

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO **LERDO DE TEJADA, VERACRUZ**

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



LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO

LERDO DE TEJADA, 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: 978-607-8833-09-2

DOI: <https://doi.org/10.21829/978-607-8833-09-2>

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”.

Octubre, 2023

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO LERDO DE TEJADA, VERACRUZ

ISBN: 978-607-8833-09-2

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

Publicación en línea:

<https://doi.org/10.21829/978-607-8833-09-2>

Forma sugerida de citar este libro:

Jiménez-Orocio O, Silva R, Martínez ML, Chávez V, Cruz C, López-Portillo J, Moreno-Casasola P, Mendoza-González G, Vázquez G, Lithgow D, García-Franco JG, Castillo-Campos G. 2023. *La zona costera del municipio Lerdo de Tejada, Veracruz*. INECOL, Veracruz, 49 pp.

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

En portada: Playa Agua Dulce, Lerdo de Tejada.
Fotografía: María 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. 26 **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 arrecifes de coral

PÁG. 38 **CAPÍTULO 4. CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS**

- Playas y dunas costeras
- Manglares
- Humedales

PÁG. 40 **CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN**

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

PÁG. 46 **BIBLIOGRAFÍA**

Capítulo 1.

ASPECTOS GENERALES

CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

El municipio de Lerdo de Tejada se localiza entre las coordenadas 18° 42' 53.48" N y 18° 36' 13.71 "S de latitud; y -95° 33' 41.12" O y -96° 26' 12.47 "E de longitud. Limita al norte con el Golfo de México; al oeste con los municipios

de Alvarado y Tlacotalpan; al sur con el municipio de Saltabarranca; y al este con el municipio de Ángel R. Cabada. Su superficie abarca 82.4 km², lo que representa el 0.1 % del total de la superficie del estado. El litoral de Lerdo de Tejada suma alrededor de 9.4 km de línea de costa abierta, 1.25 % del total del estado.

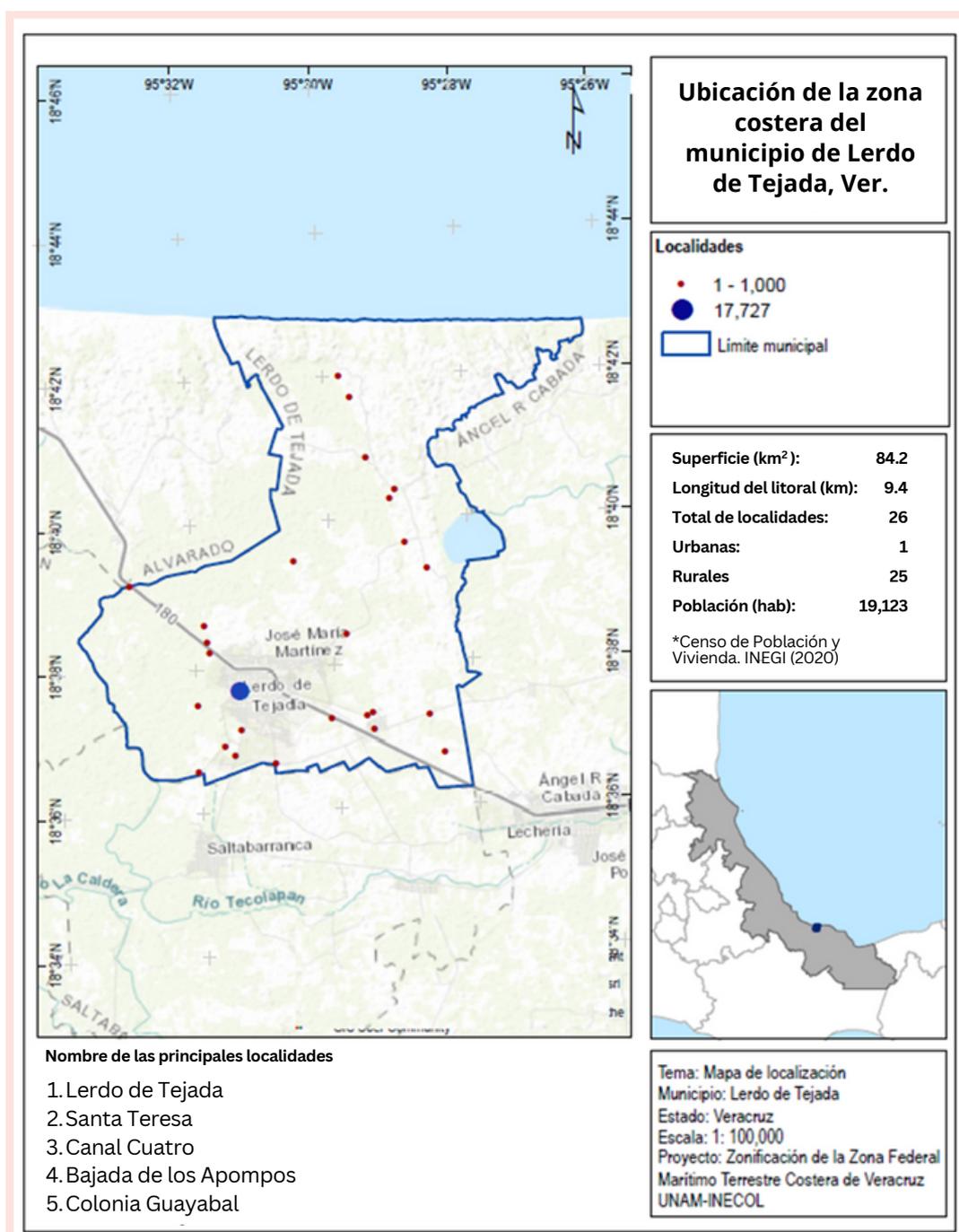


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz.

POBLACIÓN, GRADO DE MARGINACIÓN, VIVIENDAS

El municipio de Lerdo de Tejada cuenta con 26 localidades que en conjunto albergan a 19,123 habitantes (INEGI, 2020). Las principales localidades son: Lerdo de Tejada (cabecera municipal), Santa Teresa y Canal Cuatro. La densidad poblacional del municipio es de 232 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 57.57, considerado como "Muy Bajo"; con alta cohesión social (Índice de GINI de 0.341). Según los indicadores de pobreza (CONEVAL, 2020), el municipio

presenta alto grado de pobreza (51.6 %), por encima de la media nacional (43.9 %), y por debajo de la media estatal (60.8 %), porcentaje medio de pobreza extrema (6.0 %) y rezago educativo del 24.2 %. El 66.9 % de la población tiene ingresos inferiores a la línea de bienestar, el 15.9 % presenta tres carencias (salud, alimentación y vivienda), el 26.5 % carece de acceso a la alimentación y el 70 % tiene al menos una carencia. El 21.3 % de la población carece de servicios de salud, y el 44.6 % carece de acceso a seguridad social (Figura 2). El 8 % de la población mayores de 14 años son analfabetas.

Indicadores seleccionados de pobreza en Lerdo de Tejada, Ver. 2020

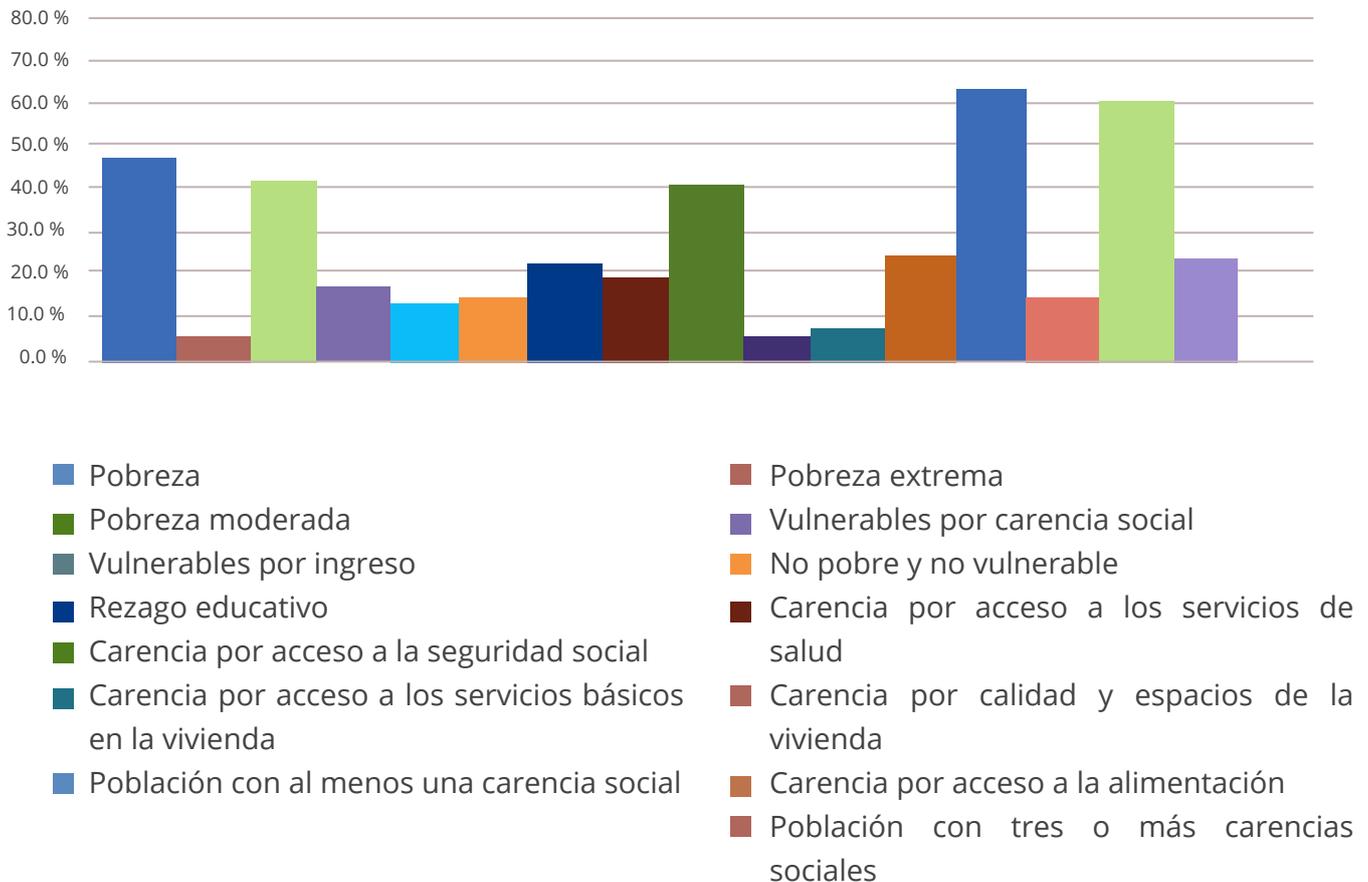


Figura 2. Indicadores de pobreza para el municipio de Lerdo de Tejada, Ver. (CONEVAL, 2020).

