

**“ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD Y PROGRAMA DE ADAPTACIÓN ANTE LA  
VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN DIEZ DESTINOS  
TURÍSTICOS ESTRATÉGICOS, ASÍ COMO PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ALERTA  
TEMPRANA A EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS”**

**SECCIÓN IX**

**VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO VERACRUZ**



**FONDO SECTORIAL CONACYT-SECTUR  
PROYECTO Clave: 165452**

## SECCIÓN IX. VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO VERACRUZ

### ÍNDICE

<b>I. CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA COSTERA .....</b>	<b>5</b>
1. MORFOLOGÍA DE LA ZONA LITORAL .....	5
2. BATIMETRÍA DE LA ZONA MARINA .....	9
3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS EN LA ZONA LITORAL .....	10
4. CLIMA DEL OLEAJE .....	13
<b>II. AMENAZAS .....</b>	<b>14</b>
1. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	14
2. AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR .....	16
3. EROSIÓN COSTERA .....	17
4. INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA .....	21
5. INUNDACIÓN FLUVIAL .....	22
6. REFRACCIÓN DEL OLEAJE .....	22
<b>III. VULNERABILIDAD FÍSICA .....</b>	<b>24</b>
1. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA .....	24
2. INDICADOR DE INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA .....	28
3. INDICADOR DE INUNDACIÓN FLUVIAL .....	30
4. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA .....	31
<b>IV. VULNERABILIDAD SOCIAL .....</b>	<b>32</b>
MUNICIPIO BOCA DEL RÍO, VERACRUZ .....	32
1. INDICADOR DE GOBERNABILIDAD .....	32
2. INDICADOR DE EXPOSICIÓN .....	33
3. INDICADOR DE PERCEPCIÓN CIUDADANA SOBRE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LAS AUTORIDADES .....	33
4. INDICADOR DE COHESIÓN SOCIAL .....	33
5. INDICADOR DE CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL SECTOR SALUD .....	34
6. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL .....	34
MUNICIPIO DE VERACRUZ .....	36
7. INDICADOR DE GOBERNABILIDAD .....	36
8. INDICADOR DE EXPOSICIÓN .....	36
9. INDICADOR DE PERCEPCIÓN CIUDADANA SOBRE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LAS AUTORIDADES .....	37
10. INDICADOR DE COHESIÓN SOCIAL .....	37
11. INDICADOR DE CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL SECTOR SALUD .....	38
12. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL .....	38
<b>V. PROPUESTA DE PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Textura y composición de los sedimentos de playa del destino turístico de Veracruz.....	11
<b>Tabla 2.</b> Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Veracruz .....	15
<b>Tabla 3.</b> Cambio Porcentual de la Precipitación Media Anual (%) en Veracruz.....	15
Tabla 4. Tasa de erosión/acreción promedio anual del destino turístico de Veracruz.....	17
Tabla 5. Tasa de erosión promedio anual en puntos críticos de mayor erosión del destino turístico de Veracruz .....	19
Tabla 6. Tasa de acreción promedio anual en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Veracruz .....	20
<b>Tabla 7.</b> Variables para la estimación de la inundación causada por marea de tormenta en el destino turístico de Veracruz.....	21
<b>Tabla 8.</b> Parámetros hidrológicos e Indicador de inundación fluvial para el destino turístico de Veracruz .....	22
<b>Tabla 9.</b> Valores de las variables geológicas-geomorfológicas y oceanográficas del destino turístico de Veracruz.....	24
<b>Tabla 10.</b> Valores de ponderación y del índice de vulnerabilidad costera en playas del destino turístico Veracruz ....	25
<b>Tabla 11.</b> Tipo de establecimientos vulnerables a inundación por marea de tormenta para el destino turístico de Veracruz.....	29
<b>Tabla 12.</b> Parámetros para la estimación del indicador de inundación fluvial para el destino turístico de Veracruz...	30
<b>Tabla 13.</b> Índices e indicadores utilizados en la determinación del índice de vulnerabilidad física .....	31
<b>Tabla 14.</b> Índice de Vulnerabilidad Física para el destino turístico Veracruz.....	31
<b>Tabla 15.</b> Instrumentos normativos con los que cuenta el municipio de Boca del Río.....	32
<b>Tabla 16.</b> Indicador de percepción ciudadana para el municipio de Boca del Río .....	33
<b>Tabla 17.</b> Indicador de cohesión social para el municipio de Boca del Río.....	34
<b>Tabla 18.</b> Indicador de capacidad de respuesta del sector salud para el municipio de Boca del Río.....	34
<b>Tabla 19.</b> Índice de Vulnerabilidad Social para el municipio de Boca del Río .....	35
<b>Tabla 20.</b> Instrumentos normativos con los que cuenta el municipio de Veracruz.....	36
<b>Tabla 21.</b> Indicador de percepción ciudadana para el municipio de Veracruz.....	37
<b>Tabla 22.</b> Indicador de cohesión social para el municipio de Veracruz.....	37
<b>Tabla 23.</b> Indicador de capacidad de respuesta del sector salud para el municipio de Veracruz.....	38
<b>Tabla 24.</b> Índice de Vulnerabilidad Social para el municipio de Veracruz .....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización de las playas monitoreadas en el destino turístico de Veracruz.....	6
<b>Figura 2.</b> Topografía de la playa frente al Acuario en el destino turístico de Veracruz.....	6
<b>Figura 3.</b> Topografía de la playa frente al Hotel Camino Real en el destino turístico de Veracruz .....	7
<b>Figura 4.</b> Topografía de la playa Mocambo en el destino turístico de Veracruz .....	7
<b>Figura 5.</b> Topografía de la playa Boca del Río Norte en el destino turístico de Veracruz.....	8
<b>Figura 6.</b> Topografía de la playa Boca del Río Sur en el destino turístico de Veracruz.....	8
<b>Figura 7.</b> Perfiles batimétricos de la línea de costa hacia mar adentro, en el destino turístico de Veracruz .....	9
<b>Figura 8.</b> Batimetría de la zona de estudio en Veracruz .....	10
<b>Figura 9.</b> Tipo de sedimentos de las playas del destino turístico de Veracruz.....	12
<b>Figura 10.</b> Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Veracruz.....	15
<b>Figura 11.</b> Rango de cambio en la Precipitación Media Anual (%) en Veracruz .....	16
<b>Figura 12.</b> Gráfica del cambio del nivel del mar en cm, de 1990 a 2100.....	16
<b>Figura 13.</b> Puntos críticos de mayor erosión y acreción en el destino turístico de Veracruz .....	18
<b>Figura 14.</b> Tasa de erosión en puntos críticos del destino turístico de Veracruz.....	19
<b>Figura 15.</b> Tasa de acreción en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Veracruz.....	20
<b>Figura 16.</b> Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en el destino turístico Veracruz .....	21
<b>Figura 17.</b> Comportamiento de ortogonales de oleaje más frecuente en Veracruz, provenientes de la dirección E, con periodo de 7 segundos .....	23
<b>Figura 18.</b> Comportamiento de ortogonales de oleaje en Veracruz, provenientes de la dirección E, con periodo de 20 segundos, asociado a huracanes .....	23
<b>Figura 19.</b> Índice de vulnerabilidad costera en la playa de Acuario del destino turístico de Veracruz .....	26
<b>Figura 20.</b> Índice de vulnerabilidad costera en la playa Hotel Camino Real del destino turístico de Veracruz .....	26
<b>Figura 21.</b> Índice de vulnerabilidad costera en la Playa Mocambo del destino turístico de Veracruz .....	27
<b>Figura 22.</b> Índice de vulnerabilidad costera en la playa de Boca del Río Norte del destino turístico de Veracruz.....	27
<b>Figura 23.</b> Índice de vulnerabilidad costera en la playa de Boca del Río Sur del destino turístico de Veracruz .....	28
<b>Figura 24.</b> Número de establecimientos, según los servicios que brindan, acumulados en el rango de 0 a 7 m de altura, vulnerables a inundación por marea de tormenta para el destino turístico de Veracruz .....	29
<b>Figura 25.</b> Áreas de inundación fluvial del río Jamapa en el destino turístico de Veracruz.....	30



## SECCIÓN IX. VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO VERACRUZ

### I. CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA COSTERA

La zona litoral es uno de los ambientes más dinámicos y complejos que se tienen en nuestro planeta, donde se conjugan factores geológicos, oceanográficos, biológicos, meteorológicos y antropogénicos. Actualmente el cambio climático juega un papel importante en este ambiente debido al aumento del nivel medio del mar y al incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Lo anterior conlleva diferentes amenazas como son la erosión costera, las inundaciones causadas por marea de tormenta y por el desbordamiento de ríos durante lluvias extremas, entre otros. Estas amenazas impactan en el ambiente, en la población y sobre las diferentes actividades económicas de las zonas costeras, lo cual hace que sea necesario el estudio de la dinámica costera, para así poder determinar aquellas medidas de adaptación al cambio climático que reduzcan la vulnerabilidad.

#### 1. MORFOLOGÍA DE LA ZONA LITORAL

La superficie de Veracruz y Boca del Río es plana, sin elevaciones notables, y con porciones bajas inundables. En esta zona se ubica un cordón litoral, donde se encuentran extensos campos de dunas, y una serie de planicies inundables y lomeríos que corresponden a deltas antiguos. La zona costera está sujeta a una influencia marina directa, a través de las acciones de vientos y corrientes de deriva litoral que transportan sedimentos, y que son depositados o removidos del litoral. Las playas en este destino tienen una amplitud promedio de 28 m, con una pendiente del 3.19% y una altura promedio de 1.3 m.

En Veracruz se realizó un monitoreo que abarcó desde la entrada del puerto, a la desembocadura del río Jamapa. Se levantaron cinco playas representativas: 1) frente al Acuario, 2) Hotel Camino Real, 3) Mocambo, 4) Boca del Río Norte y 5) Boca del Río Sur (Figura 1).



Figura 1. Localización de las playas monitoreadas en el destino turístico de Veracruz

La playa del Acuario (Figura 2) es muy plana, con un altura promedio de un metro, y una pendiente de 1.9%. Se observó erosión en la parte norte del espigón, con acumulación en su parte sur.

