.1 millones de m³ (CONAGUA, 2018). El clima del municipio de Boca del Río corresponde a un cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad. El rango de precipitación es de 1500 - 2000 mm, y el de temperatura de 24 - 26°C, según el Sistema de Información Municipal del Gobierno del Estado de Veracruz (2019).

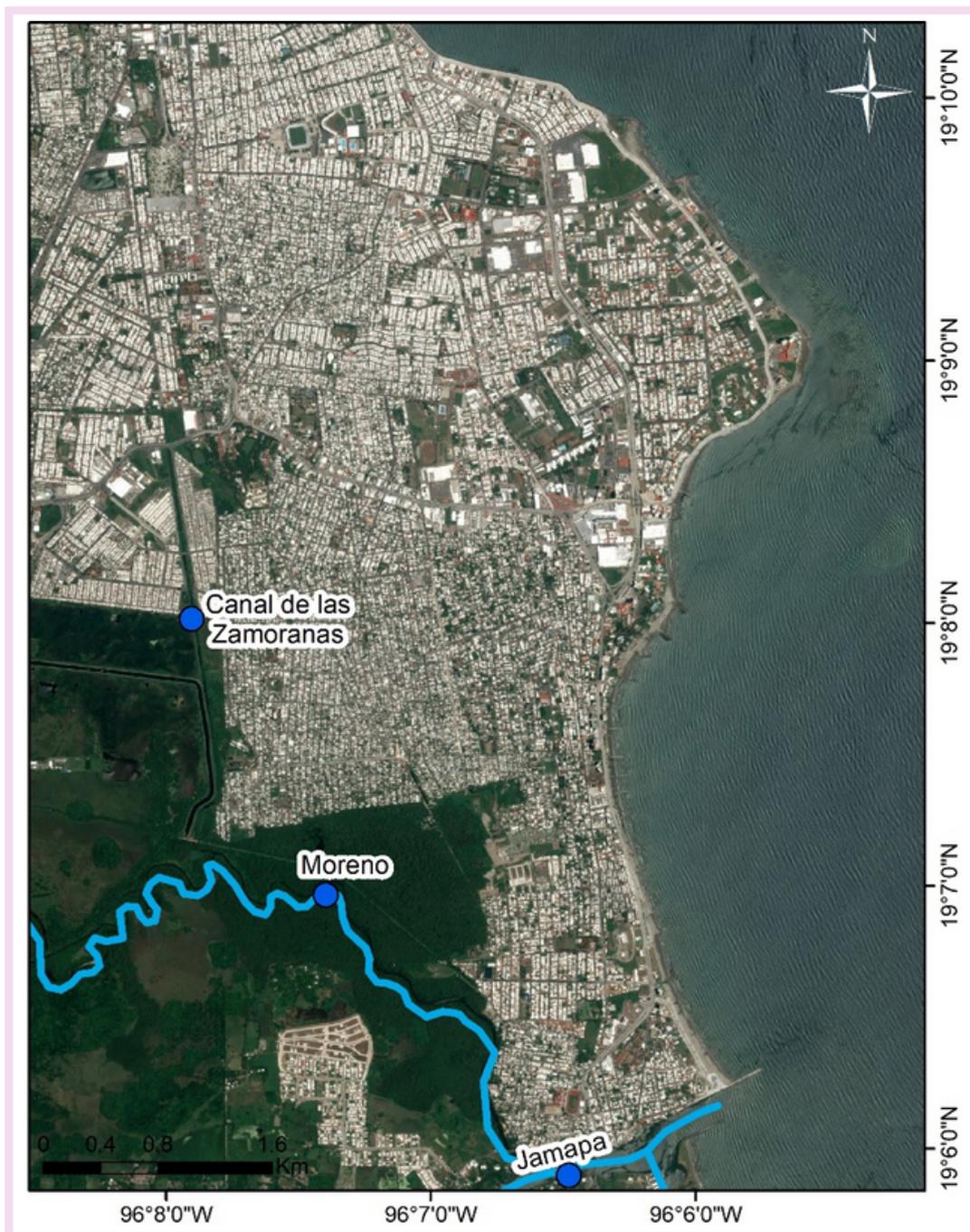


Figura 9. Ríos perennes e intermitentes del municipio de Boca del Río.

ALTERACIONES EN LAS FUENTES DE SEDIMENTO

En el municipio de Boca del Río, se considera que 34 presas tienen influencia sobre el balance hidrosedimentario del municipio (www.conagua.gob.mx): Trinidad Mazapa, Socios Organizados en el Trabajo (San Agustín) Rincón Pilar, Rincón de los Toros, Pochote Nuevo, Mazapa, Mata Freno y Ejido Francisco Villa, Mata de Gallo, Los Limos, Loma

triste, Loma Pedragosa, La Oaxaquilla, La Mafafa, La Laguna, Ingenio Central Progreso, Hermanos Calderón, Der Santa Anita, Der El Tejar, Der Alfredo V. Bonfil, Antonio Mansur II y Antonio Mansur (Figura 10), siendo tres de derivación. Se encontraron trece presas sin capacidad de almacenamiento: Tepetate, Sergio Velázquez, Las Truchas, La Victoria, La Bonita, Juana Vallejo, Jose Gualterio, Guadencio Vallejo, Der El Tejar II, Der El Chiquihuite, Comalcoahuiti, Antonio Navarro I y Agustina Lopez.