POBLACIONES RURALES Y URBANAS EN LA ZONA COSTERA

El municipio de Lerdo de Tejada alberga 26 localidades; una localidad considerada como urbana (más de 2,500 habitantes): Lerdo de Tejada (17,727 habitantes). Las 25 localidades restantes están catalogadas como rurales, ya que cuentan con menos de 2,500 habitantes. De estas últimas, una localidad corresponde a localidades de entre 500 y 1,000 habitantes (Santa Teresa); una a localidad de entre 100 y 250 habitantes (Canal Cuatro) y el resto corresponden a localidades rurales de menos de 100 habitantes (Figura 1).

La franja costera (5 km inmediatos a la línea de costa, tierra adentro) ocupa el 35.73 % del territorio municipal (Cuadro 1). En esta franja se encuentran cinco localidades. Todas las localidades se encuentran entre los 1,000 y 5,000 m tierra adentro, desde la línea de costa. En total, las localidades dentro de la franja costera albergan a 60 habitantes (menos del 0.5 % del total de la población del municipio). La población con mayor número de habitantes es la cabecera municipal, y se localiza a aproximadamente 10 km de la línea de costa.

Cuadro 1. Localidades ubicadas en la franja costera.

Distancia a la línea de costa					
0 a 500 m		de 501 a 1000 m		de 1001 a 5000 m	
Nombre de Localidad	Población	Nombre de Localidad	Población	Nombre de Localidad	Población
				Laguna Prieta	37
				El Yahual	19
				Mundo Nuevo	2
				Buenavista	1
<i>No de localidades</i>			0	5	
<i>Total población</i>			0	60	



ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Agricultura.

La superficie sembrada en el municipio es de 2,701 hectáreas (27 km²) que corresponden al 30 % del total de la superficie municipal. El principal tipo de cultivo es la caña de azúcar (2,596 ha) con un valor de producción de alrededor de 134 millones de pesos. Otro tipo de cultivo de menor producción es el maíz (105 ha) (SADER, 2021).

Ganadería.

La superficie destinada para la actividad ganadera es de 2,265 ha (22.65 km²), el 26.9 % de la superficie total del municipio. El principal producto pecuario es el bovino con 574 ton, seguido por el porcino (106 ton), avícola (145.2 ton) y ovino (17.4 ton). El valor de la producción ganadera es de 19.8 millones de pesos anuales, 66 % de producción bovina. El valor de la producción ganadera es de 41.2 millones de pesos anuales, siendo el 71.4 % de producción bovina (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción ganadera del municipio de Lerdo de Tejada, 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	309.24	574.04	74.78	35.42	23,124.25	20,333.80
Bovino-Leche	784.72	0	8	0	6,277.72	0
Porcino-Carne	78.34	102.55	54.8	36.67	4,293.42	3,760.92
Ovino-Carne	8.94	17.53	71.1	35.67	635.67	625.45
Ave-Carne	111.05	145.21	40.9	29.77	4,542.43	4,322.40
Guajolote-Carne	3.63	4.77	46.58	34.69	169.28	165.51
Ave-Huevo	71.03	0	30	0	2,130.93	0
TOTAL	1,366.95	844.1	326.16	172.22	41,173.7	29,208.08

Servicios y turismo.

Al 2018, el municipio cuenta con 177 establecimientos de servicios de preparación de comida y 13 de hospedaje, que disponen

con alrededor de 170 cuartos. No se presenta información sobre el origen de los turistas que se hospedan en el municipio.



■ Capítulo 2.

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

■ DINÁMICA MARINA

La costa del Municipio de Lerdo de Tejada es parte de una sola celda litoral que tiene una longitud de 9.42 km y se muestra en la Figura 3. Esta celda limita al norte con la estructura de la desembocadura del río Papaloapan-Laguna de Alvarado y al sur con la costa rocosa ($18^{\circ} 42' 17.00''$ N, $95^{\circ} 14' 42.05''$ O) ubicada en los siguientes dos municipios al este (Ángel R. Cabada y un segmento de costa de San Andrés Tuxtla). Esta celda es alimentada por los sedimentos del Río Papaloapan que se desplazan por efecto del oleaje, y también por el río Prieto, ubicado en este municipio y el río Gachapa que desemboca en San Andrés Tuxtla. Sus playas son abiertas con una orientación de oeste a este y con la formación de algunos cordones dunares. La descarga del río Papaloapan es de $42,929 \text{ hm}^3/\text{año}$ en la desembocadura, generado por lluvias estacionales y de origen ciclónico provenientes del Golfo de México. Por otra parte, el río Prieto escurre al este partiendo de la Laguna el Marqués y desembocando al noreste de su línea de costa formando una barra de arena (SEDESOL, 2011).

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.



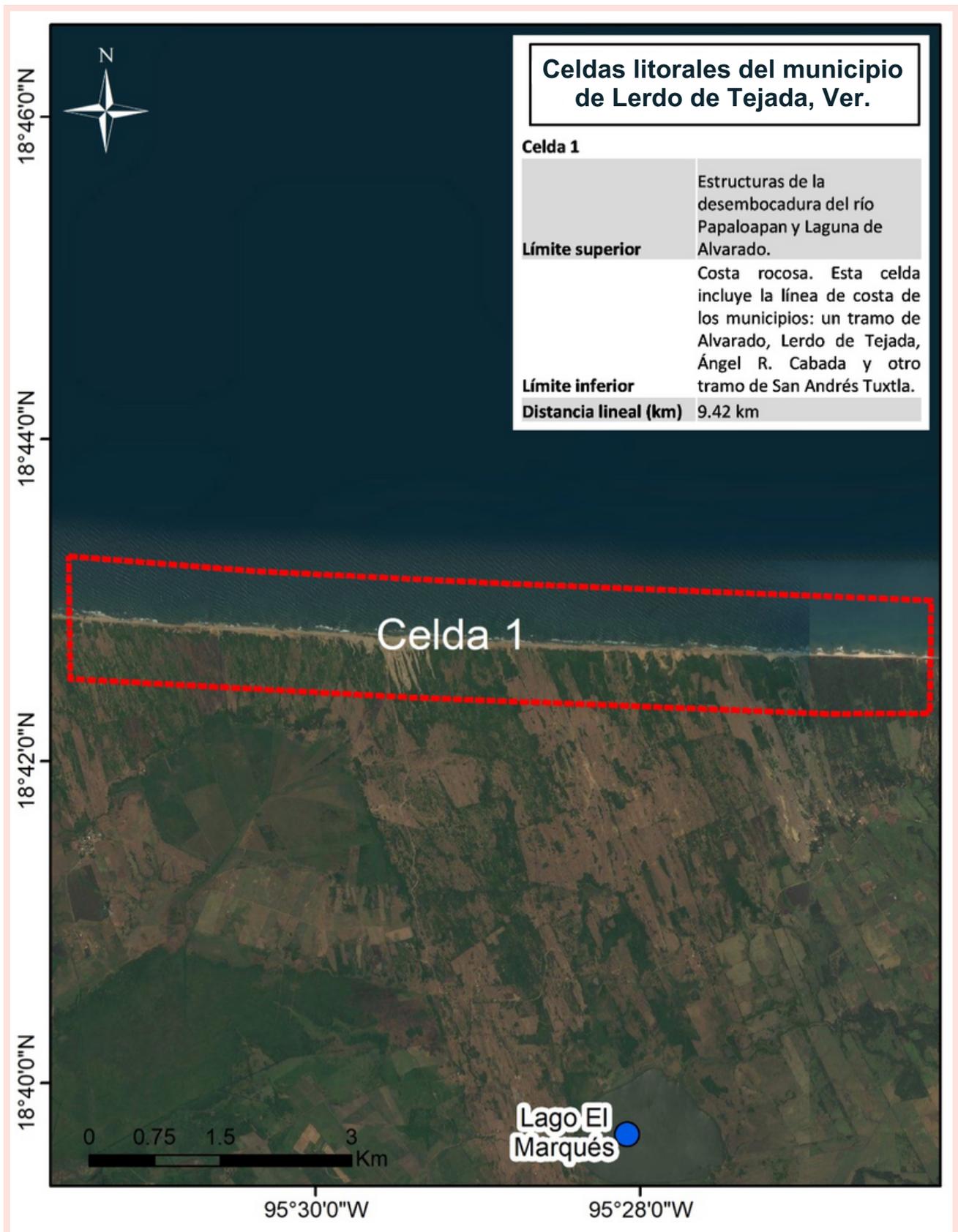


Figura 3. Celdas litorales del municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz.

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 Lerdo de Tejada 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 Lerdo de Tejada se presentan en el Cuadro 3.

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

Pleamar Máxima Registrada	1.13
Nivel de Pleamar Media Superior	0.43
Nivel de Pleamar Media	0.40
Nivel Medio del Mar	0.29
Nivel de Bajamar Media	0.12
Nivel de Bajamar Media Inferior	0.00
Bajamar Mínima Registrada	-0.49



Fotografía: Vinisa Romero

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	0.05	0.02	1.28
5	0.12	0.10	1.40
10	0.18	0.14	1.47
15	0.21	0.16	1.50
20	0.24	0.17	1.54
25	0.26	0.18	1.57
30	0.27	0.19	1.60
40	0.30	0.20	1.63
50	0.32	0.21	1.66
100	0.39	0.24	1.74



Fotografía: Vinisa Romero

Municipio Lerdo de Tejada (95.25°W, 19.50°N)