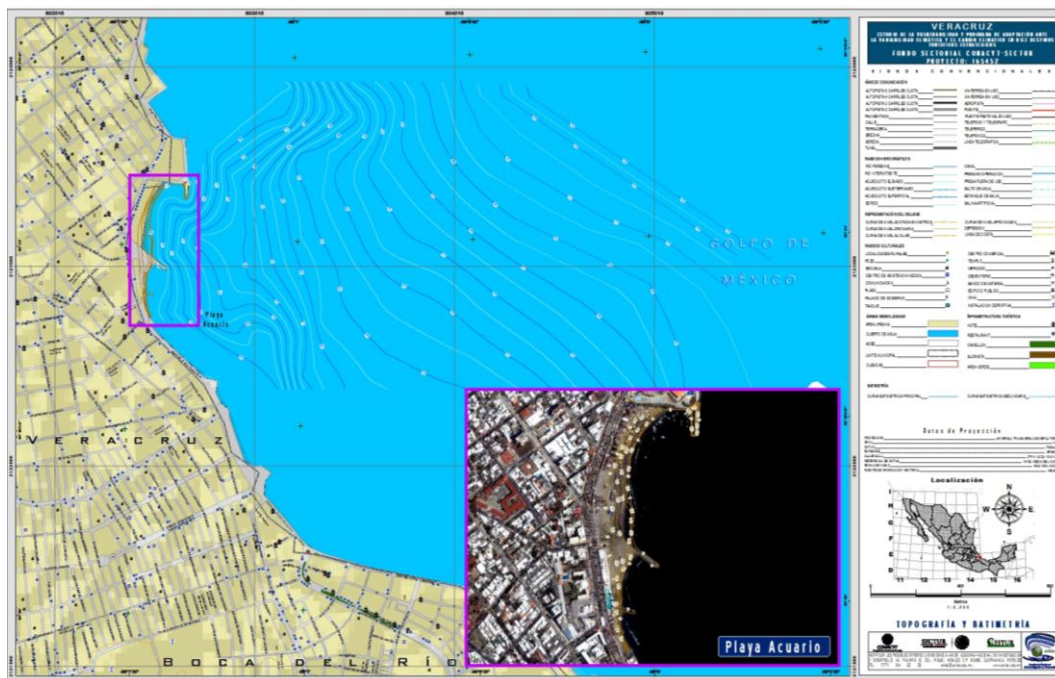
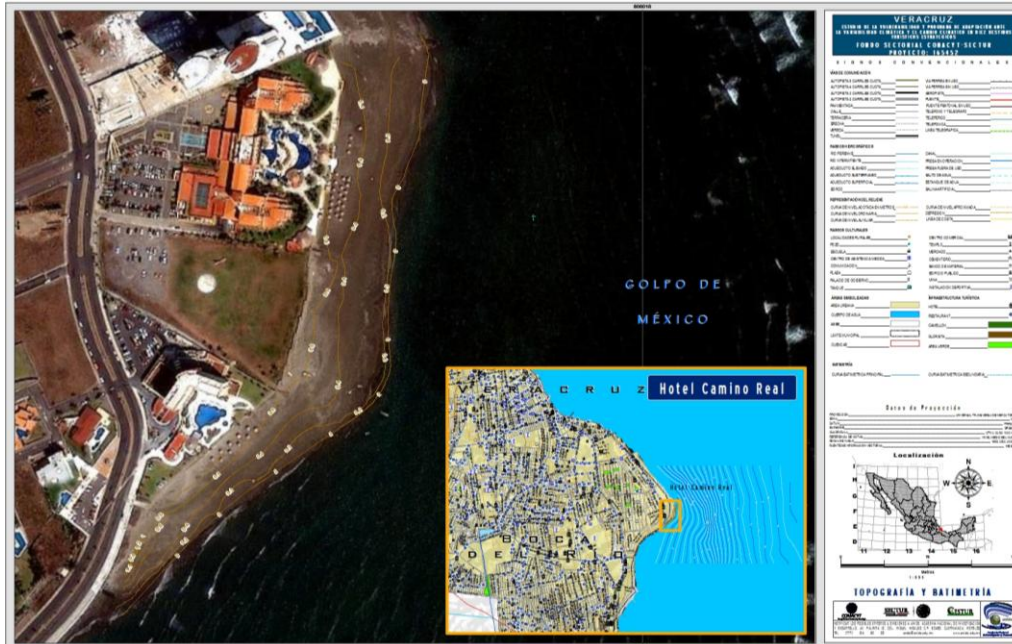


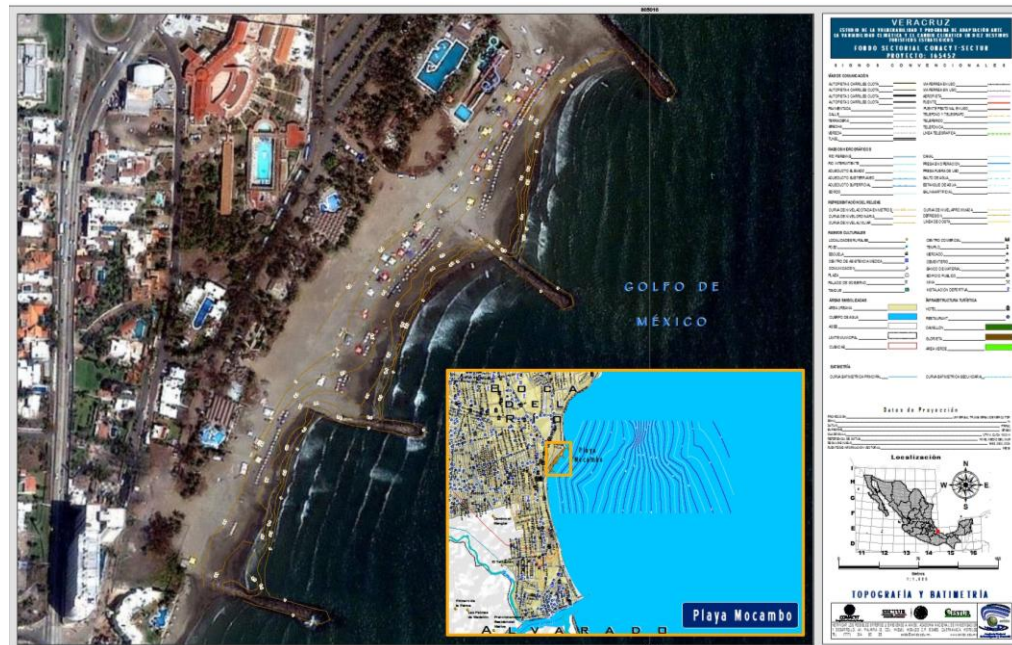
Figura 2. Topografía de la playa frente al Acuario en el destino turístico de Veracruz



La playa frente al Camino Real (Figura 3) presenta las mismas dimensiones de altura y pendiente que la del Acuario, sin embargo su amplitud es un poco mayor, resultado de una acreción promedio de 2.3 m/año. En el caso de Mocambo (Figura 4), las escolleras presentes retienen el sedimento en su parte norte, pero impiden el transporte litoral hacia el sur de las mismas, ocasionando puntos críticos de erosión (-3 m/año).

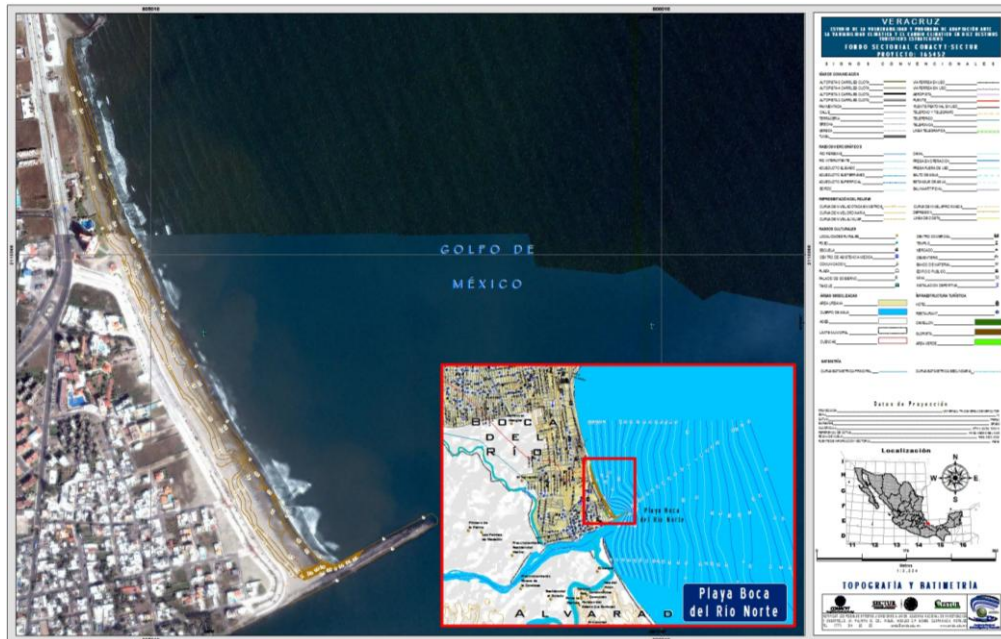


**Figura 3.** Topografía de la playa frente al Hotel Camino Real en el destino turístico de Veracruz

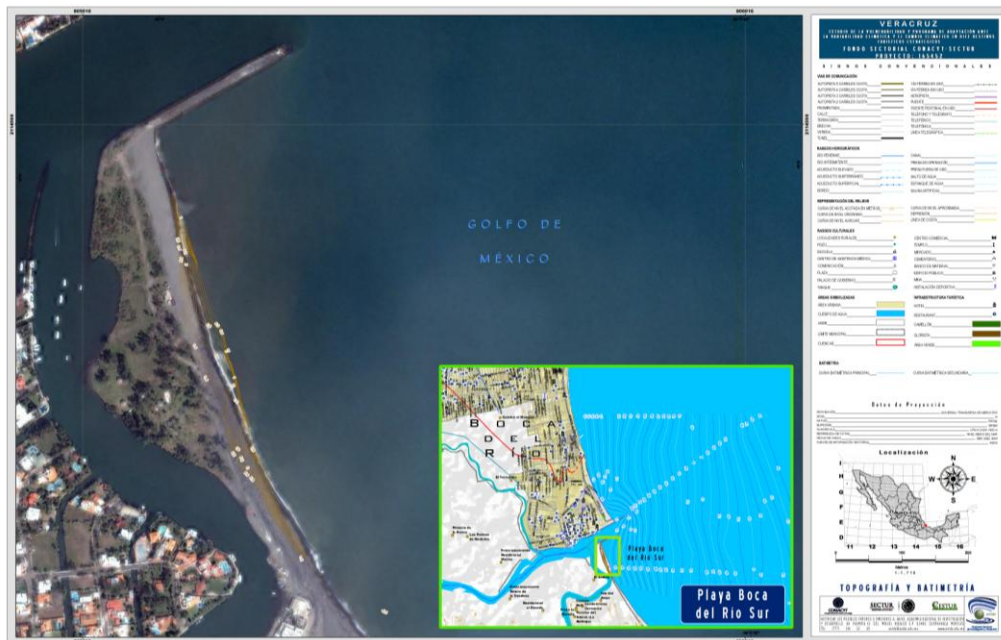


**Figura 4.** Topografía de la playa Mocambo en el destino turístico de Veracruz

En la parte norte de la desembocadura del río Jamapa, la playa tiene una amplitud de 70 m, con pendiente suave del 1% y una altura de playa de 1 m. Estas características son consecuencia de la intervención de la escollera presente en la desembocadura del río, la cual retiene el sedimento y no permite su paso hacia el sur, causando erosión de esta zona. (Figuras 5 y 6).