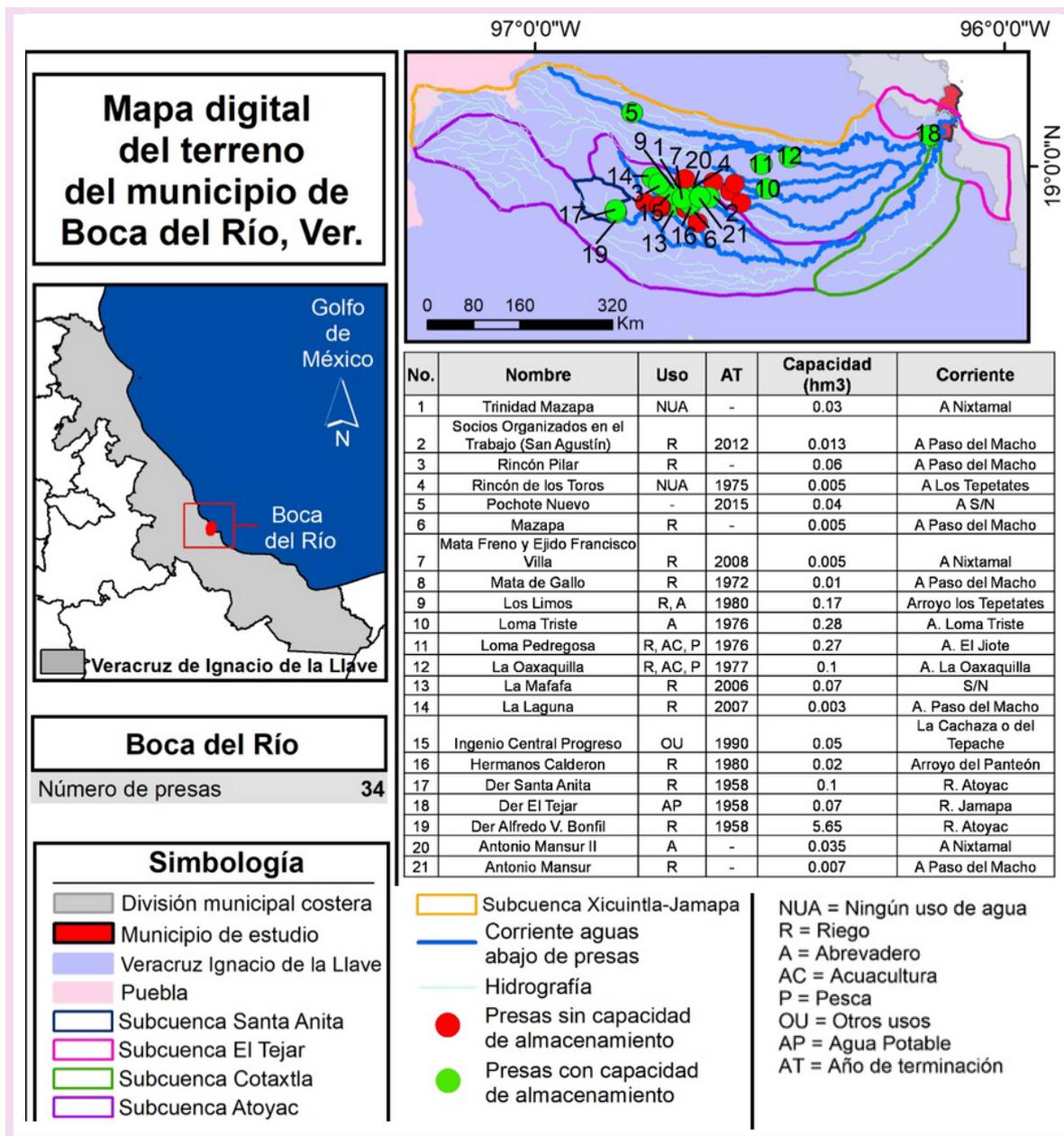


Figura 10. Presas con influencia en el municipio de Boca del Río.

En esta zona también se detectó la existencia del acueducto Veracruz-El Tejar, que conduce agua para uso doméstico sobre el río Jamapa a la ciudad de Veracruz (Pereyra *et al.* 2010). Por otra parte, la planta de tratamiento del municipio, lleva 10 años sin operar, lo cual ha provocado serios problemas de contaminación en la descarga de este río.

A lo largo de la costa, el transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de norte hacia el sur (Figura 6). El sedimento que no queda atrapado es capaz de viajar hacia el sur y alimenta otras playas reingresando de nuevo al sistema de transporte de sedimentos marítimo-costero. El posible déficit de arena en los sistemas playa-duna de la zona se debe a los cambios de uso de suelo y a la gran cantidad de espigones que retienen el sedimento aguas arriba. Sin embargo, a pesar de considerar que en general el

sistema está alterado, a continuación, se describen algunas excepciones.

- El “Manglar de Arroyo Moreno” compartido por Veracruz, Boca del Río y Medellín (207 hectáreas de manglar), es declarado área natural protegida en 1999.
- El sistema lagunar Alvarado, fue catalogado como sitio Ramsar para su protección ambiental.
- El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (sitio Ramsar), está compuesto por 22 arrecifes de gran importancia (52,238 hectáreas) y es protegido principalmente debido a la fuerte contaminación por las descargas de aguas negras al mar y los sedimentos del río Jamapa. Este sistema se ubica en los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado (Vázquez-Torres *et al.* 2010).



En las Figuras 11 y 12 se muestran gráficas del desplazamiento de la línea de costa y la tasa de erosión, respectivamente, calculadas a partir de la digitalización de la línea de costa de imágenes SPOT 5 y fotografías aéreas de los años 1970/81, 2005, 2010 y 2015. Se observa que, en general, la costa del municipio se encuentra en proceso muy próximo al equilibrio dinámico. En cuanto a la tasa de erosión, las mayores variaciones se presentan en los perfiles 3, 13, 15 y 16 que corresponden con los espigones y la desembocadura del río Jamapa (Figura 5). La mayor erosión está en el perfil 13 con 111 m de retroceso de línea de costa (Figura 11). En general, las tasas de erosión van hasta 18.2 m/año, este último un valor considerable (Figura 12).