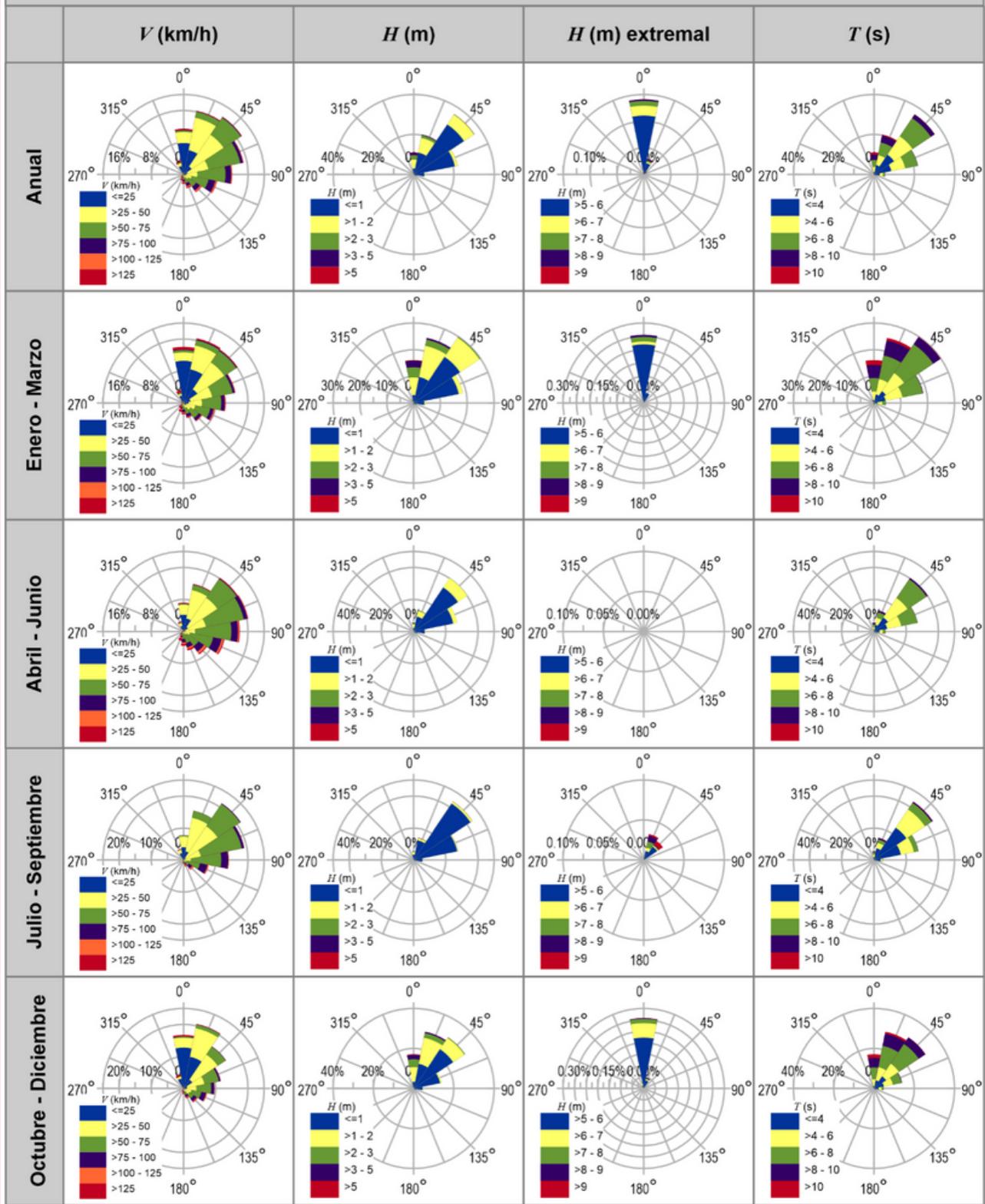


Figura 4. Rosas de viento y oleaje anual y estacional.

CARACTERÍSTICAS DE LA COSTA

El municipio de Lerdo de Tejada tiene una elevación promedio de 39.2 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona este alcanzando los 130.40 m s.n.m. (franja de 7 km) (Figura 5), correspondiente al perfil 10 (Figura 6a-b). Los perfiles que se

muestran en dichas figuras se extienden a lo largo de siete kilómetros tierra adentro y muestran una topografía muy heterogénea que da lugar a hábitats muy distintos para flora y fauna. Ello también muestra de manera indirecta la enorme cantidad de arena que se ha acumulado en la zona para formar dunas (Figura 5).

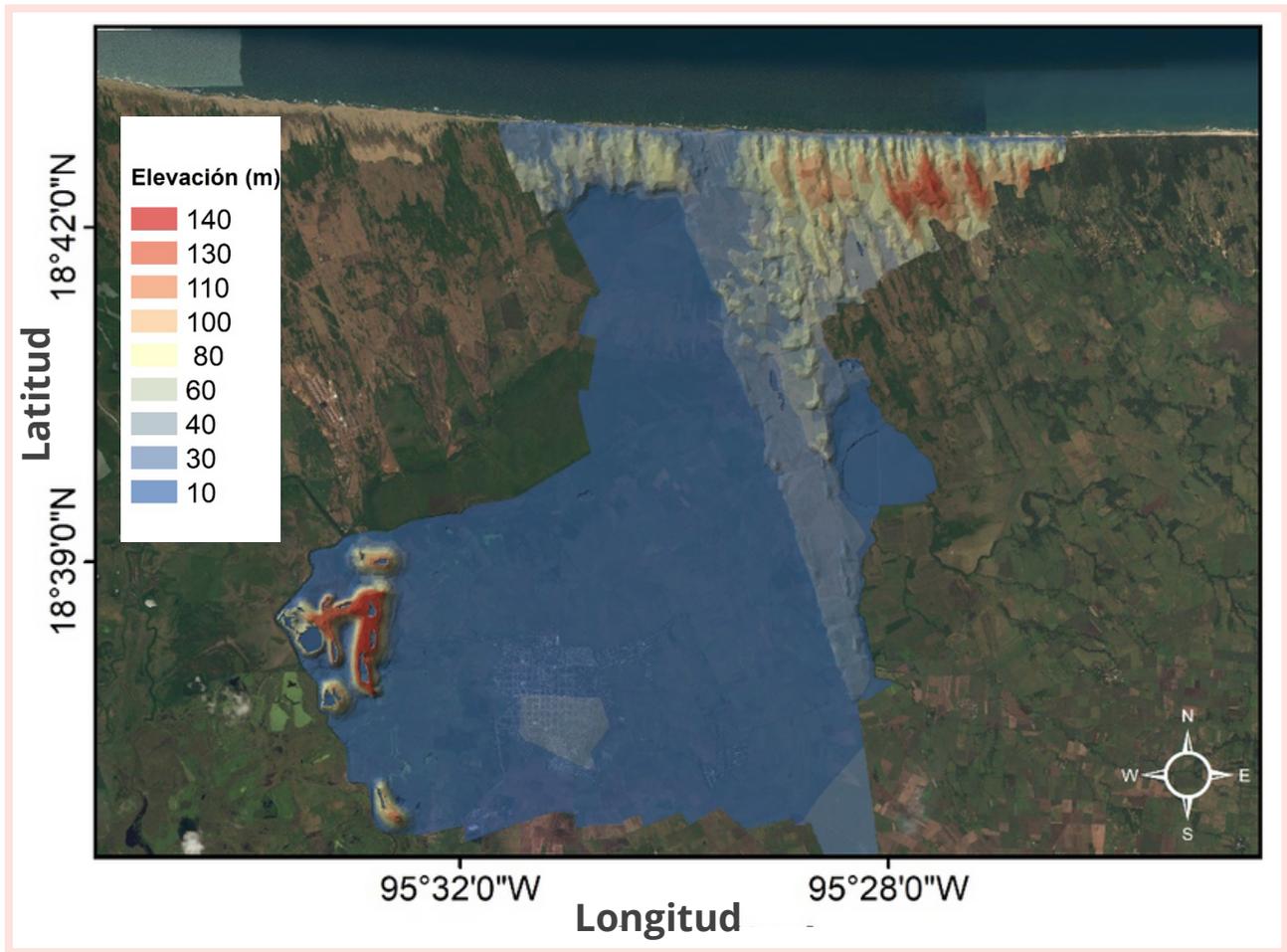


Figura 5. Relieve del terreno en el municipio de Lerdo de Tejada. Se muestran las mayores elevaciones en color rojo y las zonas más bajas en azul.



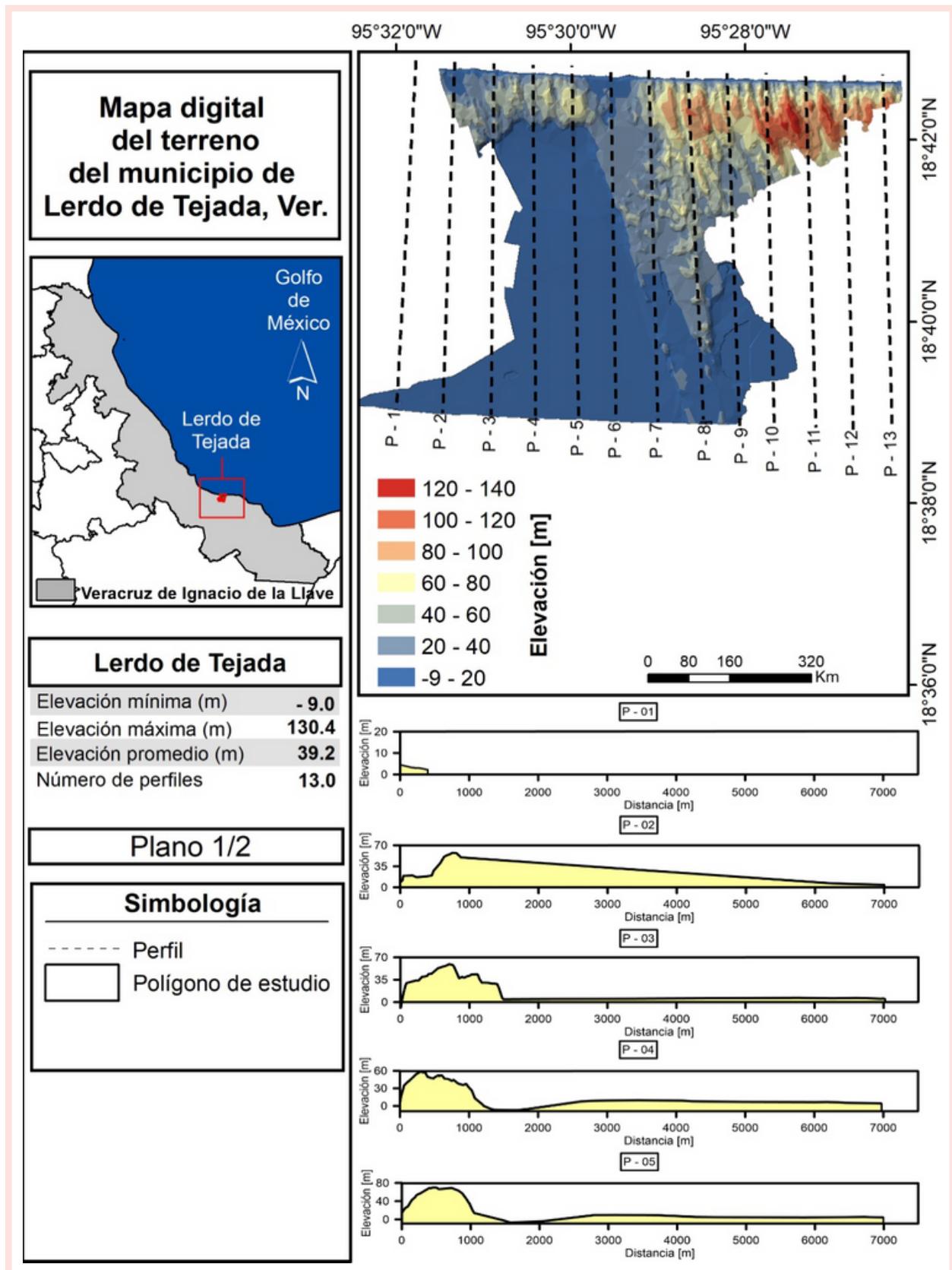


Figura 6a. Mapa digital del terreno y perfiles del terreno (1 a 13) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia es referente a la longitud de los perfiles.