**Figura 5.** Topografía de la playa Boca del Río Norte en el destino turístico de Veracruz



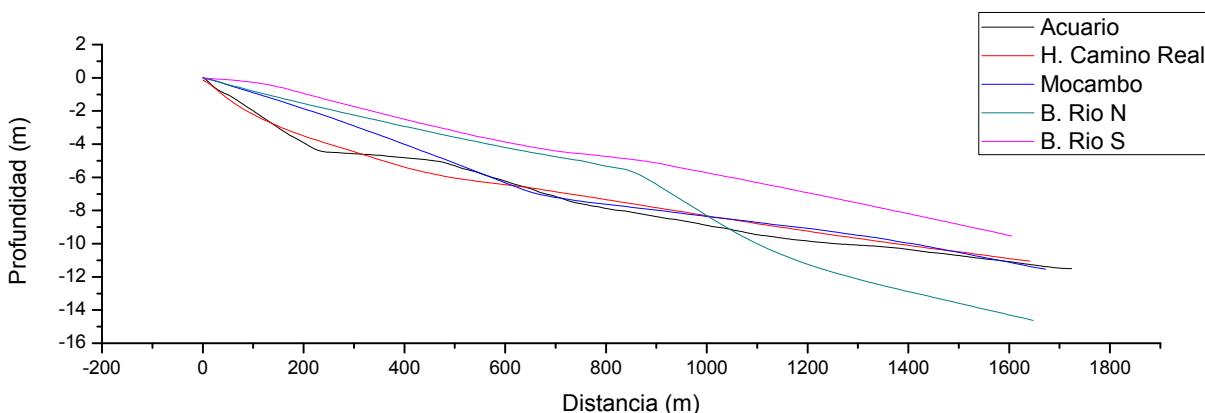
**Figura 6.** Topografía de la playa Boca del Río Sur en el destino turístico de Veracruz



## 2. BATIMETRÍA DE LA ZONA MARINA

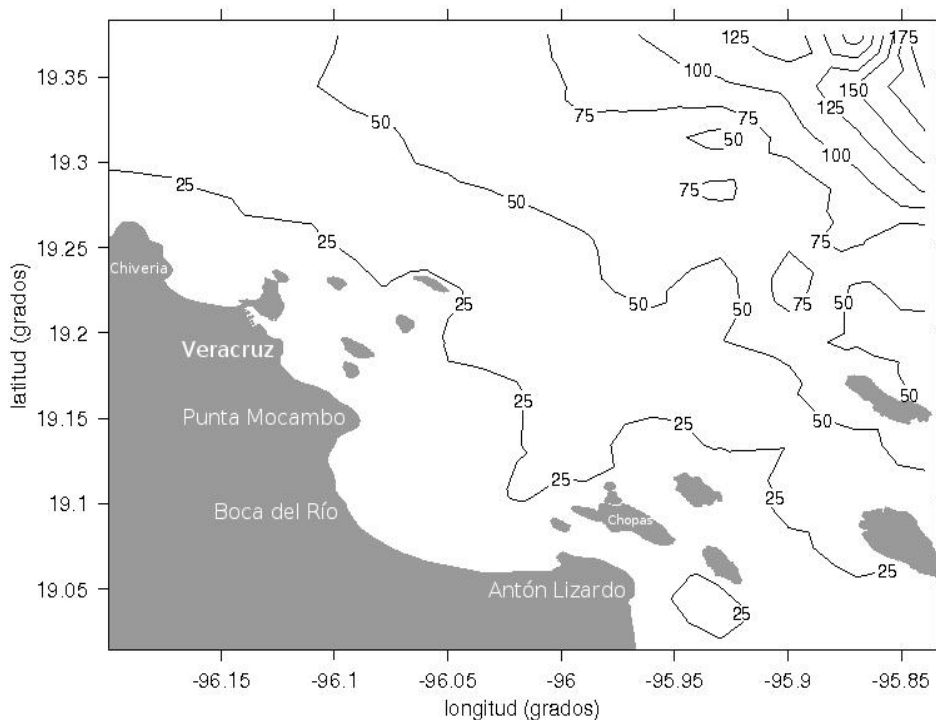
La batimetría frente a la zona conurbada de Veracruz-Boca del Río, presenta características bien diferenciadas de la costa, a los 20 kilómetros mar adentro, y de este sitio hacia el mar profundo. Frente a estas bahías se ubica el Sistema Arrecifal Veracruzano, con dos zonas distintivas: los arrecifes frente al Puerto de Veracruz, y los arrecifes frente a Punta Antón Lizardo. Estos arrecifes se encuentran a una distancia menor de 10 kilómetros de la costa, y sobresalen desde el fondo con paredes casi verticales.

Entre las playas y los arrecifes la batimetría es homogénea, con una pendiente menor al 1% (Figura 7), sin embargo, entre los arrecifes es irregular y con pequeños cañones. Sobresale el cañón frente a Punta Chivería y al norte de punta Antón Lizardo. Más alejado de la costa (15 km), al noreste de Punta Mocambo, se localiza otro cañón, a partir de los 40 m de profundidad. Después de los 10 kilómetros de la costa, y antes de los 20 kilómetros, las sinuosidades de las isóbatas parecen tener un patrón definido. Después de los 20 kilómetros desde la costa, aproximadamente a los 70 m de profundidad, las isóbatas se alinean casi paralelas para descender de forma monotónica hacia el fondo.



**Figura 7.** Perfiles batimétricos de la línea de costa hacia mar adentro, en el destino turístico de Veracruz

La compleja batimetría de la zona, genera modificaciones al patrón de acercamiento de las ortogonales del oleaje de la región (Figura 8). Sobra decir que las estructuras hermatípicas de los corales proporcionan una muy eficiente barrera de la energía del oleaje con dirección a la costa. Detrás de ellos se presenta sombra (ausencia de ortogonales) con el beneficio que esto conlleva.



**Figura 8.** Batimetría de la zona de estudio en Veracruz

### 3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS EN LA ZONA LITORAL

El análisis sedimentológico reveló que en el destino turístico de Veracruz, los sedimentos son principalmente arenas finas (73%) y arenas medias (18%). Estos sedimentos están compuestos por arenas feldsarenitas, que provienen de una fuente de rocas ígneas ricas en cuarzo, y feldespatos, los cuales se encuentran en las partes altas de la sierra, o bien provienen de material retrabajado de la planicie y dunas costeras y que son transportados por los ríos de la región como el Jamapa, La Antigua o por el transporte litoral (Tabla 1 y Figura 9).

**Tabla 1.** Textura y composición de los sedimentos de playa del destino turístico de Veracruz

Playa	Perfil	Zona	Coordenadas		Tipo de sedimentos	Composición mineralógica
			X	Y		
Acuario	1	Infraplaya	802486	2123416	Arena fina	Cuarzoarenita
		Mesoplaya	802478	2123415	Arena media	Feldsarenita
		Supraplaya	802470	2123416	Arena fina	Feldsarenita
	2	Infraplaya	802499	2123723	Arena fina	Cuarzoarenita
		Mesoplaya	802492	2123723	Arena fina	Feldsarenita
		Supraplaya	802487	2123723	Arena fina	Feldsarenita
Mocambo	1	Infraplaya	804678	2117816	Arena fina	Feldsarenita
		Mesoplaya	804669	2117819	Arena fina	Feldsarenita
		Supraplaya	804664	2117820	Arena fina	Feldsarenita
	2	Infraplaya	804780	2117951	Arena fina	Feldsarenita
		Mesoplaya	804776	2117953	Arena fina	Feldsarenita
		Supraplaya	804771	2117955	Arena fina	Feldsarenita
	3	Infraplaya	804910	2118125	Arena fina	Feldsarenita
		Mesoplaya	804903	2118126	Arena media	Feldsarenita
		Supraplaya	804898	2118130	Arena fina	Feldsarenita
Boca del Río Norte	1	Infraplaya	805097	2115307	Arena fina	Feldsarenita
		Mesoplaya	805092	2115303	Arena fina	Feldsarenita
		Supraplaya	805085	2115299	Arena fina	Feldsarenita
	2	Infraplaya	804932	2115698	Arena fina	Feldsarenita
		Mesoplaya	804926	2115695	Arena fina	Feldsarenita
		Supraplaya	804918	2115692	Arena media	Feldsarenita
Boca del Río Sur	1	Infraplaya	805319	2113914	Arena gruesa	Feldsarenita
		Mesoplaya	805316	2113913	Arena media	Feldsarenita
		Supraplaya	805308	2113910	Arena gruesa	Feldsarenita
	2	Infraplaya	805246	2114123	Arena gruesa	Feldsarenita
		Mesoplaya	805243	2114122	Arena media	Feldsarenita
		Supraplaya	805236	2114120	Arena media	Feldsarenita



Hotel Camino Real	1	Infraplaya	805664	2119738	Arena fina	Feldsarenita
		Mesoplaya	805661	2119740	Arena fina	Feldsarenita
		Supraplaya	805656	2119745	Arena fina	Feldsarenita
	2	Infraplaya	805807	2119943	Arena fina	Feldsarenita
		Mesoplaya	805803	2119944	Arena fina	Feldsarenita
		Supraplaya	805794	2119944	Arena fina	Feldsarenita

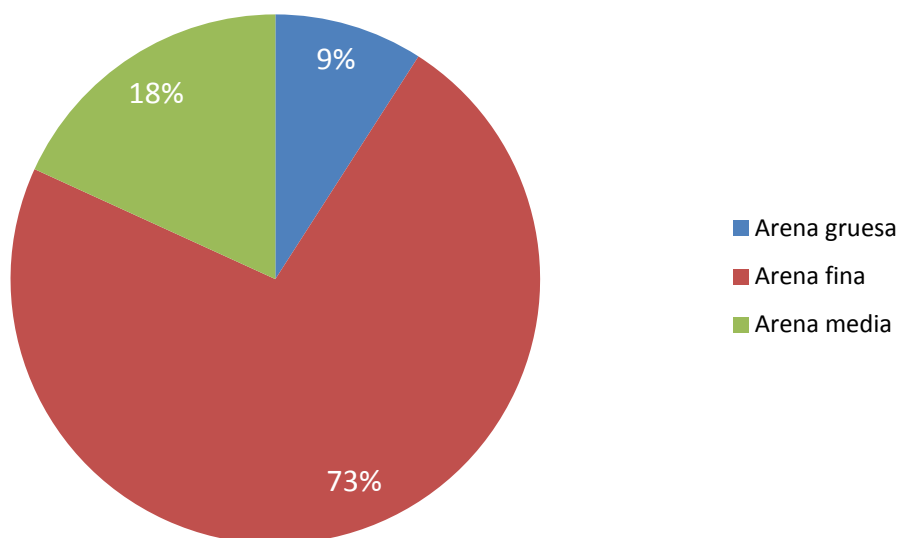


Figura 9. Tipo de sedimentos de las playas del destino turístico de Veracruz

#### 4. CLIMA DEL OLEAJE

El oleaje en la región del Puerto de Veracruz tiene tres procesos de generación. El primero de ellos es el oleaje generado por los vientos alisios. Este oleaje llega al Puerto durante los meses de marzo a octubre, y arriba a la zona de Veracruz por el sector este, por las direcciones este (E), estenoreste (ENE) y estesureste (ESE). Las frecuencias de ocurrencia son mayores en el ESE y E, que en el ENE, y los periodos de las olas van de los 4 a los 7 segundos.

El segundo proceso de generación ocurre por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos de baja presión: turbonadas, depresiones tropicales y huracanes. Estos eventos pueden tener su origen en la región del sur del Golfo de México, en la región ciclogénica del Golfo de Campeche, o bien ser importados de otras regiones ciclogénicas en el Mar Caribe, Atlántico y Mar de las Bahamas (raro). Este oleaje es de baja frecuencia, pero por las altas velocidades de los vientos, se generan olas de periodos de 12 segundos, y raramente llegan a los 20 segundos; esto debido al corto fetch que representa el Golfo de México.