En resumen, los desplazamientos de la línea de costa del municipio de Boca del Río indican una predominancia hacia la acreción, aunque en las tres celdas

litorales la existencia de estructuras provoca una gran variación en los desplazamientos.

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.

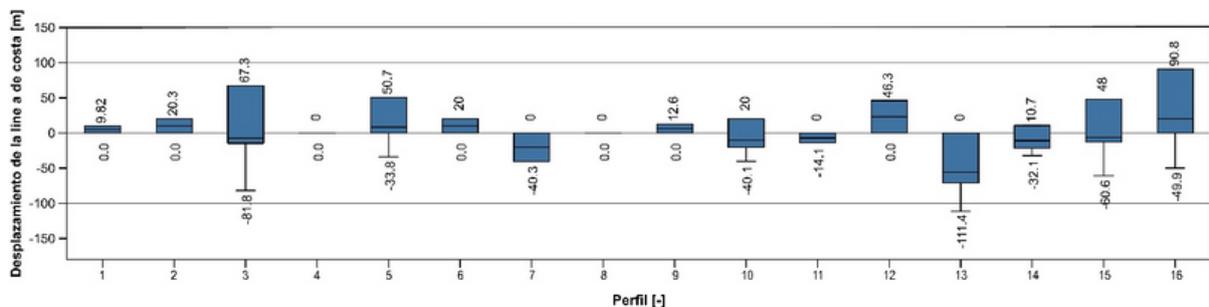


Figura 11. Desplazamiento de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 5 para el Municipio de Boca del Río (de izquierda a derecha: sur a norte).

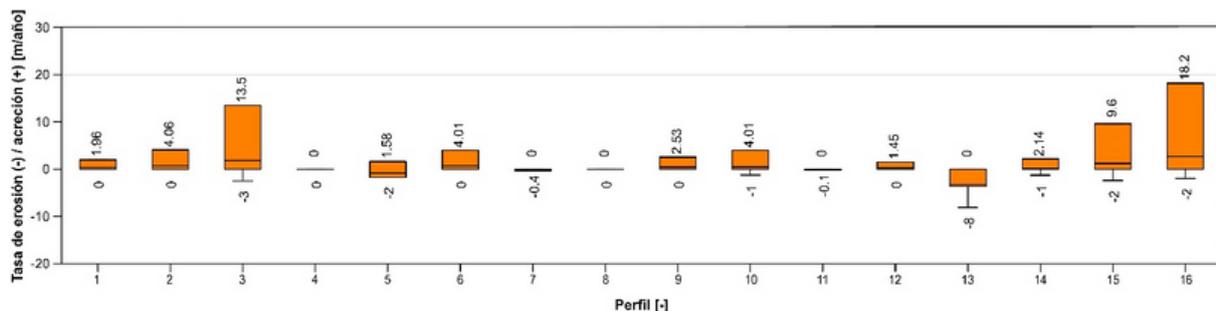


Figura 12. Tasa de erosión / acreción de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 5 para el municipio de Boca del Río (de izquierda a derecha: sur a norte).

Capítulo 3.

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

TIPOS DE VEGETACIÓN

De acuerdo con el INEGI (2013), en el 91.67 % de la superficie continental del municipio de Boca del Río se realizan actividades antrópicas. El 60.9 % de la superficie es utilizada por la zona urbana y asentamientos humanos; 24.9 % para el cultivo de pastizales; y el resto para algún tipo de actividad agrícola de

temporal, ya sea anual o permanente (Cuadro 6). Como se puede observar en la Figura 13, la vegetación natural se distribuye en la parte centro-oeste del municipio, mientras que las áreas agrícolas y pastizales se distribuyen en el extremo S-SSO. La vegetación natural comprende remanentes de manglar y popales asociados al sistema de manglares de arroyo Moreno. La franja costera, ocupa el 100 % de la superficie del municipio, por lo tanto, el uso de suelo y vegetación es el mismo.

Cuadro 6. Superficie ocupada por los diferentes tipos de usos de suelo a nivel municipal y en la franja costera. Datos tomados de INEGI (2020).

Tipo de uso de suelo	% superficie municipal	% superficie en franja costera
Transformado		
Agricultura de temporal	5.87	5.87
Pastizal cultivado	24.9	24.9
Asentamientos humanos	60.89	60.89
Total transformado	91.67	88.22
Natural		
Manglar	4.63	4.63
Popal	3.70	3.70
Total natural	8.33	8.33