Mapa digital del terreno del municipio de Lerdo de Tejada, Ver.



Lerdo de Tejada

Elevación mínima (m)	- 9.0
Elevación máxima (m)	130.4
Elevación promedio (m)	39.2
Número de perfiles	13.0

Plano 2/2

Simbología

-----	Perfil
□	Polígono de estudio

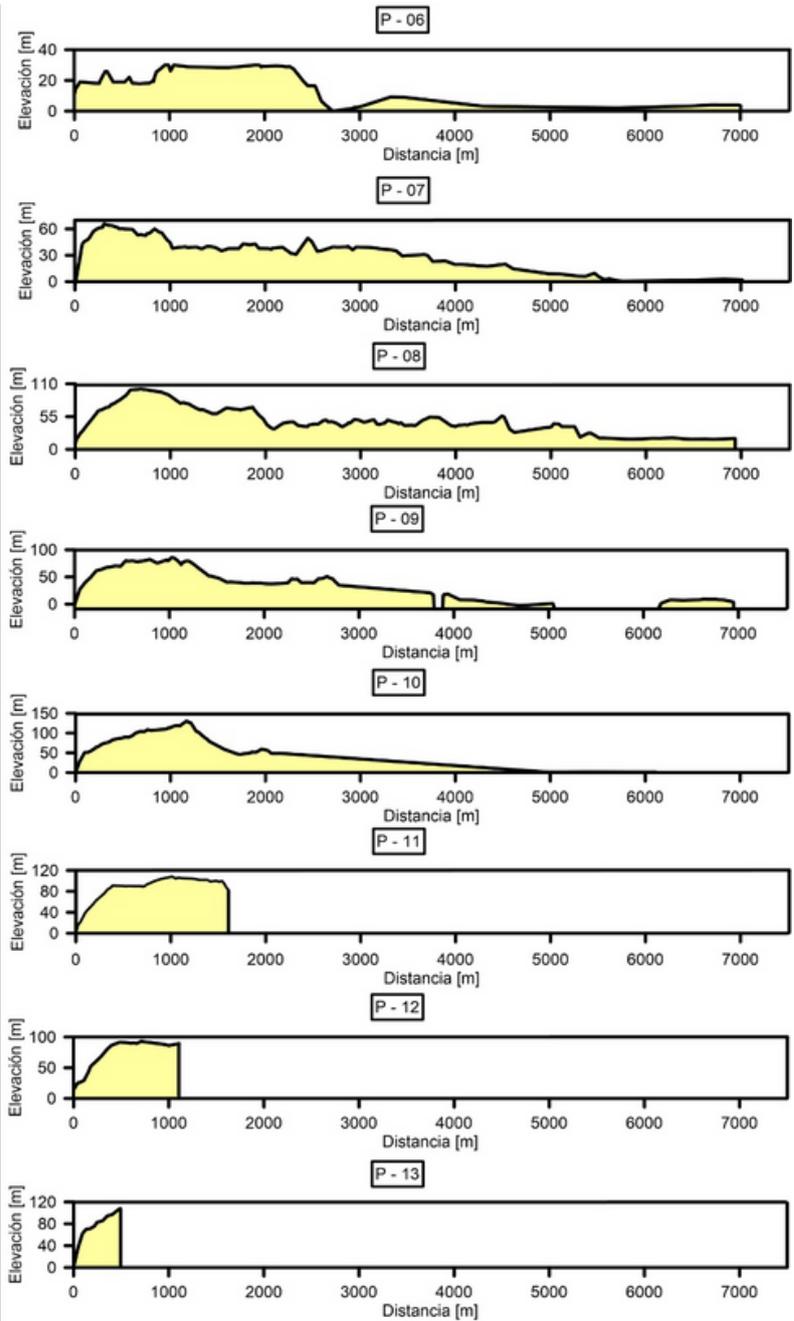


Figura 6b. Perfiles del terreno (6 al 13) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra.

En total, la línea de costa cubre una distancia de 9.42 km. No existen muestras de arena de la costa de este municipio por lo que no se cuenta con esta caracterización para el municipio.

En cuanto a los escurrimientos, no existen ríos que desemboquen en la costa de Lerdo de Tejada, sin embargo, tierra adentro, los ríos Prieto y San Agustín hacen presencia. El río Prieto desemboca al este en el municipio de Ángel R. Cabada y tiene como afluentes seis pequeños ríos que bajan de la Sierra de San Martín tales como: Chancarro, Tulapilla, Cinapa, Michapan, La Mojarra y Bejucal (Figura 7). En la franja costera de este municipio se ubica el Lago El Marqués.

Dentro del municipio de Lerdo de Tejada, se localiza una estación climatológica (30216), la cual se encuentra operando, 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. El intervalo de precipitación es de 2,000 a 2,500 mm, y la temperatura promedio anual fluctúa entre 24 y 28°C, según el Sistema de Información Municipal del Gobierno del Estado de Veracruz (2019).

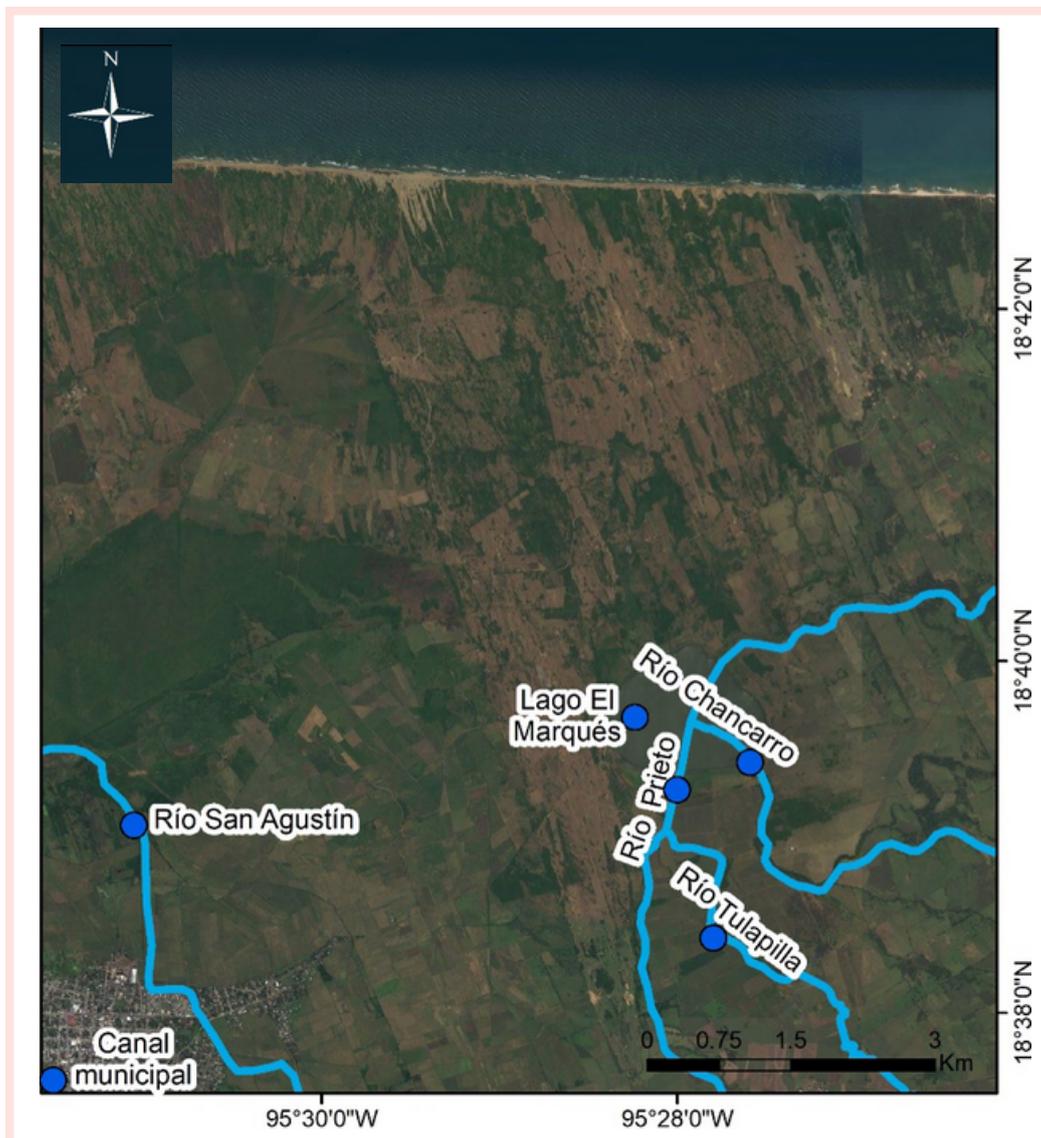


Figura 7. Ríos perennes e intermitentes del municipio de Lerdo de Tejada.

INFRAESTRUCTURA Y ALTERACIONES EN LAS FUENTES DE SEDIMENTO

En este municipio no hay presas con influencia en la zona costera y no se detectó la existencia de obras civiles sobre la costa. A lo largo de la costa, el transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de este hacia el oeste (Figura 6). En todas las playas de este municipio se presenta una alimentación de arena hacia los sistemas dunares inducido por el efecto combinado de deposición sedimentaria en la zona de lavado por el oleaje; cuando la marea baja, el sol seca los sedimentos y es entonces que inicia el transporte de las arenas por el efecto del viento. Este material sedimentario viaja tierra adentro, una proporción importante de él queda atrapado en la vegetación y se fija por el efecto de esta. El sedimento que no queda atrapado es capaz de viajar hacia 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 al establecimiento de vegetación que muchas veces es introducida para disminuir el movimiento de la arena. Considerando que en general el sistema está poco alterado se menciona lo siguiente:

- La acumulación de sedimentos en la zona costera se presenta con la existencia de dunas semimóviles con poca vegetación y parabólicas, que se extienden a lo largo de todo su litoral ocupando una superficie aproximada de 22.6 km² y que van de los 10 hasta los 140 m de altura (SEDESOL, 2011).
- Lerdo se encuentra asentado sobre depósitos sedimentarios transportados y depositados por los ríos y el viento. En las zonas de baja altitud que van hasta los 10 m s.n.m., se forma un relieve plano, en donde se deposita la mayoría del material transportado por las corrientes de agua desde las zonas con mayor elevación (SEDESOL, 2011).

Para comprobar las tendencias erosivas se realizó un análisis de la evolución espacio-temporal de la línea de costa. En las Figuras 8 y 9 se muestran gráficas del desplazamiento de la línea de costa y la tasa de erosión, respectivamente, calculadas a partir de la digitalización de la línea de costa de imágenes satelitales de Google Earth para los años 2005, 2010 y 2019.