El tercer proceso generador de olas en el Golfo de México son los “Nortes”, nombre asignado al desplazamiento de masas de aire frío seco, de origen continental polar, que se generan por estrangulamiento de la corriente de chorro circumpolar ártica, y posteriormente se desplazan hacia el sur, en forma de frentes de alta presión atmosférica y con una pendiente barométrica fuerte. Al ingresar al Golfo de México, debido a la diferencia de presiones, estos frentes generan vientos con componente predominante del norte (N), y en menor medida del noreste (NE). Cuando uno de estos frentes ingresa al Golfo, es común escuchar que los boletines meteorológicos del Centro de Previsión del Golfo, anuncian para la Tercera Región “vientos del este (E) rolando al norte (N) con intensificación de la velocidad”. Estos nortes se presentan de 40 a 50 veces al año, con duración de 2 a 3 días, y sus intensidades pueden variar de vientos moderados a huracanados. Los oleajes que generan estos frentes van de los 12 a los 20 segundos (poco frecuentes) y normalmente con componente del norte (N). El rango mareal medio para Veracruz es de 2.2 m.

## II. AMENAZAS

### 1. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Para el destino turístico de Veracruz se obtuvieron los valores de anomalía y dispersión para las variables meteorológicas temperatura y precipitación, para los escenarios A1B y A2. A partir de estos escenarios regionalizados de cambio climático se integraron las proyecciones, considerando períodos de 30 años, con lo cual se obtuvieron tres climatologías: a) 2020s (representa el periodo 2010-2039); b) 2050s (representa el periodo 2040-2069), y c) 2080s (representa el periodo 2070-2099). El año que se tomó como referencia fue el de 1990. El escenario A1B describe un mundo futuro de crecimiento económico muy rápido, donde la población mundial alcanza su nivel más alto a mitad del siglo y disminuye posteriormente, produciéndose una rápida introducción de nuevas tecnologías más eficaces, con un equilibrio entre todas las fuentes energéticas (combustibles de origen fósil y de origen no fósil). El escenario A2 describe un mundo muy heterogéneo, con altas emisiones de GEI, en el cual los índices de natalidad en las distintas regiones tienden a converger muy lentamente, lo cual acarrea una disminución constante de la población. El desarrollo económico tiene una orientación principalmente regional y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otros escenarios.

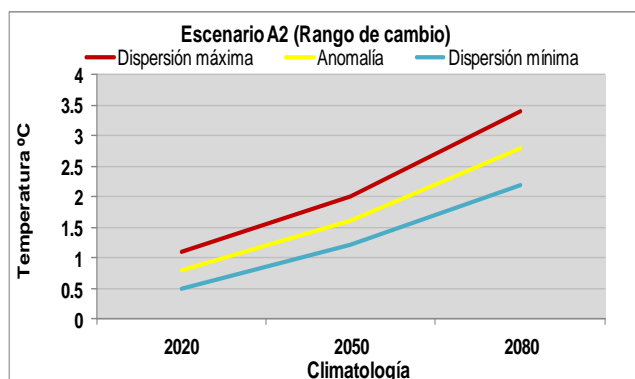
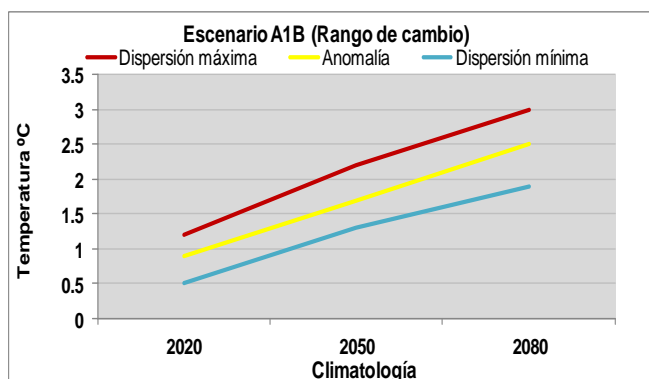
De acuerdo con los resultados obtenidos, para las climatologías 2020, 2050 y 2080 en la zona estudiada, se proyectaron aumentos de la temperatura media anual desde 1.1°C hasta 3.4°C. En el caso de la precipitación, las proyecciones analizadas muestran una tendencia a la disminución de las lluvias, con un rango muy amplio de variabilidad, lo cual generan mayor incertidumbre en cuanto a la valoración de la vulnerabilidad de los sectores relacionados con el agua. Se puede observar que el escenario A2 es el que presenta los cambios máximos en las variables de temperatura y precipitación, lo que a la vista de las emisiones actuales nos ha colocado, como humanidad, en la realidad de escenarios más drásticos como es el A1FI que considera mayores emisiones. Por lo tanto, es importante entender que las proyecciones del escenario A2, se encuentran subestimadas por el aumento registrado recientemente en la concentración de CO<sub>2</sub> en algunos sitios de observación y monitoreo como el observatorio de Mauna Loa, Hawaii (Scripps CO2 Program, 2013).

El escenario climático A1B, obtenido para la región que comprende el destino turístico de Veracruz, mostró que es probable que la temperatura media anual aumente hasta 1.2°C para el 2020, aumento que pudiera ser continuo y alcanzar los 3°C para el 2080 (Tabla 2, Figura 10). El escenario climático A2 también mostró un claro aumento de la temperatura media anual, pudiendo alcanzar hasta 1.1°C más para el 2020, y continuar aumentando hasta 3.4°C más para el 2080 (Tabla 2, Figura 10). En cuanto a la confiabilidad de los modelos de temperatura puede observarse que la dispersión es baja (de 0.3°C a 0.6°C en ambos escenarios), por lo que la probabilidad de que estos modelos se cumplan es alta.



**Tabla 2.** Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Veracruz

TEMPERATURA (°C)	ESCENARIO A1B			TEMPERATURA (°C)	ESCENARIO A2		
	2020	2050	2080		2020	2050	2080
Anomalía	0.9	1.7	2.5	Anomalía	0.8	1.6	2.8
Dispersión	0.3	0.4	0.6	Dispersión	0.3	0.4	0.6
Rango de cambio (±)	1.2	2.2	3	Rango de cambio (±)	1.1	2	3.4
	0.5	1.3	1.9		0.5	1.2	2.2



**Figura 10.** Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Veracruz

Para el caso de la precipitación, que es una variable más complicada debido a los elevados rangos de variabilidad que presenta, existe una tendencia a disminuir, principalmente en el escenario A2, sin embargo existe una mayor incertidumbre en cuanto al comportamiento futuro de esta variable. El escenario climático A1B mostró que es probable que la precipitación media anual disminuya hasta en un 15.8% en la climatología del 2080, mientras que en el escenario A2, esta disminución podría ser de hasta 20.6% para ese mismo periodo (Tabla 3, Figura 11).

**Tabla 3.** Cambio Porcentual de la Precipitación Media Anual (%) en Veracruz

Precipitación (%)	ESCENARIO A1B			Precipitación (%)	ESCENARIO A2		
	2020	2050	2080		2020	2050	2080
Anomalía	-5	-4.6	-4.6	Anomalía	-7.9	-8	-8.1
Dispersión	9.1	10.8	11.1	Dispersión	8.9	10	12.5
Rango de cambio (±)	4.1	6.2	6.5	Rango de cambio (±)	1	2	4.4
	-14	-15.5	-15.8		-16.8	-18	-20.6

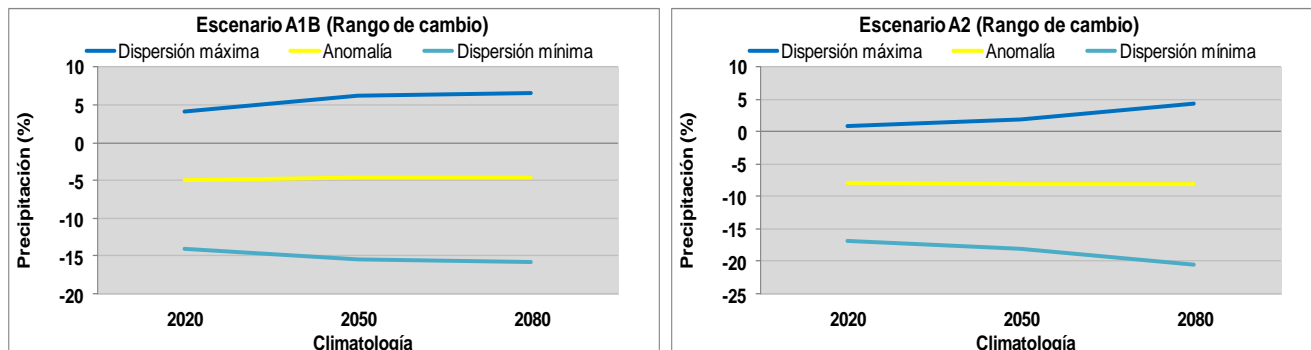


Figura 11. Rango de cambio en la Precipitación Media Anual (%) en Veracruz

## 2. AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR

Para el caso de Veracruz se consideró una variación del nivel del mar por cambio climático de 3 mm/año (Figura 12), valor que arroja la modelación mundial, a partir de los escenarios de cambio climático (MAGICC, 2009), ya que localmente existen factores geológicos que alteran el rango de variación del nivel del mar, como lo son los fenómenos de hundimiento o procesos acumulativos.

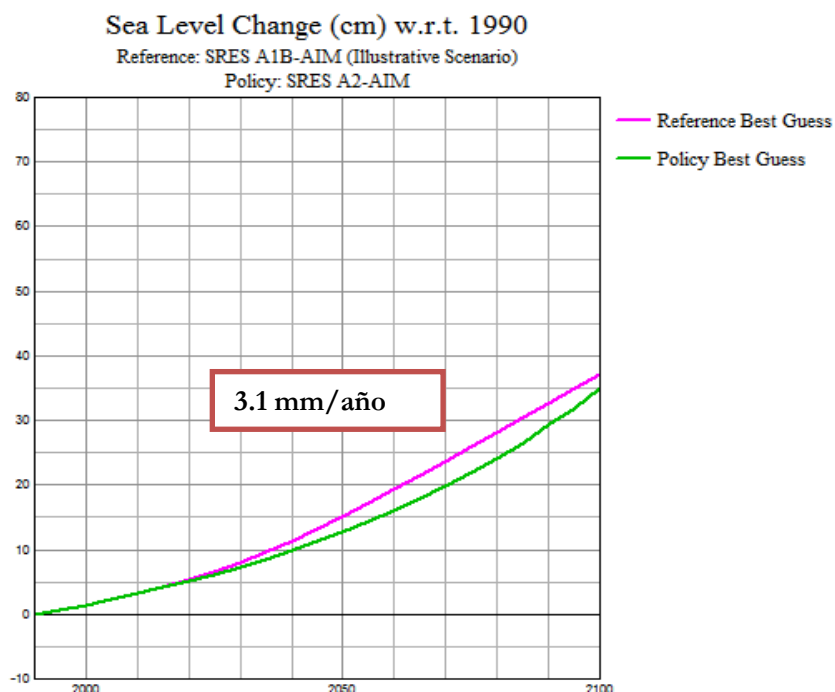


Figura 12. Gráfica del cambio del nivel del mar en cm, de 1990 a 2100

### 3. EROSIÓN COSTERA

Una de las zonas más dinámicas dentro del litoral son las playas, donde existe un continuo intercambio de sedimentos debido al transporte litoral y al aporte continental y/o marino. Para evaluar los procesos de erosión en las playas del destino turístico de Veracruz se realizó un análisis del cambio de la línea de costa a partir de imágenes de satélite de los últimos 17 años. El sedimento (arena) que se mueve de un sitio, se deposita en otro, de esta forma se presentan dos procesos sedimentarios en las playas: la acreción o depósito y la erosión o pérdida de playa.