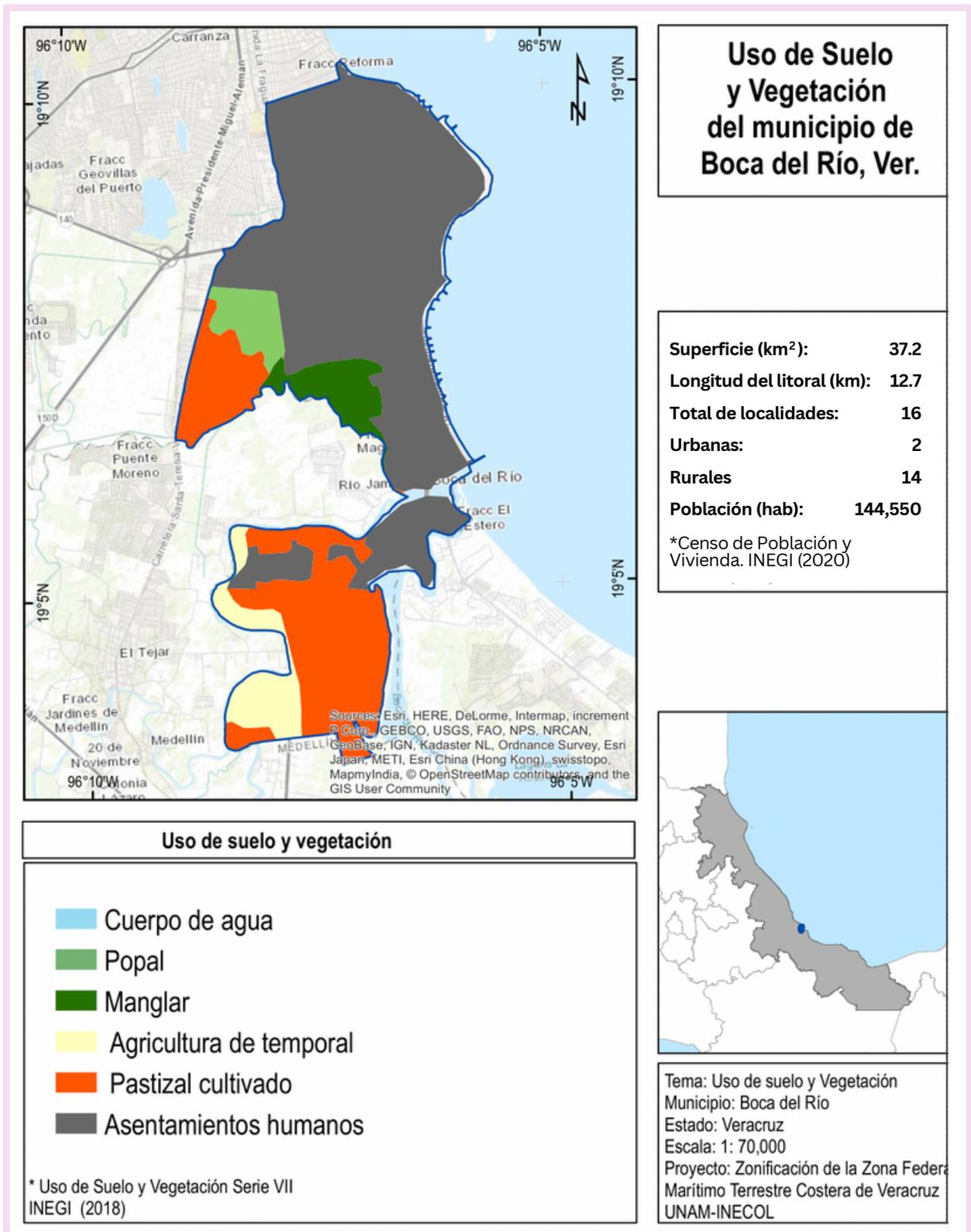


Figura 13. Distribución de los usos de suelos y tipos de vegetación del municipio de Boca del Río, Ver.

LAS DUNAS COSTERAS

De acuerdo con la clasificación de dunas costeras de Jiménez-Orocio *et al.* (2015), la superficie de dunas costeras del municipio de Boca del Río sumaba alrededor de 2,000 ha, las cuales han desaparecido en su totalidad por la urbanización de la zona costera del municipio. Actualmente sólo se observan pequeños cordones dispersos de dunas frontales inmediatos a la línea costera, los cuales limitan tierra adentro por la infraestructura urbana, antes mencionadas.

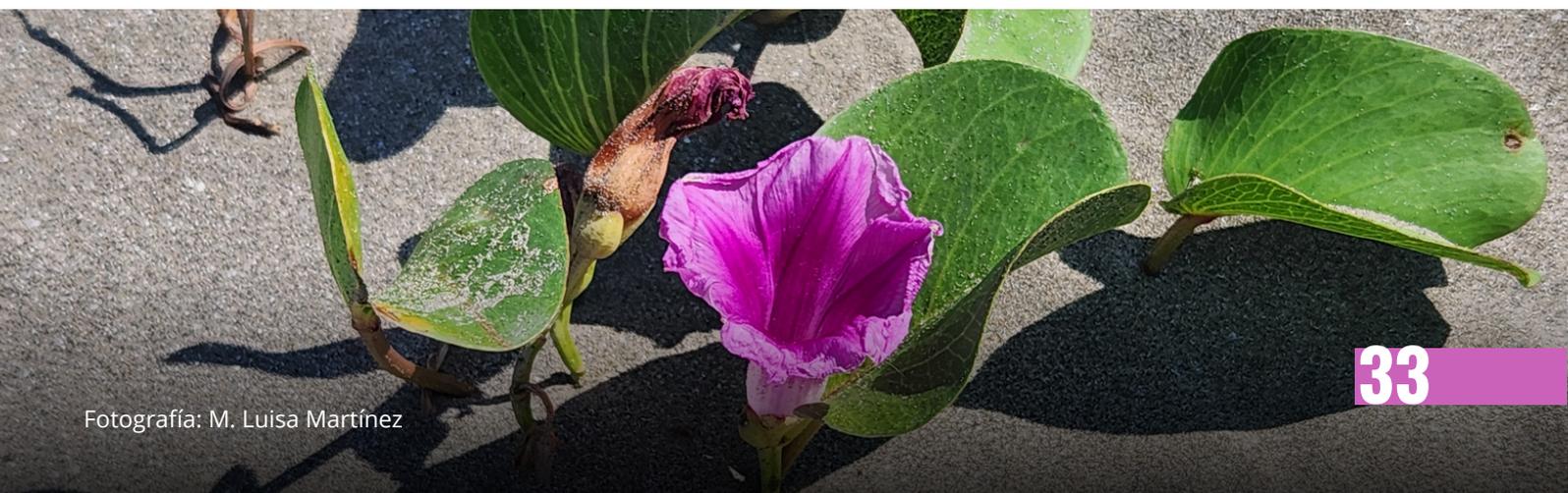
ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA COSTERA

En la zona de playas es posible encontrar vegetación propia de playas y dunas como: *Ipomoea pes-caprae*. Posiblemente, exista riqueza de especies vegetales de ornato como palmeras, gramíneas, agaváceas entre otras.