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, 7 y 9, debido a la basculación de la línea de costa que forma "surf-shoaling zones" (Figura 6a-c). La mayor erosión está en el perfil 3 con 27.2 m de retroceso de línea de costa (Figura 8). Por otro lado, las mayores variaciones se presentan en el perfil 4 que corresponde con la acumulación de arena para formar una barra en donde la playa ha crecido 44.2 m (Figura 8). En general, las tasas de erosión van desde los 0.4 m/año hasta tasas de erosión de 5 m/año. En resumen, los desplazamientos de la línea de costa del municipio de Lerdo de Tejada indican desplazamientos tanto de erosión como de acreción por efecto de la dirección del oleaje.

ASPECTOS RELEVANTES EN LA DINÁMICA SEDIMENTARIA

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.

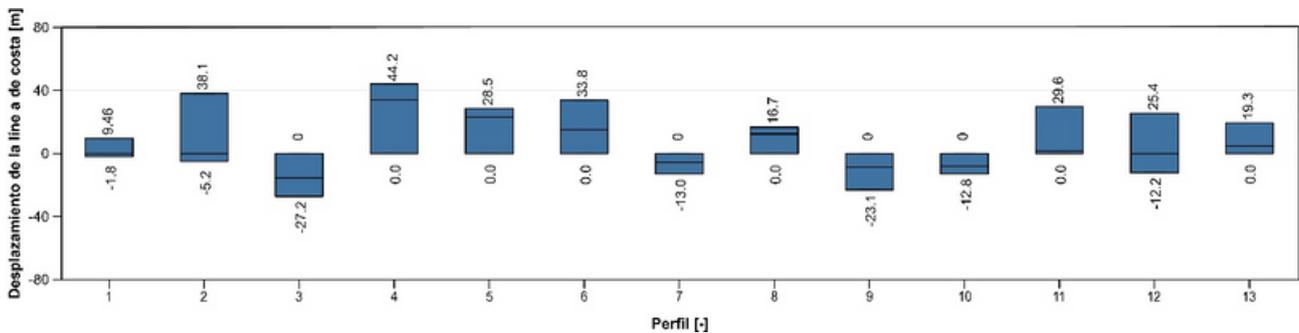


Figura 8. Desplazamiento de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 6 para el Municipio de Lerdo de Tejada (de izquierda a derecha: sur a norte).

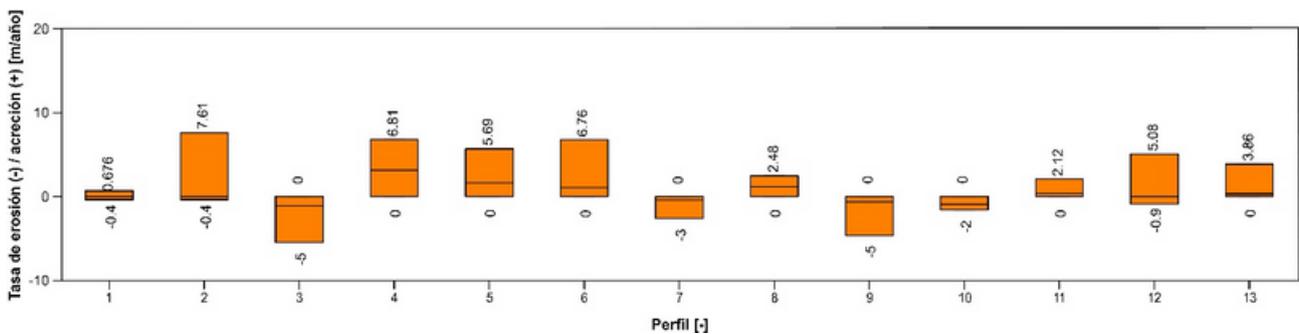


Figura 9. Tasa de erosión / acreción de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 6 para el municipio de Lerdo de Tejada (de izquierda a derecha: sur a norte).

Capítulo 3.

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

TIPOS DE VEGETACIÓN

De acuerdo con el INEGI (2013), más del 80 % de la superficie del municipio es utilizada por actividades agropecuarias. El cultivo de pastizales es el principal uso con 44.64 % de la superficie del municipio; la agricultura ocupa el 37 %. Los asentamientos humanos, en conjunto con la zona urbana, no supera el 4 %.

La vegetación natural está compuesta principalmente por tular (8.26 %) y vegetación de dunas costeras (Figura 10, Cuadro 5).

En la franja costera, la distribución de los tipos de uso de suelo, natural o transformado, es muy similar. Alrededor de tres cuartas partes de la superficie es utilizada por actividades agropecuarias. Al igual que todo el municipio, la vegetación de tular y vegetación de dunas costera son los remanentes de vegetación natural aún conservados. Es importante destacar, que los asentamientos humanos, no ocupan mucha superficie.

Cuadro 5. Superficie ocupada por los diferentes tipos de usos de suelo a nivel municipal y en la franja costera

Tipo de uso de suelo	% superficie municipal	% superficie en franja costera
Transformado		
Agricultura de temporal	36.64	8.53
Pastizal cultivado	30.42	33.77
Asentamientos humanos	4.08	0.0
Total transformado	71.14	42.31
Natural		
Tular	14.01	20.49
Vegetación de dunas costeras	3.99	11.34
Sin vegetación aparente	0.51	1.46
Vegetación secundaria arbustiva de dunas costeras	8.47	24.07
Cuerpo de agua	1.88	24.07
Total natural	28.86	57.69

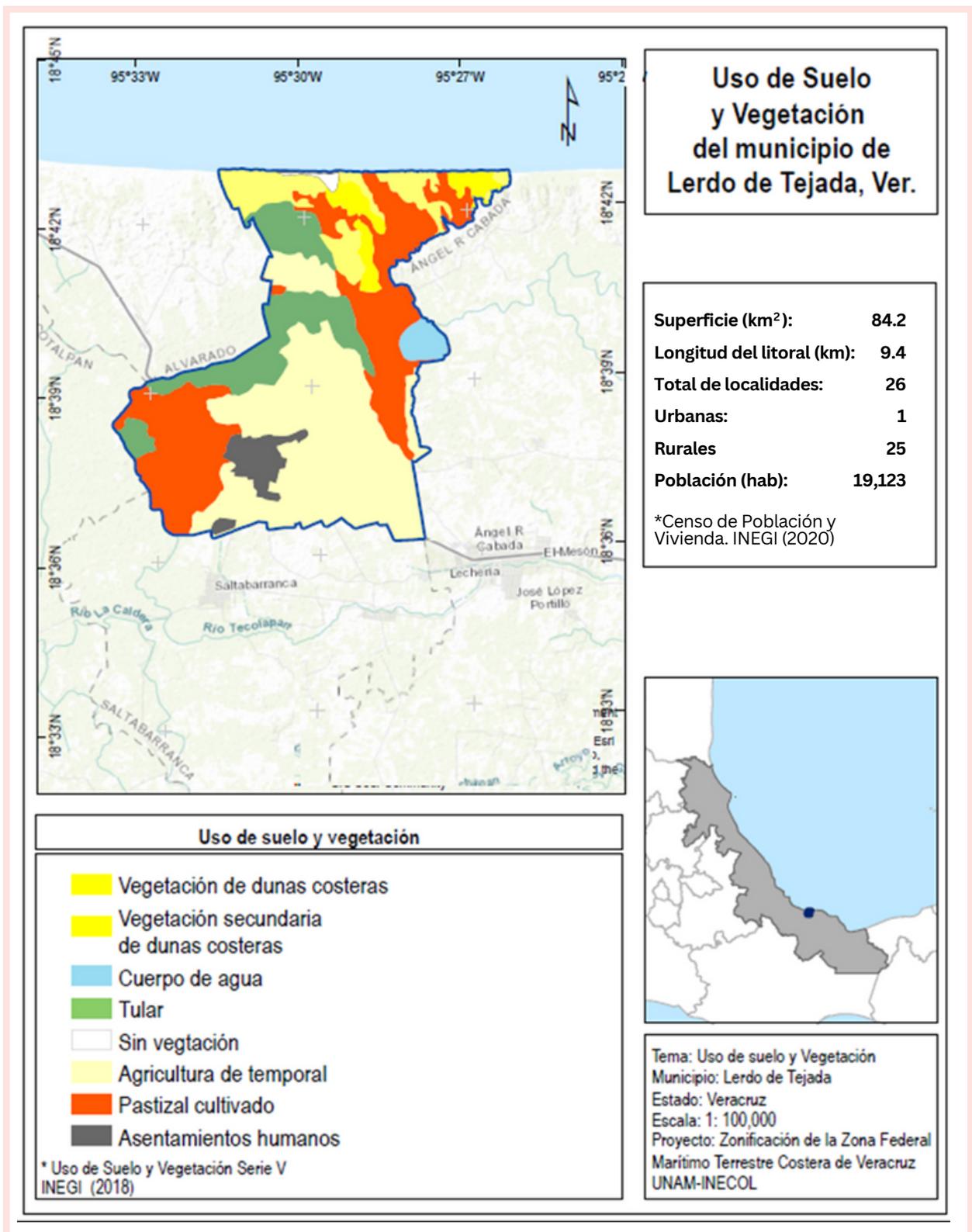


Figura 10. Distribución de los usos de suelos y tipos de vegetación del municipio de Lerdo de Tejada, Ver.

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).

El litoral costero de Lerdo de Tejada está constituido principalmente por playas arenosas, de pendiente suave. Este litoral está expuesto al impacto de eventos meteorológicos de gran magnitud que erosionan las playas, formando escarpes o cantiles de playa, que han permitido el avance de la línea de costa, en dirección tierra adentro, y una constante evolución de la línea de costa. No obstante, la dinámica sedimentaria playa-duna, y la no existencia de infraestructura costera, permiten la constante recuperación del sedimento en las playas del municipio.

De acuerdo con la clasificación de dunas costeras de Jiménez-Orocio *et al.* (2015), la superficie de dunas costeras del municipio de Lerdo de Tejada suma alrededor de 23.12 km². Todas son dunas parabólicas estabilizadas (Figuras 11 y 12). Dado de que se trata de dunas costeras consolidadas y que su superficie está

cubierta por vegetación, han sido deforestadas y utilizadas para actividades agropecuarias. No obstante, en la zona inmediata a la línea costera aún se pueden encontrar dunas bien conservadas de gran altitud (más de 30 m s.n.m.).