Los resultados del estudio de la erosión y acreción en Veracruz mostraron una tasa de erosión de 0.32 m/año (Tabla 4).

**Tabla 4.** Tasa de erosión/acreción promedio anual del destino turístico de Veracruz

Destino Turístico	Año inicial	Año final	Intervalo (años)	Desplazamiento total promedio (m)	Tasa de erosión-acreción (m/año)
VERACRUZ	1995	2012	17	-5.42	-0.32

Veracruz presenta procesos de erosión-acreción (Figura 13). En la zona de estudio se registraron sitios críticos de erosión con pérdidas de hasta 3.2 m/año como es el caso de la playa frente a la Isla de Sacrificios (Punto 1) (Tabla 5, Figura 14), donde aparentemente el transporte litoral ha sido interrumpido por una escollera, ocasionando el punto crítico de mayor erosión.

Es importante mencionar que el proceso de erosión es una amenaza latente a los cambios del nivel del mar, y puede incrementarse por la presencia de espigones que interrumpen el transporte litoral. Una zona de especial atención es la parte sur de la desembocadura del río Jamapa, que por efecto de la escollera y modificaciones a la desembocadura de la laguna de Mandinga, puede convertirse en un punto de mayor erosión.



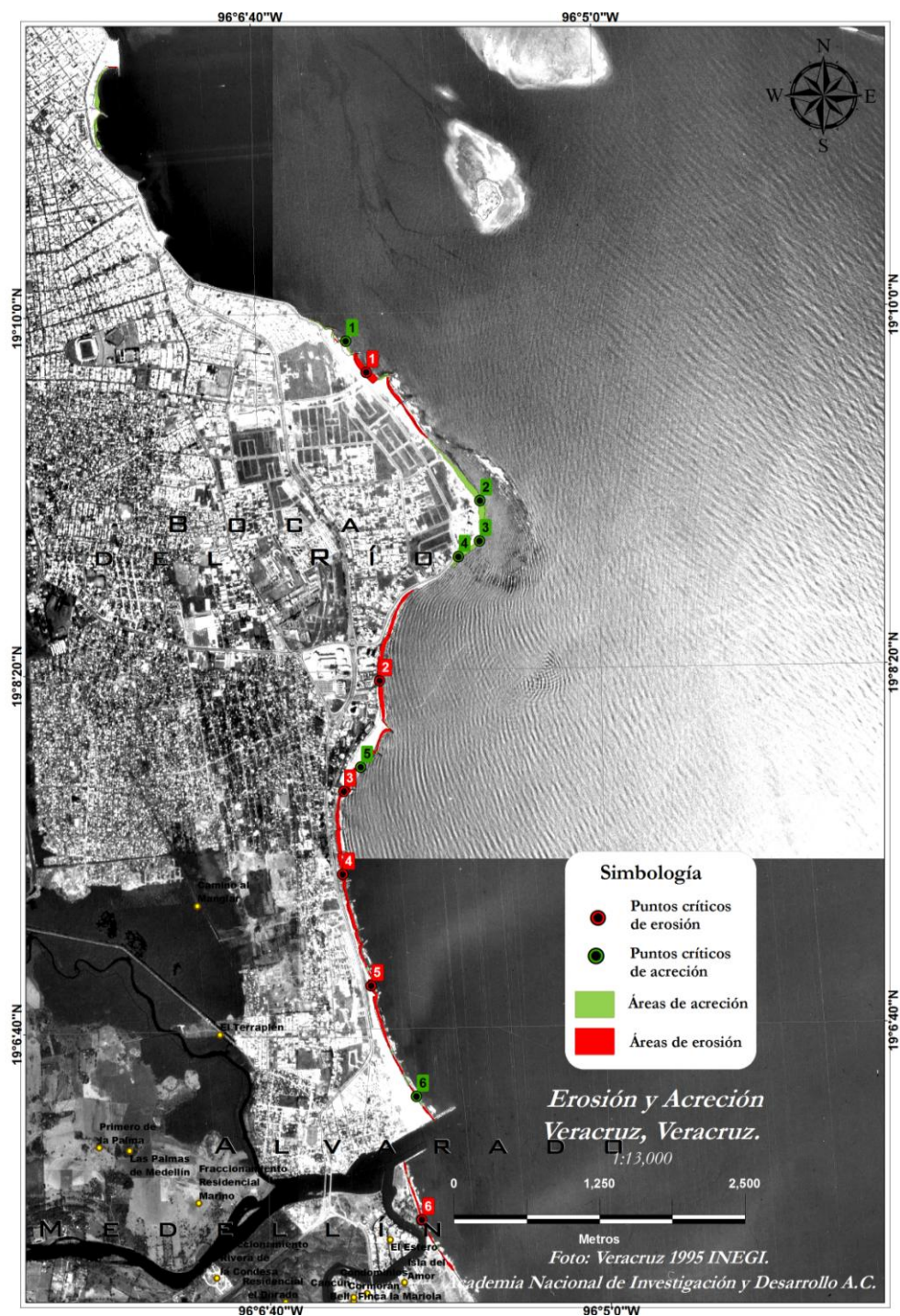
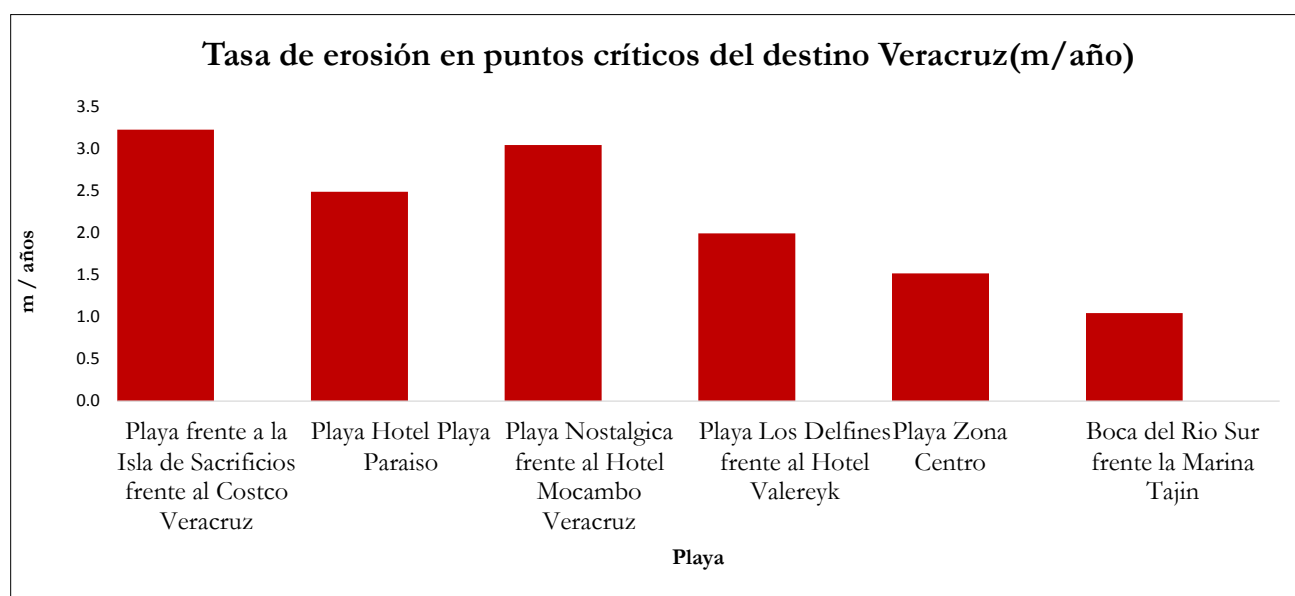


Figura 13. Puntos críticos de mayor erosión y acreción en el destino turístico de Veracruz

**Tabla 5.** Tasa de erosión promedio anual en puntos críticos de mayor erosión del destino turístico de Veracruz

Sitio	Punto	Playa	Coordenadas		Erosión Total (m)	Periodo (años)	Tasa de Erosión Promedio Anual (m/año)
			X	Y			
Veracruz	1	Playa frente a la Isla de Sacrificios	804800.3255	2121289.141	54.9	17	3.2
	2	Playa Hotel Playa Paraíso	804918.2052	2118638.166	42.4	17	2.5
	3	Playa Mocambo	804609.9518	2117686.422	51.8	17	3.0
	4	Playa Los Delfines	804599.7615	2116972.754	34.0	17	2.0
	5	Playa Zona Centro	804845.2759	2116016.211	25.8	17	1.5
	6	Boca del Río Sur	805281.9832	2114005.811	17.8	17	1.0

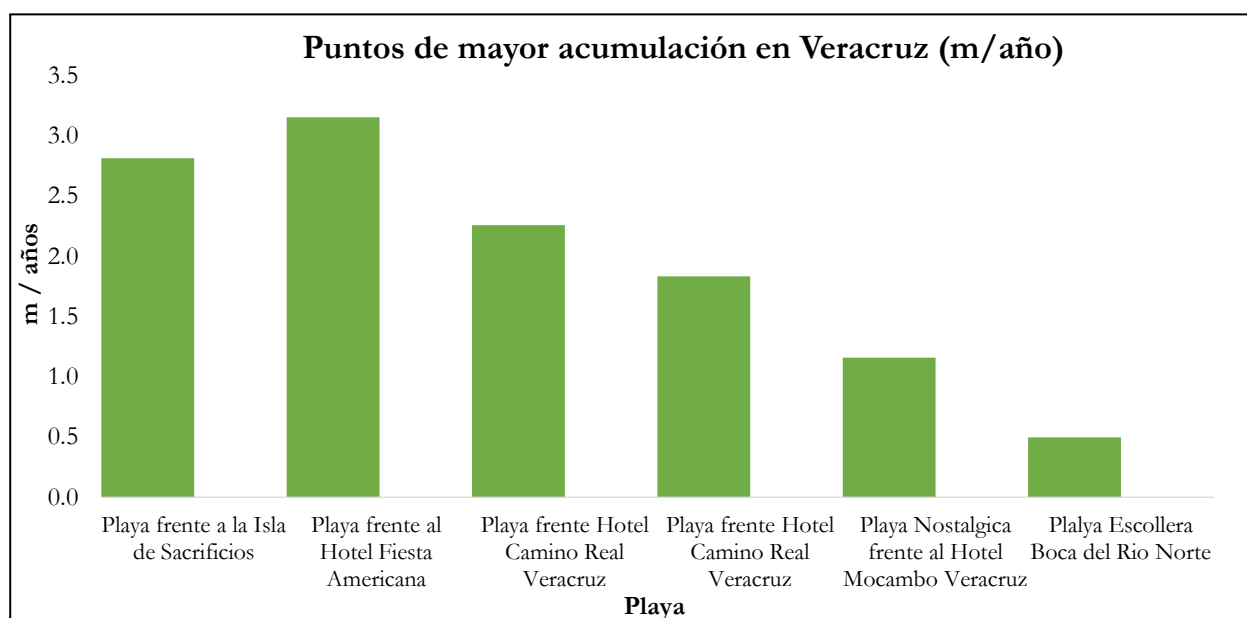


**Figura 14.** Tasa de erosión en puntos críticos del destino turístico de Veracruz

La playa localizada frente al Hotel Fiesta Americana (Punto 2) presentó la tasa de acreción más alta con un valor de 3.2 m/año (Tabla 6, Figura 15), debido a que la refracción del oleaje es mínima, permitiendo el depósito de sedimentos.