La descripción de la vegetación costera se basa en los trabajos de López-Portillo *et al.* (2011) y Martínez *et al.* (2014). Además, se consultó 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 especializada donde se describe y analiza la vegetación de las playas y humedales, herbáceos y arbóreos, 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). En las fuentes bibliográficas antes mencionadas, se tienen registradas 273 especies vegetales. Dichas especies son representativas de la vegetación de playas, humedales herbáceos y arbóreos. Los detalles de las especies costeras más relevantes en este municipio se muestran en el Cuadro 7.

Se consideró a las especies bajo alguna categoría de riesgo tanto a nivel nacional (NOM-O59-SEMARNAT-2010; www.dof.gob.mx) como global (IUCN Red List of threatened species; www.iucnredlist.org/search), aquellas especies amparadas contra su explotación excesiva debido al comercio internacional (CITES), las especies de árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación (Vázquez-Yanes *et al.* 1999 -proyecto J084 CONABIO) así como las especies con un rango de distribución restringido (endemismo). Se indican la familia, forma biológica, hábitat, tipo de vegetación y estatus (NOM-O59- SEMARNAT-2010, IUCN y CITES). Los criterios para los nombres y estado taxonómico de las especies se siguieron con base en lo presentado en The Plant List, 2013 v. 1.1 (www.theplantlist.org).



En el Cuadro 7, se muestran seis columnas. En dichas columnas se encuentran: la familia a la que pertenece cada especie, el nombre común, el nombre científico especie 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 clasificó a las especies que pueden encontrarse en ecosistemas costeros como playas, humedales herbáceos, humedales arbóreos, entre otros. La clasificación aquí mostrada 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 7, 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 7. Listado de especies vegetales más importantes registradas a la fecha, que crecen principalmente en las playas y dunas del municipio de Boca del Río, Ver. 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.

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
Acanthaceae	Mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>)	Árbol 	Manglar	C	NOM (A) IUCN (LC)
Bombacaceae	Apompo (<i>Pachira aquatica</i>)	Árbol 	Manglar, Selva inundable.	C, O	IUCN (LC)
Commelinaceae	Espuelita, mataliz (<i>Commelina erecta</i>)	Hierba 	Dunas, Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño, Bosque tropical perennifolio, Ruderal, Vegetación secundaria, Potrero	C, S	IUCN (LC)
Compositae	No se conoce (<i>Florestina liebmannii</i>)	Hierba 	Dunas, Pastizal, Potrero.	C, S	
Curcubitaceae	Amargosa, amor seco, avellana (<i>Momordica charantia</i>)	Hierba 	Matorral de dunas costeras, Pastizal cultivado, Potrero, Ruderal.	C, S	

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
Cyperaceae	Chintul (<i>Cyperus articulatus</i>)	Hierba 	Dunas, Manglar, Vegetación herbácea de humedales, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Pastizal, Potrero, Ruderal.	C, O	IUCN (LC)
	Coquillo rojo (<i>Cyperus rotundus</i>)	Hierba 	Pastizal, Vegetación herbácea de humedales, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño, Ruderal.	O	IUCN (LC)
Euphorbiaceae	Higuerilla, jarilla, sombrilla (<i>Ricinus communis</i>)	Hierba 	Pastizal cultivado, Potrero, Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.	S	
Leguminosae	Huizache (<i>Acacia farnesiana</i>)	Árbol 	Matorral de Duna Costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque Ribereño.	C, S	IUCN (LC)
	Cornezuelo, zubin (<i>Acacia sphaerocephala</i>)	Árbol  Arbusto 	Matorral de duna costera.	C, O	
	Sensitiva, dormilona (<i>Mimosa pudica</i>)	Hierba 	Pastizal, Vegetación herbácea de humedales, Potrero, Ruderal, Cultivos.	C, O	IUCN (LC)

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
	Frijolillo (<i>Rhynchosia minima</i>)	Trepadora 	Matorral de Duna Costera, Manglar, Pastizal, Bosque tropical perennifolio.	C, S	IUCN (LC)
Malvaceae	Bellota de guásimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	Árbol  Arbusto 	Matorral de Duna Costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque Ribereño.	C, S	IUCN (LC)
	Tulipán, falso hibisco, altea, manzanilla (<i>Malvaviscus arboreus</i>)	Arbusto 	Matorrales de dunas costeras y humedales someros.		IUCN (LC)
Marantaceae	Popai caracolillo (<i>Thalia geniculata</i>)	Hierba emergente 	Humedal herbáceo de agua dulce.	Hidrófita en la costa y tierra adentro	IUCN (LC)
Onagraceae	Cangá, clavo (<i>Ludwigia octovalvis</i>)	Hierba 	Playa, Manglar, Vegetación herbácea de humedales, Bosque ribereño, Potrero.	C, O	IUCN(LC)
Orchidaceae	Dama de noche (<i>Brassavola nodosa</i>)	Hierba 	Matorral de duna costera, Manglar, Bosque Tropical caducifolio.	C, S	CITES (II)

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
Poaceae	Pasto mijillo (<i>Echinochloa pyramidalis</i>)	Hierba 	Pastizal cultivado, Palmar, Potrero, Ruderal.	S	IUCN (LC)
Polygonaceae	Uvero de costa (<i>Coccoloba uvifera</i>)	Árbol 	Playa.	C	IUCN (LC)
Rhizophoraceae	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>)	Árbol 	Manglar.	C	NOM (A) IUCN (LC)
Sapotaceae	Chicozapote (<i>Manilkara zapota</i>)	Árbol 	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Acahual, Potrero.	C, O	IUCN (LC)
Typhaceae	Tule o nea (<i>Typha domingensis</i>)	Hierba emergente 	Humedal herbáceo salobre o de agua dulce.	Hidrófita en la costa y tierra adentro.	IUCN (LC)
Verbenaceae	No se conoce (<i>Citharexylum ellipticum</i>)	Arbusto 	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Manglar.	C	IUCN (VU)

DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN DE MANGLARES

En el municipio se localiza un sistema de manglar de importancia ecológica: Estero arroyo Moreno, sin embargo, se encuentra vulnerable al crecimiento urbano y por actividades agropecuarias, ya que colinda con la zona urbana. Se ubica sobre ambas orillas del arroyo Moreno, siendo más extenso en las inmediaciones del río Jamapa. El manglar depende de la marea diaria y es afectado por la marea de tormenta durante la temporada de huracanes; el centro de Veracruz se encuentra en la zona de mayor impacto de huracanes. De acuerdo con la caracterización de López-Portillo y colaboradores (2011) el sistema de manglar se encuentra sobre una planicie lacustre-palustre limitado por planicies fluviales acumulativas sobre conglomerados y aluviones. El sistema, de 328.9 ha, este compuesto principalmente por mangle negro, blanco y rojo (*Avicenia germinans*, *Laguncularia racemosas* y *Rizophora mangle*). El mangle blanco se distribuye principalmente en el área núcleo del sistema; el mangle rojo se distribuye hacia los márgenes del arroyo; mientras que el mangle negro se localiza entre los parches dominados

por las otras dos especies. Así mismo, el sistema de manglar está integrado por cuerpos de agua que se fueron creando por la construcción de barreras físicas artificiales; actualmente están interconectadas con el afluente principal a través de alcantarillas (López-Portillo *et al.* 2011).

CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES

En el municipio sólo se considera como humedal al sistema de manglar “Arroyo Moreno”; no se reportan otros humedales. Al igual que el municipio de Veracruz, la zona costera de Boca del Río se caracterizaba por la presencia de grandes campos de dunas costeras en las cuales era común observar lagunas interdunarias. No obstante, las dunas costeras de Boca del Río fueron completamente destruidas; lo mismo que las lagunas interdunarias. Tierra adentro existe un popal, pero ya no pertenece a la zona costera.

CARACTERIZACIÓN DE LAGUNAS COSTERAS

El Municipio de Boca del Río no presenta Lagunas Costeras. Por ello, no se presenta información de fitoplancton ni de calidad de agua.



CARACTERIZACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL

Los arrecifes localizados frente a las costas de Boca del Río pertenecen al Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), el cual se extiende desde Punta Gorda (NW del municipio de Veracruz) hasta las costas frente al poblado de Antón Lizardo (N de Alvarado).

El SAV es el sistema arrecifal más desarrollado y estudiado del Golfo de México. Su extensión abarca 52, 000 ha (Pérez-España *et al.* 2012); presenta 27 arrecifes y seis islas (Ortiz-Lozano *et al.* 2013). De acuerdo con la descripción de Vargas-Hernández y colaboradores (1993), el SAV está formado por bajos, islas y arrecifes situados en la porción interna de la plataforma continental. Su distribución obedece a la dirección predominante del oleaje (NW-SE) y se ha formado sobre restos bioclásticos calcáreos de materiales coralinos pertenecientes al Pleistoceno reciente.

El único arrecife del SAV, frente a las costas de Boca del Río es el arrecife Ingenieros (Figura 14); se localiza a 260 m de distancia a la línea de costa. El arrecife Ingenieros está representado con una laguna de 97.5 ha y cobertura promedio coralina cercano al 5%, principalmente de distribución somera. Las especies de peces más comunes son: *Abudefduf saxatilis*, *Acanthurus chirurgus*, *Helichoeres bivittatus*, *Stegastes adustus* y *S. variabilis* (Pérez-España *et al.* 2012).

Por su ubicación, el arrecife Ingenieros está sujeto a presiones de tipo antrópico, principalmente actividades de tipo turística, y por el desarrollo de infraestructura costera. De acuerdo con Pérez-España *et al.* (2012), quienes analizaron 11 variables biofísicas resaltan que el arrecife Ingenieros es el de peor condición del SAV. Dichos autores analizaron, entre otras cosas, la tasa de sedimentación, riqueza, diversidad y distinción taxonómica de especies de peces y corales.





Figura 14. Ubicación del arrecife "Ingenieros".



■ Capítulo 4.

CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

■ PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

Dada la urbanización de la zona costera de este municipio, no quedan dunas costeras. Las playas carecen de vegetación. La presencia de un malecón a lo largo de la costa impide el funcionamiento natural de la costa. No se deben construir más escolleras o espigones, para mantener algo de la dinámica de la costa. La construcción de una duna artificial en el fondo de la playa con vegetación natural ayudará a proteger la infraestructura contra la erosión. Pero hay que tomar en cuenta que es una playa disfuncional, por lo que su mantenimiento requerirá acciones humanas periódicamente.

■ MANGLARES

La conservación del único sistema de manglar que se localiza en este municipio (estero Arroyo Moreno) se encuentra amenazada por el avance de la mancha urbana, la contaminación por descarga de aguas residuales (principalmente por el puerto de Veracruz), por lixiviados del ex basurero municipal de Boca del Río y por afectaciones en la hidrología por rellenos.

Debido a su riqueza biológica, esta región se encuentra incluida en la Región Terrestre Prioritaria RTP-123 Dunas costeras del centro de Veracruz y la Región Prioritaria Marina RPM 49 Laguna Verde-Antón Lizardo. Así mismo, forma parte del Sitio Ramsar no. 1450 Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz, y colinda con el 1346 Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

■ HUMEDALES

Dado que en este municipio sólo se tiene un humedal de agua dulce, es de vital importancia conservarlo, restaurarlo y preservarlo. Su conservación debe de ser una prioridad estatal y nacional. De ser necesario, establecer con SEDEMA y SEMARNAT un plan de manejo del sistema que estipule que actividades están permitidas y no permitidas. Es importante eliminar contaminantes del río y reforestar las orillas de éstos con manglar (*Rhizophora mangle*) en zonas más salinas, con tule (*Thypha domingensis*) donde sea ligeramente salino, así como con árboles nativos de humedales, selvas inundables y bosques ribereños en zonas de agua dulce (*Salix humboldtiana*, *Pachira aquatica*, entre otras).