En el municipio destacan una lengüeta arenosa que se extiende, en forma de parábola (duna parabólica), 10 km tierra adentro. Este sistema de dunas parabólicas costeras fue el primero en ser descrito, geomorfológicamente, por Coll de Hurtado en 1968, para el estado de Veracruz. La autora describe esta parte del sistema de dunas de la costa de Lerdo de Tejada como cordones litorales arenosos constituidos por dunas vivas (móviles), semifijas, fijas y dismanteladas (deforestadas y utilizadas para uso agropecuario). En la parte central del litoral del municipio se pueden observar dunas móviles que han ido avanzando sobre dunas ya estabilizadas (Figura 11). La movilidad de estas dunas puede deberse a disturbios antropogénicos (deforestación y/o excavación) o a eventos naturales donde la magnitud del viento remueve la vegetación y forma canales de erosión.



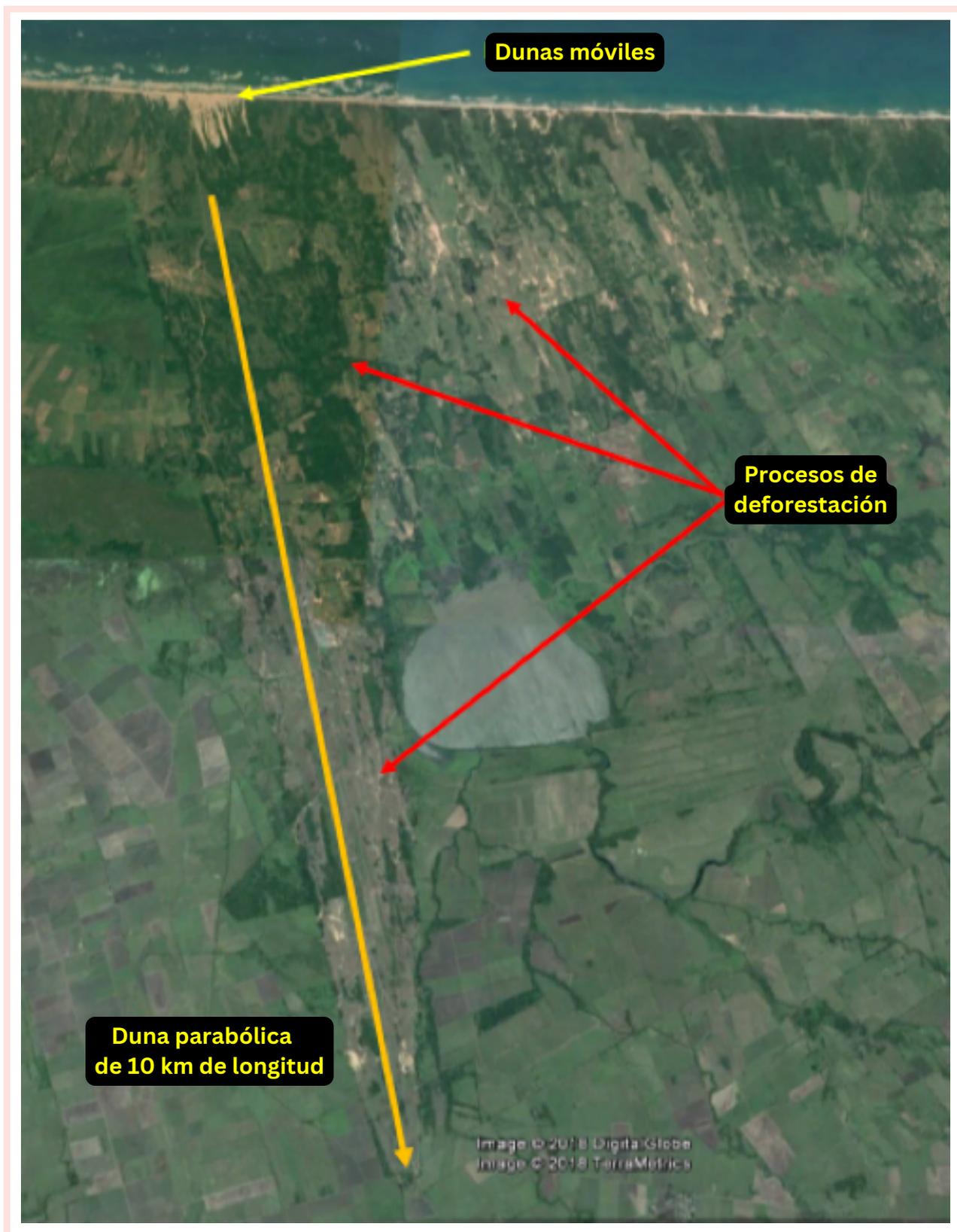


Figura 11. Características de las dunas costeras de Lerdo de Tejada, Ver.

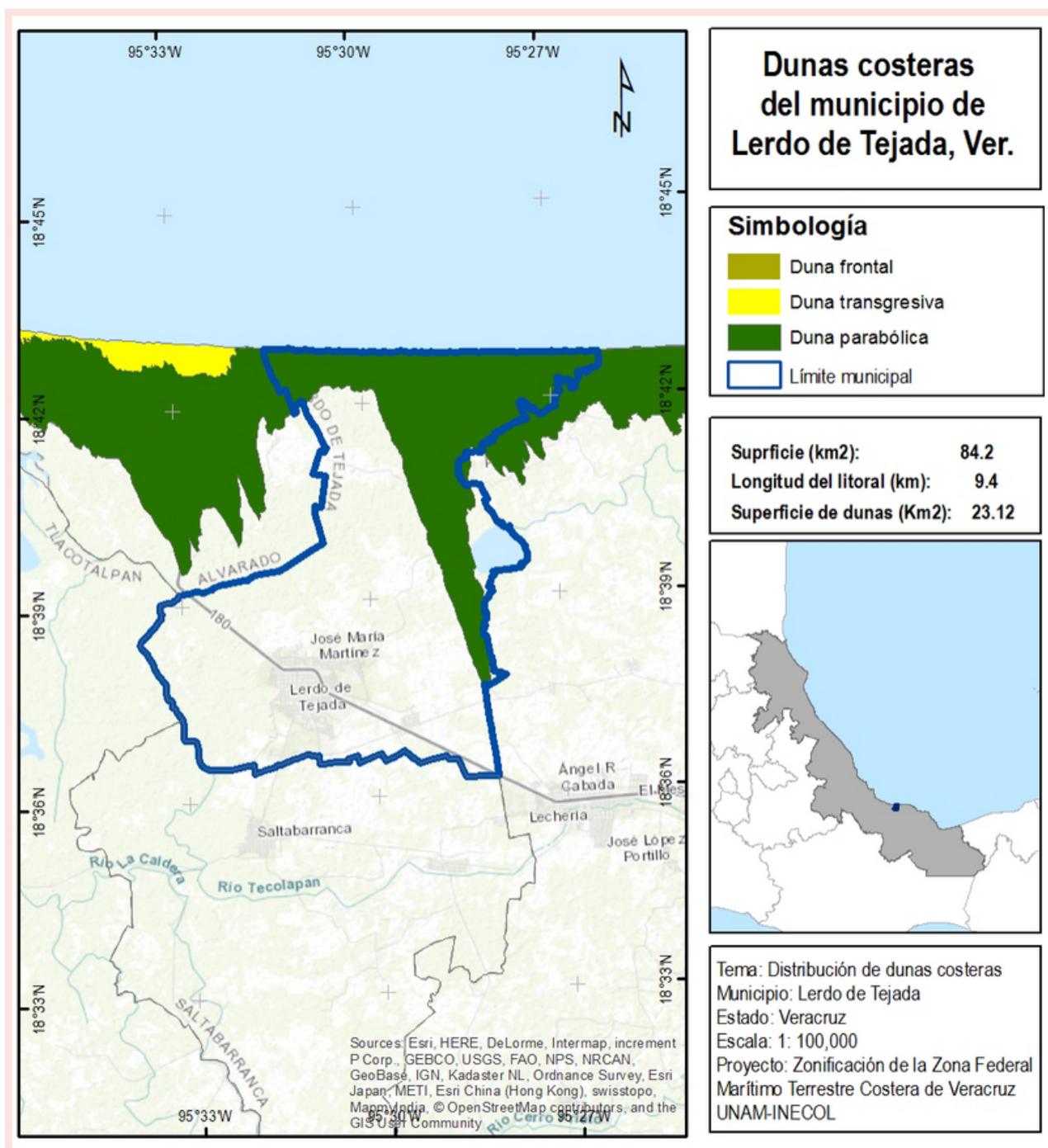


Figura 12. Características de las dunas costeras de Lerdo de Tejada, Ver.

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 6). Los datos indican que las dunas parabólicas

son las más abundantes y que éstas están en un estado de conservación considerado como malo, con excepción de una pequeña zona de dunas parabólicas móviles que están sobre la costa, detrás de la playa (Cuadro 7).

Cuadro 6. Características de los diferentes estados de conservación en que fueron clasificadas las dunas costeras de México.

Estado de conservación		Características
	Muy bueno	Natural, sin disturbios aparentes
	Bueno	Fragmentado por carreteras, brechas, accesos
	Regular	Presencia de actividades pecuarias
	Malo	Actividades agropecuarias acompañadas por asentamientos humanos dispersos
	Muy malo	Totalmente antropizado, con asentamientos urbanos en más del 75 % de la superficie.

Cuadro 7. Superficie (ha) que ocupa cada una de las categorías del estado de conservación de los distintos tipos de dunas del municipio de Lerdo de Tejada.

Tipos de dunas	Movilidad	Estado de conservación (Superficie ha)					Total
		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
Duna parabólica	Móvil	-	115	-	-	-	115
	Estabilizada	-	-	-	2,196	-	2,311
%	100	-	115	-	2,196	-	2,311

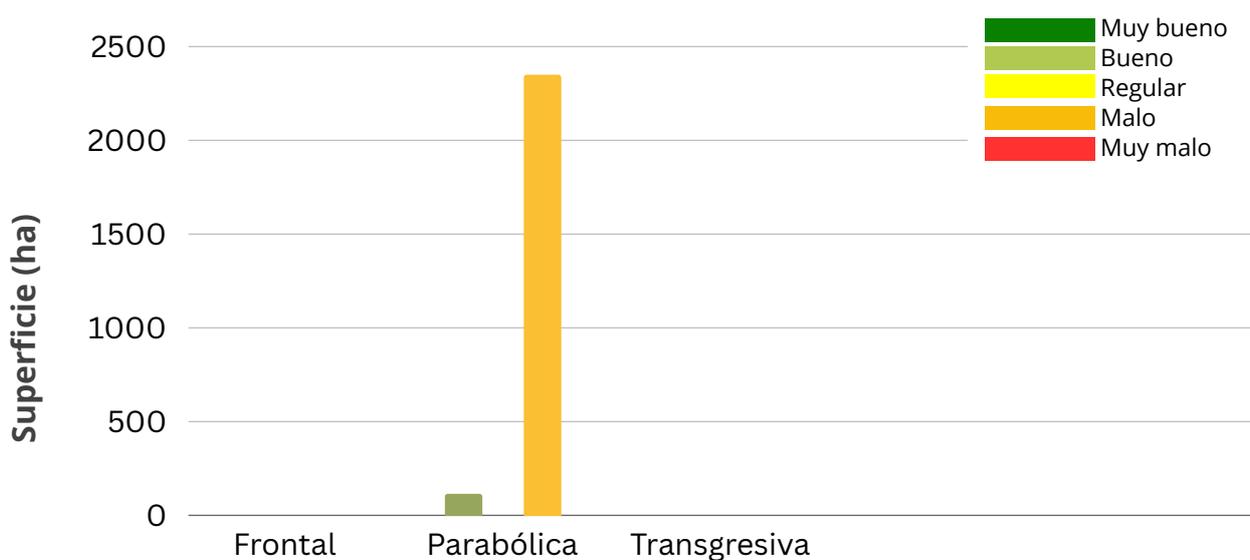


Figura 13. Estado de conservación por tipo de duna presente en el municipio de Lerdo de Tejada.

ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA COSTERA

En 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 105 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 nictitans*, *Ipomoea alba*, *Croton glandulosus*, así como algunas especies de humedales como: *Cyperus articulatus*, *Cyperus rotundus*

Además, entre la vegetación característica de comunidades secundarias se puede encontrar: *Mimosa pudica*, *Lippia nodiflora*, *Waltheria indica*, y especies de selva baja como *Coccoloba barbadensis*, entre otras.

Las características particulares de las especies vegetales representativas de playas y dunas más importantes en el municipio de Lerdo de Tejada se presentan en el Cuadro 8. 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](http://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 8, 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 8, 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 8. Listado de especies vegetales más importantes registradas a la fecha, que crecen principalmente en las playas y dunas del municipio de Lerdo de Tejada. 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)
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 amarillo (<i>Cyperus esculentus</i>)	Hierba 	Playa, Pastizal, Vegetación herbácea de humedales, Bosque ribereño, Cultivos, Ruderal.	C, S	IUCN (LC)
	Coyolillo gigante, popote y cañita (<i>Cyperus giganteus</i>)	Hierba 	Popales, Tulares, Carrizales, Charcas, Potreros inundados.		
	Coquillo rojo (<i>Cyperus rotundus</i>)	Hierba 	Pastizal, Vegetación herbácea de humedales, Selva inundable, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño.	C, O	IUCN (LC)

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
Fabaceae	Zarza negra, zarza diente de perro (<i>Mimosa pigra</i>)	Arbusto 	Humedales de agua dulce, Maleza en terrenos inundables perturbados por ganado.		IUCN (LC)
	Sensitiva, dormilona (<i>Mimosa pudica</i>)	Hierba 	Pastizal, Vegetación herbácea de humedales, Potrero, Ruderal, Cultivos.	C, O	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)
Poaceae	Lambedora, hierba de arroz (Homalocenchrus hexandrus, <i>L. ligularis</i>)	Pasto 	Popales, Tulares en canales de irrigación, Charcas y Cultivos de arroz.		IUCN (LC)
Pontederiaceae	Platanillo, flor de pantano (<i>Pontederia sagittata</i>)	Hierba 	Popal, Orilla de lagos y ríos de corriente lenta.		
Salviniaceae	Oreja de ratón (<i>Salvinia minima</i>)	Hierba flotante 	Aguas dulces estancadas o de corriente lenta.		

DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN DE MANGLARES

En el municipio de Lerdo de Tejada no se tiene registro de vegetación de manglar.

CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES

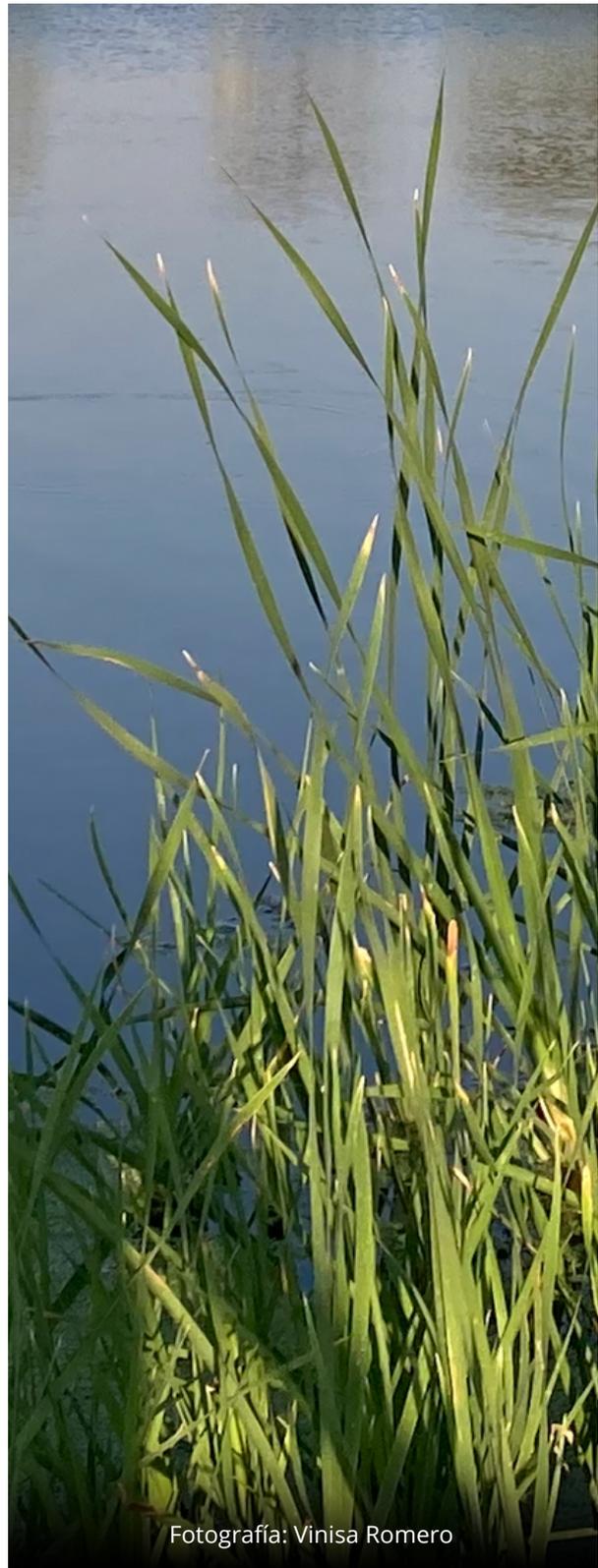
El 8.26 % de la superficie del municipio es ocupada por vegetación de tular, principalmente asociados a la laguna El Marqués, y a lagunas interdunarias ubicadas en el extremo sureste de la lengüeta arenosa (mencionada en la descripción de dunas costeras). La laguna El Marqués tienen una superficie de 1.8 km² (el espejo de agua), que en conjunto con la zona de inundación puede cubrir hasta 4.5 km². Dichas zonas inundables limitan con los sistemas de dunas costeras (Figura 14).

CARACTERIZACIÓN DE LAGUNAS COSTERAS

En el municipio de Lerdo de Tejada no existen lagunas costeras. Por esta razón no se presenta información de calidad del agua ni de fitoplancton.

CARACTERIZACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL

En el municipio de Lerdo de Tejada no se tienen registros de ecosistemas de arrecifes de coral.



Fotografía: Vinisa Romero

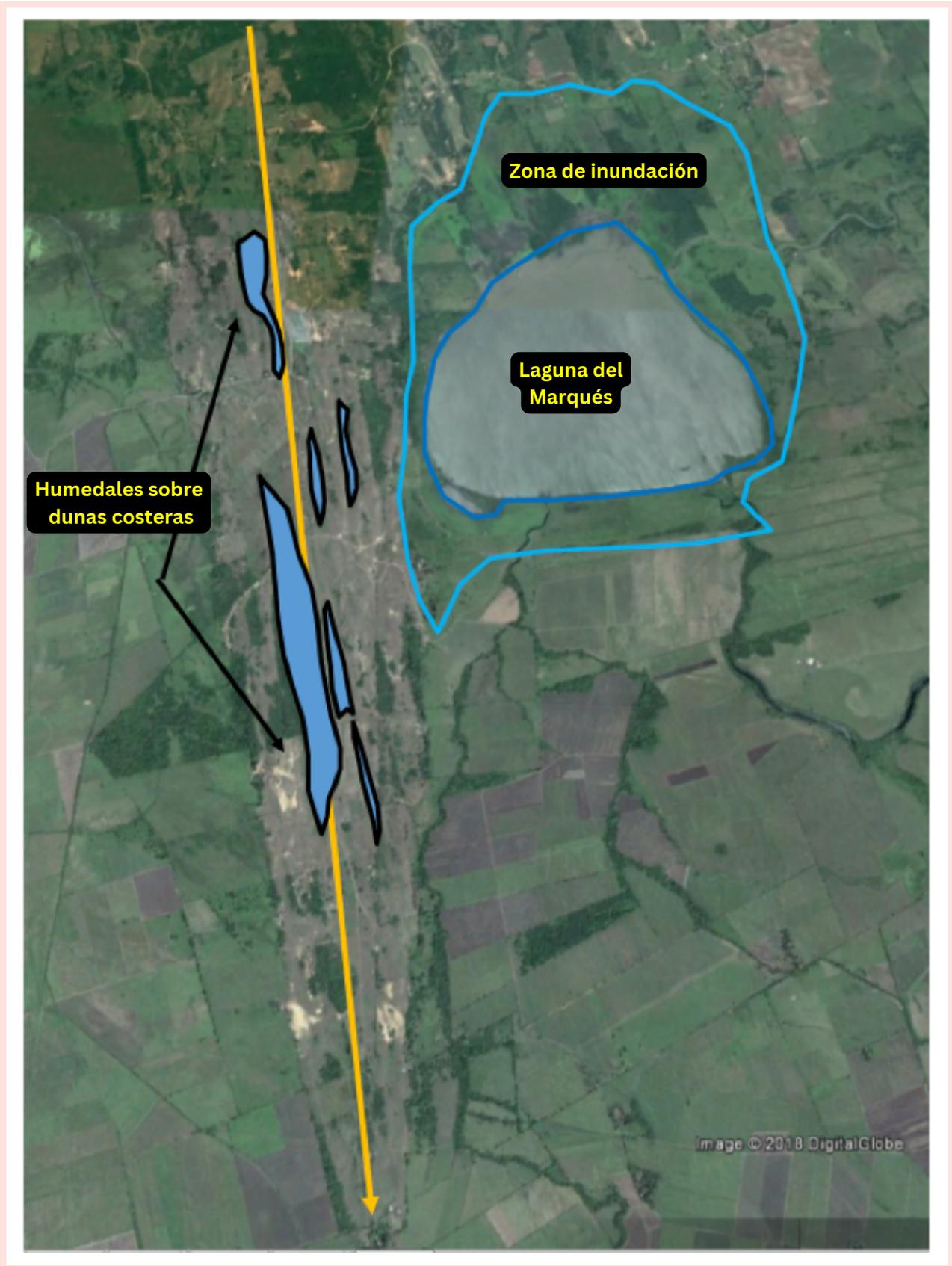


Figura 14. Ubicación de humedales en el municipio de Lerdo de Tejada, Ver.