**Tabla 6.** Tasa de acreción promedio anual en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Veracruz

Sitio	Punto	Playa	Coordenadas		Acreción Total (m)	Periodo (años)	Tasa de Acreción Promedio Anual (m/año)
			X	Y			
Veracruz	1	Playa frente a la Isla de Sacrificios	804627.7835	2121558.866	47.8	17	2.8
	2	Playa frente al Hotel Fiesta Americana	805778.3461	2120187.216	53.6	17	3.2
	3	Playa frente Hotel Camino Real Veracruz	805774.9307	2119840.178	38.4	17	2.3
	4	Playa frente Hotel Camino Real Veracruz	805593.3729	2119704.953	34.9	17	1.8
	5	Playa Mocambo	804756.9443	2117894.204	22.0	17	1.2
	6	Playa Escollera Boca del Rio Norte	805235.8254	2115066.222	8.4	17	0.5



**Figura 15.** Tasa de acreción en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Veracruz



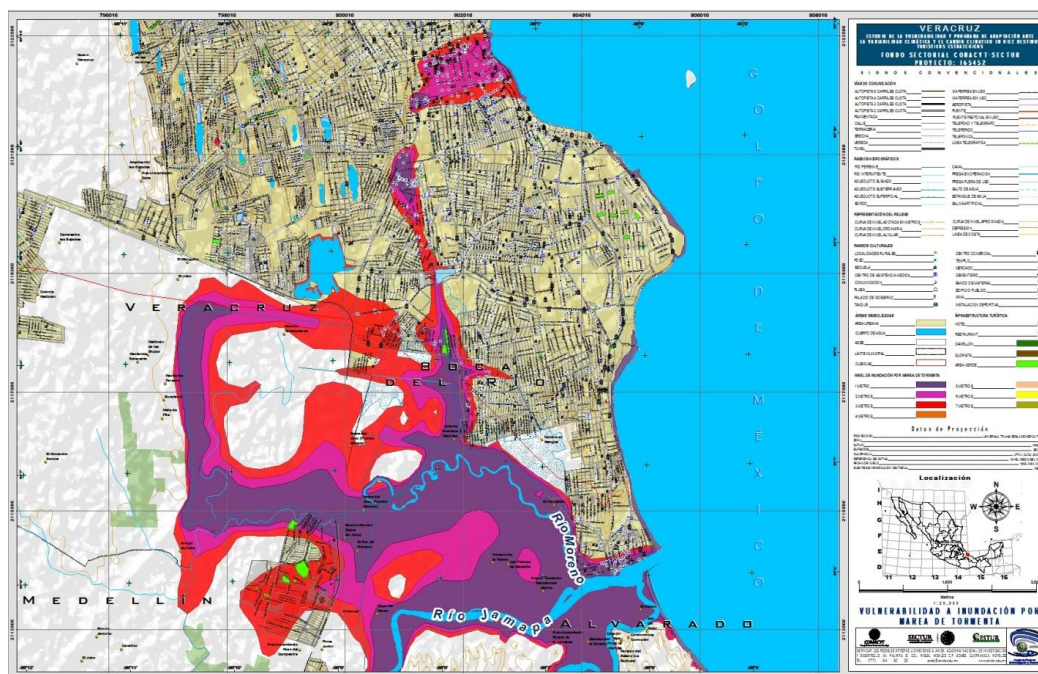
#### 4. INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA

El indicador de inundación por marea de tormenta (IIMT) en Veracruz (Tabla 7), se determinó a partir de la máxima amplitud de marea de tormenta registrada para el destino, que fue de 3.1 m (CENAPRED, 2001) con un valor del IIMT alto. Las áreas más vulnerables a las inundaciones por marea de tormenta son las partes bajas de la desembocadura del río Jamapa y de su afluente, el río Moreno. Cabe señalar que la mayor zona de inundación se encuentra fuera de la zona urbana (Figura 16).

**Tabla 7.** Variables para la estimación de la inundación causada por marea de tormenta en el destino turístico de Veracruz

Datos para la estimación de amenaza y vulnerabilidad ante huracanes y tormentas tropicales en Veracruz y Boca del Río, Ver.				
Localidad	Categ. huracán	Amplitud marea tormenta (m)	Tiempo de retorno años	Probabilidad anual
Veracruz y Boca del Río	H4	5.2	0	0%
	H3	4.0	0	0%
	H2	3.1	15.5	10%
	H1	2.5	56.8	20%
	TT	2.3	24.4	40%
	DT	1.3	15.5	40%

CLASIFICACIÓN DE LA INUNDACIÓN CAUSADA POR MAREA DE TORMENTA	
Amplitud de la marea de tormenta (m)	Categoría
< 0.5	Somera
0.51 a 1.00	Baja
1.01 a 2.00	Moderada
2.01 a 3.50	Alta
3.51 a 5.00	Muy alta
> 5.00	Extraordinaria



**Figura 16.** Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en el destino turístico Veracruz



## 5. INUNDACIÓN FLUVIAL

Uno de los efectos de las precipitaciones extremas son las inundaciones por el desbordamiento de los cauces fluviales, por lo que en Veracruz se estimó la inundación fluvial ante lluvias extremas (Tabla 8).

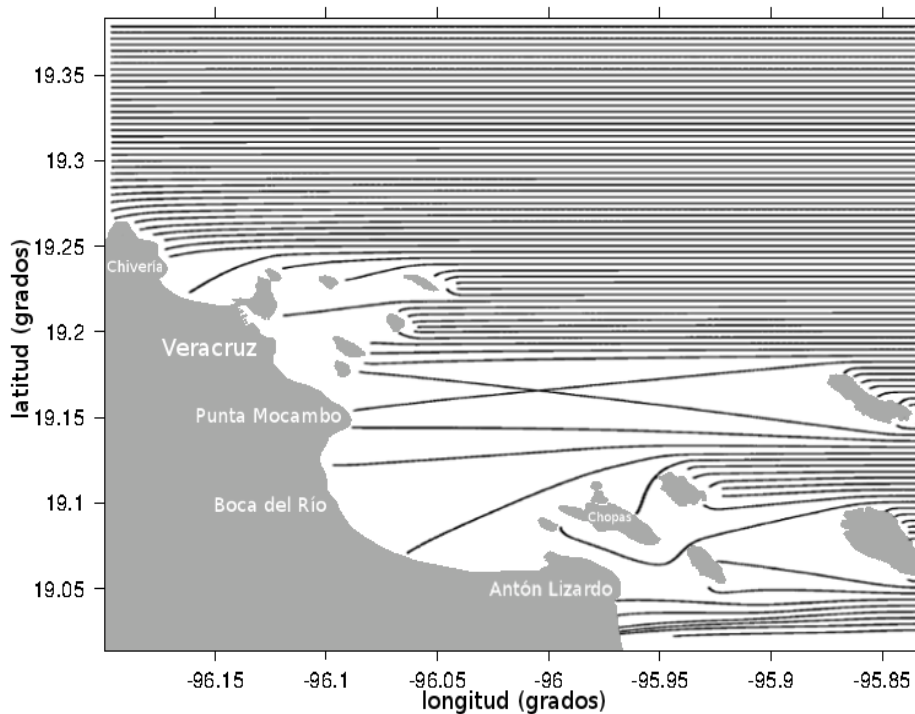
**Tabla 8.** Parámetros hidrológicos e Indicador de inundación fluvial para el destino turístico de Veracruz

Cauce	Tiempo de concentración $t_c$ (h)	Precipitación (tc/mm)	Intensidad (mm/h)	Caudal pico en $t_c$ ( $m^3/s$ )	Área de sección requerida ( $m^2$ )	Dimensiones requeridas en la sección (m)	
						Ancho	Profundidad
Río Jamapa	18.45	331	18	1572.37	486.79	150	3.2
Río Cotaxtla	17.15	326	19	1238.43	392.67	150	2.6
Confluencia ambos ríos	17.80	328	18	2810.8	879.46	200	4.4

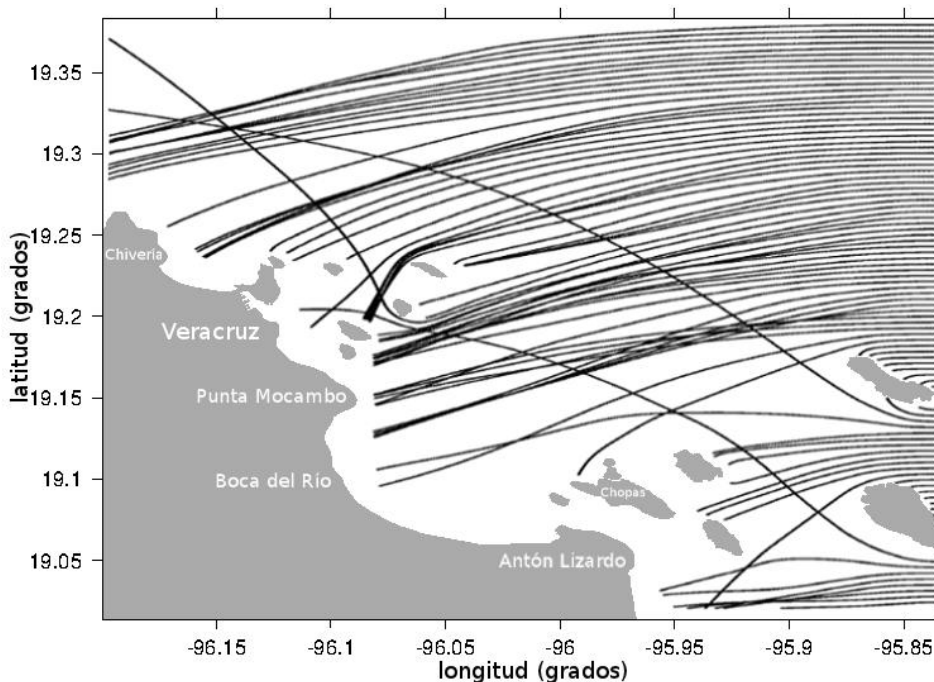
CATEGORÍA DE LA AMENAZA POTENCIAL DE LA CORRIENTE CON UN PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS ( $m^3 s^{-1}$ )			
MUY ALTO	> 100	MEDIO - BAJO	10.1 - 30
ALTO	70.1 - 100	BAJO	5.0 - 10.0
MEDIO - ALTO	50.1 - 70	MUY BAJO	< 5
MEDIO	30.1 - 50		

## 6. REFRACCIÓN DEL OLEAJE

Para la región de Veracruz-Boca del Río, los oleajes del E, de 4 y 7 segundos (Figura 17), son los de mayor frecuencia. En general los arrecifes generan sombra sobre la costa. Se observa que el oleaje de 4 segundos logra penetrar a la zona de Punta Mocambo, mientras que el de 7 segundos es completamente retenido por los arrecifes. Los oleajes de tormenta, con periodos de 12 y 20 segundos (Figura 18), logran ingresar con cierta concentración de energía en las inmediaciones de Punta Mocambo y Boca del Río, por los hoteles Camino Real y Suites Mediterráneo.