■ Capítulo 5.

DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

En el Cuadro 8 se presentan algunas observaciones sobre la dinámica sedimentaria, el uso de suelo predominante en la región, ubicación del sistema de manglar, entre otras. Dichas recomendaciones fueron preparadas por un grupo transdisciplinario que incluyó expertos en ecología de ecosistemas costeros como playas, humedales

herbáceos y manglares, así como expertos en desarrollo costero e ingeniería de costas.

Posteriormente, en el Cuadro 9, se muestra un diagnóstico en forma de semáforo que resalta los valores ecológicos, geomorfológicos y sociales, así como las principales problemáticas presentes en la costa de este municipio.

Cuadro 8. Síntesis diagnóstica de la zona costera del municipio de Boca del Río.

OBSERVACIONES

- No se observan cambios evidentes de retroceso o progresión de playa.
- El transporte de sedimentos reinante y dominante se da de manera artificial (trasvase o bypass de arena) de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha conservado.
- Dentro de los criterios de priorización de la biodiversidad, esta zona forma parte del Sitio Prioritario para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México, considerado en la categoría de importante (Manglar de Arroyo Moreno).
- El “Manglar de Arroyo Moreno” fue declarado área natural protegida en 1999.
- El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) debe ser protegido de la fuerte contaminación por las descargas de aguas negras al mar.
- Carece de dunas costeras en su totalidad debido al aumento de la urbanización.
- La contaminación por descargas de aguas residuales ha sido el principal factor de presión y cambio de los manglares y humedales de agua dulce.

Cuadro 9. Semáforo de acciones para la zona costera del municipio de Veracruz.

SEMÁFORO DE ACCIONES		Celda 1	Celda 2	Celda 3
		Actividades y permisos con regulación moderada, pero cuidando el alto riesgo de inundación.	Actividades y permisos con regulación moderada.	Actividades y permisos con regulación moderada
VALORES	GEOMORFOLÓGICOS	Media: Tiene una formación muy importante de humedales.	Media: Zona de inundaciones del río Jamapa.	Media: Zona de inundaciones del Estero Arroyo Moreno.
	ECOLÓGICOS	Medio: Baja cobertura vegetal con especies endémicas.	Medio: Baja cobertura vegetal con especies endémicas	Extensión de manglares y humedales herbáceos de agua dulce.
PROBLEMÁTICA	EROSIÓN	Baja erosión.	Baja erosión.	Celda estable con pocos desplazamientos en la costa.
	ASENTAMIENTOS AFECTADOS	Ninguno.	Ninguno.	Moderada.
	INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN	Dos espigones.	Dos espigones y 6 escolleras.	Dos espigones

MANEJO DE LA ZONA MARINA, PLAYA, DUNAS Y HUMEDALES DE AGUA DULCE

En esta sección se detallan algunas recomendaciones particulares para cada uno de los ecosistemas costeros

presentes en el municipio: zona marina, playa, dunas frontales, dunas transgresivas y parabólicas, y humedales de agua dulce. Además, se proponen 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.

MANEJO - APTO:

- Apto para nadar, con precauciones en invierno y durante huracanes.
- 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.

PROTECCIÓN:

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

ZONA DE PLAYA

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Restaurantes rústicos y permanentes, hotelería, asentamientos urbanos.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Proyecto de restauración de playas, restaurantes movibles sobre la playa y deportes de playa.
- La infraestructura que se construya deberá ser de madera o de algún material degradable, piloteadas y ubicadas en la cara posterior del primer cordón, evitando su destrucción.

MANEJO - APTO:

- Construcciones piloteadas y orientadas de manera que disminuya la superficie de choque del viento.
- Debe garantizarse el acceso a la playa, por ejemplo, por accesos que deben ser inscritos en actas en el cabildo municipal.
- Adaptar el plan de manejo municipal para asegurar que se mantengan los procesos dinámicos de la costa y que no se construyan estructuras de protección sin los estudios correspondientes.

MANEJO - NO APTO:

- No introducir especies exóticas e invasoras.
- No se permite el tránsito vehicular por la playa o estacionarse en la misma.
- No se permite el aplanamiento de la playa.

CONSERVACIÓN Y/O RESTAURACIÓN:

- La playa debe ser conservada y restaurada cuando sea necesario para proteger tanto a los ecosistemas como a los habitantes.
- Se permite investigación y monitoreo.
- El ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes son deseables.

MANGLARES

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Acuicultura, restauración de manglares.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Ecoturismo.

MANEJO - APTO

- 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.
- Caminos y/o carreteras con pasos de agua frecuentes o sobre pilotes.
- Tratamiento previo de aguas industriales antes de verterlas al río, los arroyos y las lagunas interdunarias y costeras.

MANEJO NO APTO:

- 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.
- 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 de impulsarse acciones de restauración de popales y 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.
- Promover la reforestación con especies nativas en la orilla de los ríos.

PROTECCIÓN

- Se debe proteger el manglar, evitando su sustitución por cultivos o su desmonte.
- Evitar la tala de manglares y bosques inundables, ya que protegen contra las inundaciones y son sumideros de carbono.

HUMEDALES DE AGUA DULCE

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Pastoreo.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

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

MANEJO - APTO

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

MANEJO NO APTO:

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

RESTAURACIÓN

- Se deben impulsar acciones de restauración de humedales en las zonas degradadas.

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 manglares y humedales remanentes que existen en este municipio.

RESUMEN DE RECOMENDACIONES DE MANEJO RELEVANTES

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.
- 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.
- Se debe evitar que se desequen o rellenen los humedales de la zona.