Capítulo 4.

CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

Esta región se encuentra en una de las zonas más estudiadas y protegidas del estado de Veracruz, ya que forma parte de la cuenca del Papaloapan, dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP 124) los Humedales del Papaloapan, la Región Marina Prioritaria (RMP-50), el Sistema Lagunar de Alvarado, y la Región Hidrológica Prioritaria para la conservación (RHP 79) (llamada Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan) (Arriaga-Cabrera *et al.* 1998, 2000a, 2000b).

PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

Se considera que las dunas del municipio de Lerdo de Tejada están en un estado de conservación principalmente malo (Figura 15). Las dunas costeras que se observan en esta zona abarcan una

superficie de 2,311 ha lo que representa el 2 % del total de dunas costeras del estado. La principal característica es que presentan grandes dunas parabólicas fijas y semifijas con vegetación, que cubre una superficie de manera moderada o total. Existe una pequeña superficie de dunas parabólicas móviles en la zona cercana a la playa. Además de su amplia extensión, un atributo característico del sistema es una larguísima duna parabólica cubierta vegetación, con una longitud total del 10 km desde la línea costa hacia tierra adentro. Las actividades humanas también son fuente de disturbios importantes en la zona y la amenaza principal es la pérdida de vegetación natural para actividades agropecuarias.

Los disturbios y los asentamientos humanos son pocos y dispersos, pero hay numerosas actividades humanas que se realizan sobre las dunas. Por lo anterior, se puede decir que el sistema se encuentra con un estado de conservación mayoritariamente malo, aunque contiene dunas bien conservadas (López-Portillo *et al.* 2011).



Figura 15. Estado de conservación de las dunas costeras del municipio de Lerdo de Tejada, con base en el diagnóstico de Martínez *et al.* (2014).

MANGLARES

No existen manglares en el municipio.

HUMEDALES

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

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



■ Capítulo 5.

DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

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

existentes en la zona. Se debe priorizar la conservación y restauración de los humedales, especialmente de las selvas inundables y popales.

En el Cuadro 9, algunas observaciones que deben considerarse en la toma de decisiones enfocadas en el desarrollo de la zona, y el Cuadro 10 se muestran a manera de semáforo los usos para los que esta costa puede ser apta y no apta. En términos generales, y de acuerdo con las características físicas, geomorfológicas y biológicas, la costa de Lerdo de Tejada se puede zonificar en una gran celda litoral.

Cuadro 9. Síntesis diagnóstica de la zona costera del municipio de Lerdo de Tejada.

OBSERVACIONES

- La línea costa de Lerdo de Tejada forma parte de una celda litoral que limita al norte con la estructura de la desembocadura del río Papaloapan-Laguna de Alvarado y al sur con la costa rocosa.
- El municipio se encuentra asentado sobre depósitos sedimentarios transportados y depositados por los ríos y el viento.
- El litoral costero de Lerdo de Tejada está constituido principalmente de playas arenosas, de pendiente suave.
- La superficie de dunas costeras son en su mayoría dunas parabólicas estabilizadas.
- Forma parte de la cuenca del Papaloapan, dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP 124), los Humedales del Papaloapan, la Región Marina Prioritaria (RMP-50), y la Región Hidrológica Prioritaria para la conservación (RHP 79).

Cuadro 10. Semáforo de acciones para la zona costera del municipio de Lerdo de Tejada, Ver.

SEMÁFORO DE ACCIONES		Celda 1
		Actividades y permisos restringidos para promover la conservación y restauración de los ecosistemas degradados que ofrecen importantes servicios ambientales a la sociedad.
VALORES	GEOMORFOLÓGICOS	Alta restricción: zona de grandes extensiones de dunas que amortiguan el impacto de tormentas.
	ECOLÓGICOS	Alta: Baja cobertura vegetal con especies endémicas. Contiene relictos de selva y matorral costero sobre dunas.
PROBLEMÁTICA	EROSIÓN	Baja: la mayor parte de la costa se encuentra en un equilibrio dinámico estable.
	ASENTAMIENTOS AFECTADOS	Bajo.
	INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN	Nulo.

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

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

de la colección. 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:

- Apto para nadar, con precauciones en invierno o en presencia de ciclones tropicales y 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:

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

ZONA DE PLAYA Y DUNAS PARABÓLICAS

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Restaurantes rústicos y permanentes, hotelería, asentamientos urbanos.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Restaurantes móviles sobre la playa y deportes de playa.

MANEJO - APTO:

- Delimitar la zona bajo administración de ZOFEMAT tomando en cuenta las tasas de erosión y haciendo público el resolutivo.
- Se permite construcción de infraestructura de material degradable y piloteadas (Ej: casas tipo palafito o andadores) por detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas.
- Se procurará que la orientación de las construcciones disminuya la superficie de choque del viento. Se recomienda orientarlas en sentido que genere la mínima resistencia al viento (norte-sur).
- Establecer accesos a la playa e inscribirlos en actas en el cabildo municipal.

MANEJO - NO APTO:

- Debido a la presencia de erosión, la playa no es apta para construcción en los primeros 20 m de zona federal.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Tránsito vehicular por la playa o estacionarse en la misma.
- Aplanamiento de la playa.

CONSERVACIÓN Y/O RESTAURACIÓN:

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

PROTECCIÓN

- La presencia de la duna parabólica más larga del país y las especies endémicas requieren ser protegidas, por el valor geomorfológico y ecológico.

HUMEDALES DE AGUA DULCE

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Pastoreo

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

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

MANEJO - APTO

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

MANEJO NO APTO:

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

RESTAURACIÓN

- Se deben impulsar acciones de restauración de 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 y andadores elevados.
- Promover la reforestación con especies nativas en la orilla de los ríos.

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.
- No se permite ningún tipo de construcción temporal y/o permanente en el campo de dunas parabólicas, debido a los riesgos para la infraestructura y la población.
- Las construcciones sobre la playa deben cimentarse sobre pilotes.
- Los humedales arbóreos y herbáceos limpian el agua de escurrimiento y mantienen la calidad de agua de manera que se beneficia la vida silvestre y puede haber actividades recreativas. 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.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga-Cabrera, L., Aguilar, V., Alcocer, J., Jiménez, R., Muñoz-López, E., y Vázquez, E. (coord.). 2000b. Regiones hidrológicas prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga-Cabrera, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., y Loa, E. (coord.). 2000a. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. (<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalización/doctos/terrestres.html>).
- Arriaga Cabrera, L., Vázquez Domínguez, E., González Cano, J., Jiménez Rosenberg, R., Muñoz López, E., & Aguilar Sierra, V. (Eds.). 1998. Regiones prioritarias marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.: 198 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.
- Coll de Hurtado, A. 1968. Estudio Geomorfológico preliminar de la costa veracruzana comprendida entre Alvarado y Punta Puntilla, Ver. *Investigaciones Geográficas*, 1:65-78.
- 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/et/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.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2020. Censo de Población y Vivienda, 2020. INEGI-Dirección General de Geografía. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- 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 Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante-Mata, D., & Rodríguez-Revelo, N. (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.
- Muñoz-López, E., Aguilar-Sierra, V. (coords.). 1998. *Regiones Marinas Prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. (<http://www.conabio.gob.mx>).
- 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. (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>).
- SEDESOL 2011. *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Lerdo de Tejada*, Veracruz 2011. Sedesol. 64 p.
- 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., Flipova, M., Vergiev, S., Petkov, J., Nikolaev, R., de Vries, W., Silva, R., Andreeva, N., Galiatsotou, P., Kirilova, D., Krestenitis, Y., Polonsky, A., Androulidakis, I., Kombiadou, K., Weisse, R., Mendoza, E., Durán, G., Karambas, T., Koftis, T., Prinos, P., Kuznetsov, S., y Saprykina, Y. 2014. Mitigating flood and erosion risk using sediment management for a touristic city: Varna, Bulgaria. En: Zanuttigh, B., Nicholls, R., Vanderlinden, J.P., Thompson, R., y Burcharth, H. (Eds.). *Coastal risk management in a changing climate*. Elsevier, 358-383 pp.
- Villatoro, M., Silva, R., Méndez, F., Zanuttigh, B., Shunqi, P., Trifonova, E., Losada, I., Izaguirre, C., Simmonds, D., Reeve, D., Mendoza, E., Martinelli, L., Bagli, S., Galiatsatou, P., y Eftimova, P. 2014. Flood and erosion at open beaches in a changing climate. *Coastal Engineering*, 87: 50-76pp.

La costa del Municipio de Lerdo de Tejada es parte de una sola celda litoral que tiene una longitud de 9.42 km. El litoral está constituido principalmente por playas arenosas, de pendiente suave, seguidas por un cordón de dunas frontales.

El municipio tiene una elevación promedio de 39.2 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona este alcanzando los 130.4 m s.n.m. El municipio cuenta con una celda litoral la cual es alimentada por los sedimentos del Río Papaloapan que se desplazan por efecto del oleaje, y también por el río Prieto, ubicado en este municipio y el río Gachapa que desemboca en San Andrés Tuxtla. Sus playas son abiertas con una orientación de oeste a este y con la formación de algunos cordones dunares. En la línea de costa del municipio se indican desplazamientos tanto de erosión como de acreción por efecto de la dirección del oleaje. La mayor tasa de erosión registrada fue de 27.2 m/año y la mayor tasa de acumulación de 44.2 m/año.

Las playas del municipio son abiertas con una orientación de oeste a este y con la formación de algunos cordones dunares, seguidos por dunas costeras que se extienden tierra adentro. El municipio se caracteriza por presentar dunas parabólicas estabilizadas, cuya vegetación natural se encuentra muy modificada por actividades agropecuarias. Su estado de conservación es malo. En el municipio destacan una lengüeta arenosa (duna parabólica) que se extiende 10 km tierra adentro.

El 8.26 % de la superficie del municipio es ocupada por vegetación de tular, principalmente asociados a la laguna El Marques, y a lagunas interdunarias ubicadas en el extremo sureste de la duna parabólica de 10 km de longitud.

Dentro de los criterios de priorización de la biodiversidad, el municipio forma parte de la cuenca del Papaloapan, dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP 124), los Humedales del Papaloapan, la Región Marina Prioritaria (RMP-50), y la Región Hidrológica Prioritaria para la conservación (RHP 79).

En general, el estado de conservación de la zona costera de Lerdo de Tejada es malo, con pérdida de vegetación natural para actividades agropecuarias.

Las acciones de restauración, conservación, protección y manejo sostenible deben ser prioritarias.



ISBN: 978-607-8833-09-2