**Figura 17.** Comportamiento de ortogonales de oleaje más frecuente en Veracruz, provenientes de la dirección E, con periodo de 7 segundos



**Figura 18.** Comportamiento de ortogonales de oleaje en Veracruz, provenientes de la dirección E, con periodo de 20 segundos, asociado a huracanes

### III. VULNERABILIDAD FÍSICA

La vulnerabilidad física del destino turístico de Veracruz se evaluó a partir del estudio de las amenazas de erosión costera, aumento del nivel medio del mar, marea de tormenta e inundación fluvial, para lo cual fue necesario determinar la dinámica costera por medio de un estudio complejo e integral de diferentes factores geológicos y oceanográficos. Esta metodología comprendió el análisis del cambio de la línea de costa, la determinación de la morfología de la zona litoral a partir de un levantamiento topográfico de playa y una caracterización batimétrica de la zona marina cercana a la playa, la caracterización de sedimentos en la zona litoral, así como un análisis de corrientes marinas y un modelo hidrodinámico (refracción del oleaje).

#### 1. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA

En el destino turístico de Veracruz, el Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) se calculó para las playas de Acuario, Hotel Camino Real, Mocambo, Boca del Río Norte y Boca del Río Sur, con las variables geológicas-geomorfológicas y oceanográficas presentes en la Tabla 9, determinando la ponderación de las mismas para obtener el CVI. Los resultados obtenidos para estas playas fue un CVI de categoría muy alta para Mocambo y Boca del Río Norte (Tabla 10), alta para la playa Acuario y Boca del Río Sur, y media para la playa Hotel Camino Real.

**Tabla 9.** Valores de las variables geológicas-geomorfológicas y oceanográficas del destino turístico de Veracruz

Playa	Tasa de erosión/acreción (m/año)	Distancia por elevación del nivel del mar (m)	Pendiente media (%)	Altura media (m)	Oleaje significativo medio (m)	Tasa de cambio del nivel relativo del mar (mm/año)	Rango mareal medio (m)
Acuario	1.9	165.5	1.9	1	0 a 1	3	1
H. Camino Real	2.3	158	1.9	1	0 a 1	3	1
Mocambo	-3	132	2.6	1.1	0 a 1	3	1
B. Río N	-0.7	168	1.9	1.06	0 a 1	3	1
B. Río S	-1	93	7.7	2.6	0 a 1	3	1

**Tabla 10.** Valores de ponderación y del índice de vulnerabilidad costera en playas del destino turístico Veracruz

Playa	Geología/ Geomorfología	Tasa de erosión/acreción	Índice topográfico	Oleaje significativo medio	Tasa de cambio del nivel relativo del mar	Rango mareal medio	CVI
Acuario	4 (alto)	2 (bajo)	4 (alto)	4 (alto)	3 (moderado)	5 (muy alto)	3 Alta
H. Camino Real	4 (alto)	1 (muy bajo)	4 (alto)	4 (alto)	3 (moderado)	5 (muy alto)	2 Media
Mocambo	4 (alto)	5 (muy alto)	4 (alto)	4 (alto)	3 (moderado)	5 (muy alto)	4 Muy alta
B. Rio N	4 (alto)	3 (moderado)	4 (alto)	4 (alto)	3 (moderado)	5 (muy alto)	4 Muy Alta
B. Rio S	4 (alto)	3 (moderado)	3 (moderado)	4 (alto)	3 (moderado)	5 (muy alto)	3 Alta

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA (CVI)			
BAJA	1	ALTA	3
MEDIA	2	MUY ALTA	4



Para las playas Acuario y Hotel Camino Real se obtuvo una vulnerabilidad costera alta y media respectivamente, lo cual se debe a su baja altura y pendiente suave. La acreción que presentan ayuda a disminuir su vulnerabilidad (Figuras 19 y 20).



Figura 19. Índice de vulnerabilidad costera en la playa de Acuario del destino turístico de Veracruz

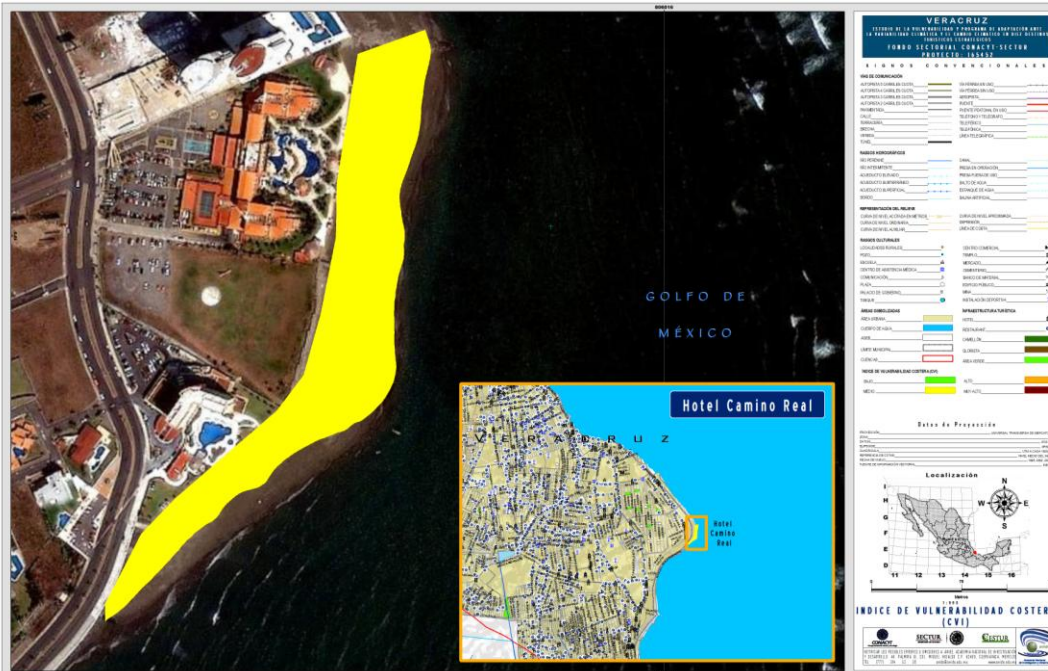


Figura 20. Índice de vulnerabilidad costera en la playa Hotel Camino Real del destino turístico de Veracruz

En el caso de playa Mocambo, el hecho de tener espigones hace que se interrumpa el transporte litoral, lo cual repercute en el Índice de Vulnerabilidad Costera que, para este sitio es muy alto (Figura 21). Por otro lado, la escollera norte del río Jamapa detiene el transporte litoral de sedimentos, causando una acumulación en la playa Boca del Río Norte, produciendo una pendiente suave (1 %) y plana en esta playa, con una altura de 1 m, lo que repercute en una vulnerabilidad muy alta, a pesar de la acreción de sedimentos (Figura 22).



Figura 21. Índice de vulnerabilidad costera en la Playa Mocambo del destino turístico de Veracruz

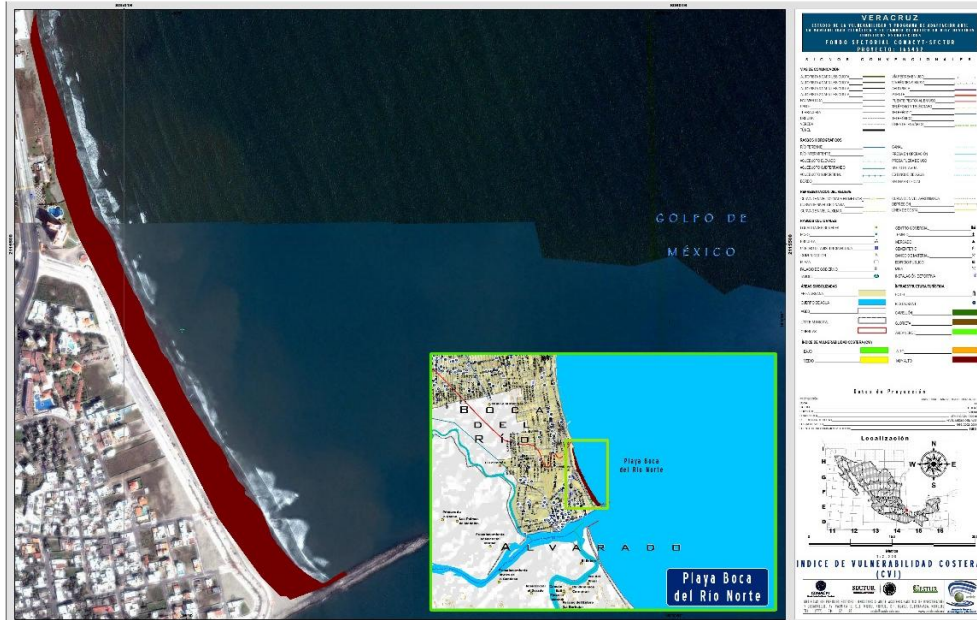


Figura 22. Índice de vulnerabilidad costera en la playa de Boca del Río Norte del destino turístico de Veracruz



Para la playa Boca del Río Sur se encontró una vulnerabilidad costera alta, lo cual se debe a que presenta un escarpe de más de dos metros de altura que reduce dicha vulnerabilidad (Figuras 23).