De acuerdo con el análisis realizado:

PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

- Las construcciones sobre las playas deben estar cimentadas sobre pilotes: (a) si son temporales su desplante deben estar coronado a 3.83 m sobre el Nivel de Bajamar Media Inferior, y (b) si son permanentes a 4.23 m sobre el Nivel de Bajamar Media Inferior.
- Se permite construcción de infraestructura de material degradable y piloteadas (Ej: casas tipo palafito o andadores) por detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas.
- Cuando se utilice cimentación directa para edificar, se permite la construcción de infraestructura solo si la pendiente del terreno es menor a 20° a una distancia de 100 m de la cresta del primer cordón de dunas.
- Establecer accesos a la playa e inscribirlos en actas en el cabildo municipal.
- Realizar sólo pesca de bajo impacto y promover la construcción de muelles de calidad que permitan el libre flujo de agua.
- La playa debe ser conservada para proteger tanto a los ecosistemas como a los habitantes.

HUMEDALES

1. La costa de este municipio contiene un manglar, y tierra adentro, un humedal. Se recomienda la conservación de estos ecosistemas por los servicios ecosistémicos que prestan.
2. Se recomienda impulsar la formación de áreas naturales protegidas con estos humedales debido a los servicios ecosistémicos que brindan.
3. No deben permitirse las construcciones sobre zona de humedales, ya que ponen en riesgo de inundación a las personas y la infraestructura.
4. Se deben analizar las necesidades y posibilidades de restauración de los humedales herbáceos y manglares de la zona.
5. Se debe mantener el régimen hídrico de los humedales para evitar inundaciones hacia zonas que antes no se inundaban.

BIBLIOGRAFÍA

- Bautista, G., Silva, R., y Salles, P. 2003. Predicción de marea de tormenta generada por ciclones tropicales. *Revista de Ingeniería Hidráulica*, 18: 5-19. Bird, E.C.F. 1996. Coastal erosion and rising-sea-level. En: Milliman, J.D., y Haq, B.U. (Eds.). *Sea-level rise and coastal subsidence*. Kluwer Academic Publishers, 87-103 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.
- CONAGUA, 2018. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Cotaxtla (3008), Estado de Veracruz. *Diario Oficial de la Federación*. 45 pp.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2010. *Indicadores de pobreza, pobreza por ingresos, rezago social y Gini 2010 (municipal)*. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/datos/indicadores-de-pobreza-pobreza-por-ingresos-rezago-social-y-gini-2010-municipal>
- 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). 2010. *Censo de Población y Vivienda, 2010*. INEGI-Dirección General de Geografía.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2013. *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.
- 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.
- Ortiz-Lozano L., Pérez-España, H., Granados-Barba, A., González-Gándara, C., Gutiérrez-Velázquez, A., Martos, J. 2013. The Reef Corridor of the Southwest Gulf of Mexico: Challenges for its management and conservation. *Ocean and Coastal Research* 86:22-32 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.
- Pereyra- Díaz, D., Pérez-Sesma, J. A. A., y Salas-Ortega, M. D. R. 2010. *Hidrología*.
- Pérez-España, H., Santander-Monsalvo, J., Bello-Pineda, J., Gómez-Villada, R.S., Aké-Castillo, J.A., Lozano-Aburto, M.A., Román-Vives, M.A., y Marín-Hernández, M. 2012. Caracterización ecológica del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. En: A.J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (eds.), *Recursos acuáticos Costeros. Volumen II. Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica Conacyt-Gobierno del estado de Yucatán*. Pp. 558-601 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.
- 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.
- 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.
- 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., Filipova, 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.
- Vargas-Hernández, J.M., Hernández-Gutiérrez, A., y Carrera-Parra, L.F. 1993. *Sistema Arrecifal Veracruzano. En biodiversidad marina y costera de México*. S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad-CIQRO. México. 559-575 pp.
- Vázquez-Torres, S. M., Carvajal-Hernández, C. I., y Aquino-Zapata, A. M. 2010. *Áreas naturales protegidas*.
- Vázquez-Yanes, C., Batis Muñoz, A.I., Alcocer Silva, M.I., Gual Díaz, M., y Sánchez Dirzo, C. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO. Instituto de Ecología, UNAM.
- 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 Boca del Río es del tipo arenoso-acumulativo. El municipio tiene una elevación promedio de 6.7 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona central alcanzando los 30 m s.n.m. El transporte de sedimentos reinante y dominante se da de manera artificial (trasvase o *bypass* de arena) de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha conservado. El municipio cuenta con una planta de tratamiento de agua la cual lleva 10 años sin operar, y por lo tanto, ha provocado serios problemas de contaminación en la descarga del río Jamapa.

Se estima que la superficie de dunas costeras en el municipio sumaba 2,000 ha, pero han desaparecido por la urbanización. Actualmente sólo se observan pequeños cordones dispersos de dunas frontales inmediatas a la línea costera, los cuales limitan tierra a dentro por la infraestructura urbana, antes mencionadas.

Aunque es un municipio predominantemente urbanizado, está incluido en varios criterios de priorización de la biodiversidad: Sitio Prioritario para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México, considerado en la categoría de importante (Manglar de Arroyo Moreno). Así mismo, el Sistema Arrecifal Veracruzano se ubica frente a las costas del municipio de Boca del Río y se extiende en dirección sureste, hasta las costas frente al poblado de Antón Lizardo, municipio de Alvarado. Es el sistema arrecifal más desarrollado y estudiado del Golfo de México. Presenta 27 arrecifes y seis islas.

El estado de conservación de la zona costera de este municipio es crítico, por la pérdida de ecosistemas naturales y la contaminación por descargas residuales que es el principal factor de presión y cambio de manglares y humedales. Dado el fuerte impacto de las actividades humanas en la zona costera del municipio, fuertemente urbanizado, las acciones de restauración, conservación, protección y manejo sostenible deben ser prioritarias.



ISBN: 978-607-8833-12-2



9 786078 833122