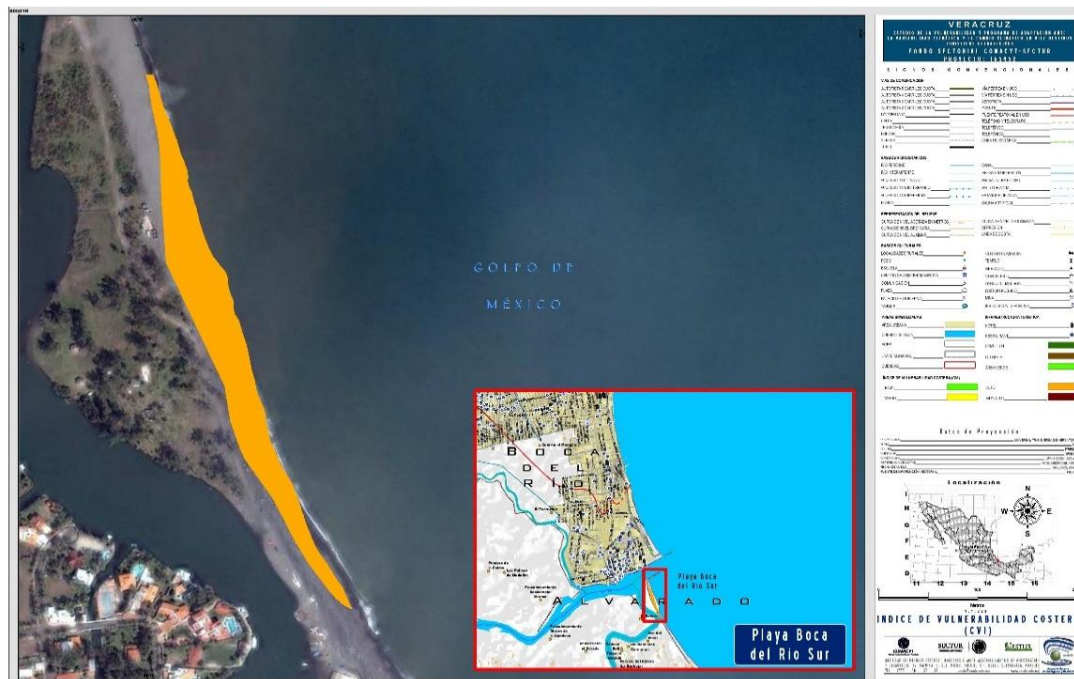


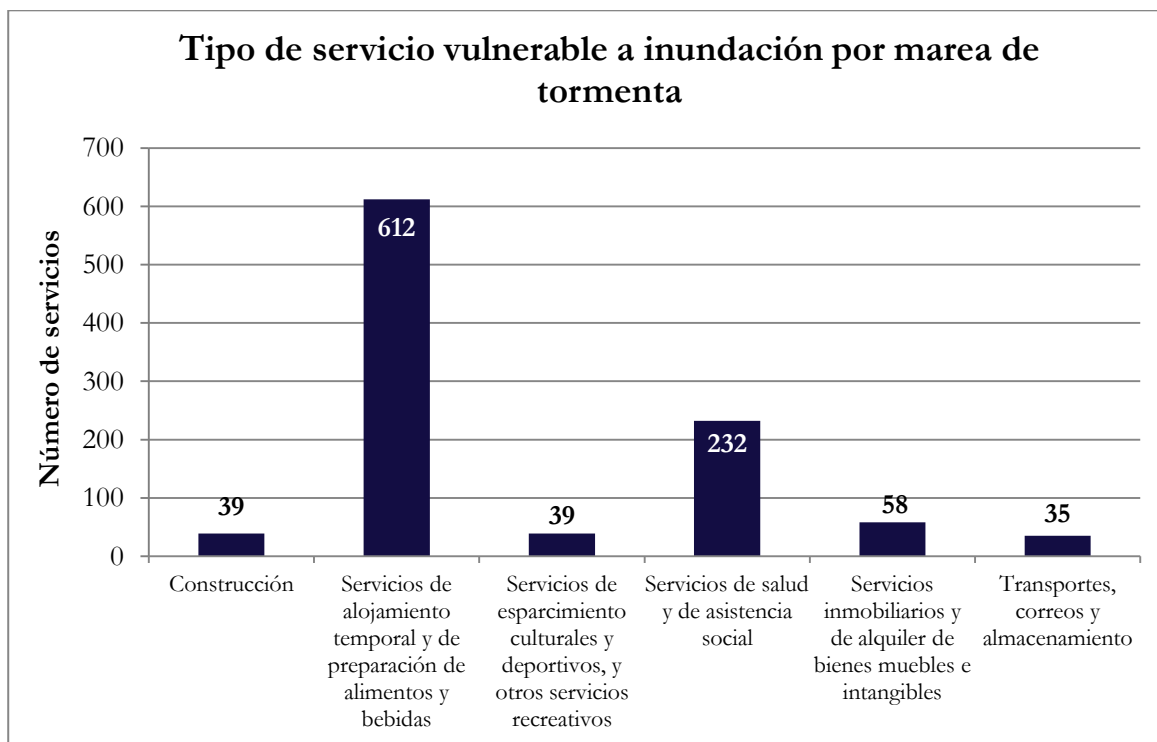
Figura 23. Índice de vulnerabilidad costera en la playa de Boca del Río Sur del destino turístico de Veracruz

## 2. INDICADOR DE INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA

Al cruzar las zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta con la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI, se obtuvo la relación de establecimientos relacionados con el sector turístico dentro del área de potencial inundación, que abarca desde el nivel del mar hasta los 7 metros (Tabla 11). Los establecimientos que brindan servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas son los que tienen mayor cantidad de locales ubicados entre los 1 y 7 m de altura (612), seguidos de los establecimiento que brindan servicios de salud y asistencia social (232) (Figura 24).

**Tabla 11.** Tipo de establecimientos vulnerables a inundación por marea de tormenta para el destino turístico de Veracruz

Veracruz										
Tipo de servicio	Número de servicios	Buffer 1000 metros	Marea de Tormenta (m)							TOTAL
			1	2	3	4	5	6	7	
Construcción	273	111	1	26	12	0	0	0	0	39
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	4656	1545	114	330	168	0	0	0	0	612
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	354	148	3	21	15	0	0	0	0	39
Servicios de salud y de asistencia social	1683	897	4	151	77	0	0	0	0	232
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	445	173	2	39	17	0	0	0	0	58
Transportes, correos y almacenamiento	414	258	2	21	12	0	0	0	0	35
<b>TOTAL</b>	<b>7825</b>	<b>3132</b>	<b>126</b>	<b>588</b>	<b>301</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1015</b>



**Figura 24.** Número de establecimientos, según los servicios que brindan, acumulados en el rango de 0 a 7 m de altura, vulnerables a inundación por marea de tormenta para el destino turístico de Veracruz

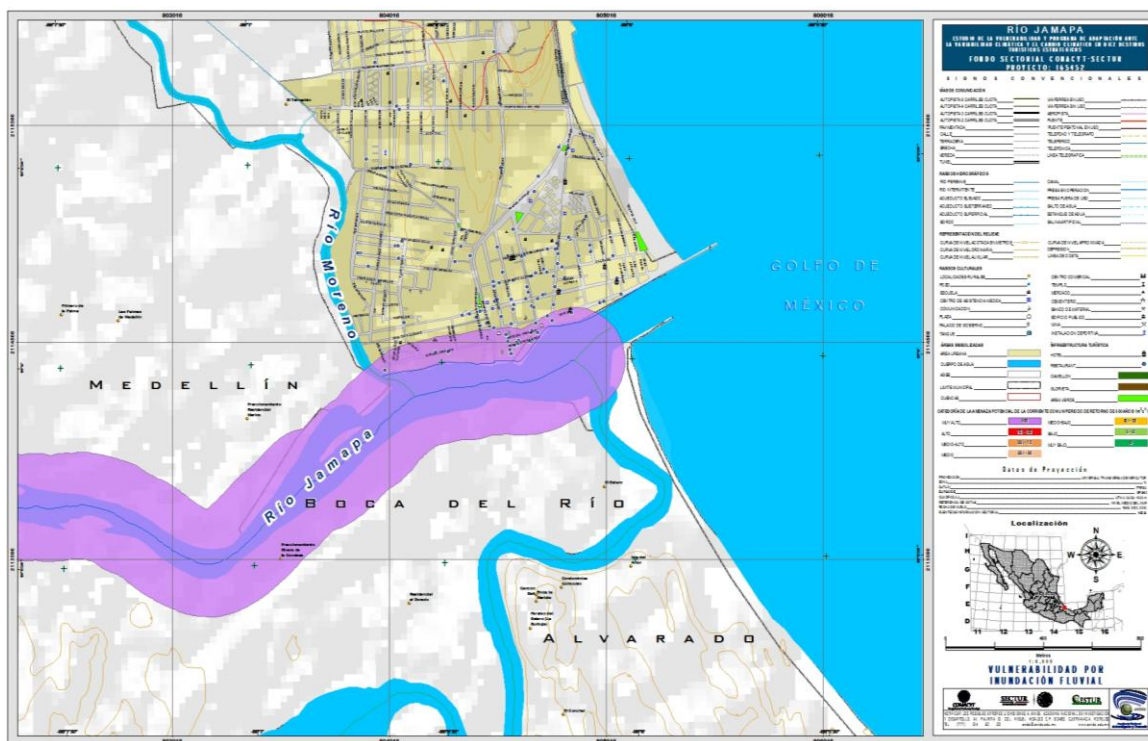


### 3. INDICADOR DE INUNDACIÓN FLUVIAL

Se encontró que los ríos Jamapa, Cotaxtla y su confluencia son los más vulnerables a desbordarse en caso de lluvias extremas e inundar sus riberas (Tabla 12, Figura 25). Esto se debe a que son los ríos con las cuencas de mayor área que desembocan hacia Veracruz, afectando una buena parte de la población y zona turística.

**Tabla 12.** Parámetros para la estimación del indicador de inundación fluvial para el destino turístico de Veracruz

Cauce	Caudal pico en $t_c$ ( $m^3/s$ )	Área de sección requerida ( $m^2$ )	Dimensiones requeridas en la sección (m)		IIF
			Ancho	Profundidad	
Río Jamapa	1572.37	486.79	150	3.2	Muy Alto
Río Cotaxtla	1238.43	392.67	150	2.6	Muy Alto
Confluencia ambos ríos	2810.8	879.46	200	4.4	Muy Alto



**Figura. 25.** Áreas de inundación fluvial del río Jamapa en el destino turístico de Veracruz

#### 4. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA

En Veracruz, el Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) se determinó considerando el índice de vulnerabilidad costera (CVI) para las playas representativas del destino, el indicador de inundación por marea de tormenta (IIMT) y el indicador por inundación fluvial para los principales ríos (IIF) (Tabla 13).

**Tabla 13.** Índices e indicadores utilizados en la determinación del índice de vulnerabilidad física

Playa	Índice de vulnerabilidad costera	Localidad	Indicador de inundación por marea de tormenta	Río	Indicador de inundación fluvial
Acuario	Alta	Rivera del Río Jamapa	Alta	Río Jamapa	Muy Alta
H. Camino Real	Media	Playa de Villa del Mar	Alta	Río Cotaxtla	Muy Alta
Mocambo	Muy alta			Confluencia ambos ríos	Muy Alta
B. Río N	Muy alta				
B. Río S	Alta				

Finalmente, al integrar los índices e indicadores anteriormente descritos, se determinó el Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) para el destino turístico de Veracruz, resultando un IVF de categoría muy alta (Tabla 14), debido a la geomorfología de la planicie costera, con playas de pendientes suaves y baja altura.

**Tabla 14.** Índice de Vulnerabilidad Física para el destino turístico Veracruz

Destino	Índice de vulnerabilidad costera	Indicador de inundación por marea de tormenta	Indicador de inundación fluvial	Índice de vulnerabilidad física
Veracruz	4 Muy alta	3 Alta	4 Muy alta	4 Muy alta

#### IV. VULNERABILIDAD SOCIAL

Para evaluar la vulnerabilidad social del destino turístico de Veracruz, se analizaron las condiciones de los municipios de Boca del Río y de Veracruz.

##### MUNICIPIO BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

Los resultados del Índice de vulnerabilidad social para el municipio de Boca del Río, se presentan a continuación, para cada indicador de vulnerabilidad social.

##### 1. INDICADOR DE GOBERNABILIDAD

Para determinar la situación imperante en el municipio de Boca del Río se elaboró un listado de leyes, reglamentos e instrumentos de política pública que se consideraron fundamentales para lograr la construcción de sociedades resilientes y resistentes ante el cambio climático. En la Tabla 15 se presentan los instrumentos normativos con los que cuenta el municipio, a partir de los cuales se construyó el Indicador de gobernabilidad.

**Tabla 15.** Instrumentos normativos con los que cuenta el municipio de Boca del Río

Instrumento	SI	NO
1. Reglamento municipal en materia de protección civil	X	
2. Atlas Municipal de Riesgos	X	
3. Programa de protección civil (Programa Veracruzano de Protección Civil 2011-2016)		X
4. Plan de contingencias en caso de fenómenos hidrometeorológicos		X
5. Identificación de refugios y albergues necesarios	X	
6. Instrumento financiero para enfrentar daños por desastres		X
7. Convenios de coordinación en materia de protección civil y prevención de riesgos; en materia de difusión, información y promoción de la cultura de protección civil con asociación de hoteles y moteles (2012-2016)	X	
8. Plan de desarrollo municipal (Programa Parcial de Diseño Urbano del Área Norte de la Zona Conurbada Veracruz, Boca del Río, Medellín, Alvarado, La Antigua, Puente Nacional, Úrsulo Galván, Paso de Ovejas, Cotaxtla, Jamapa, Manlio Fabio Altamirano, Soledad de Doblado y Tlalixcoyan; y Programa Parcial de Ordenamiento Urbano del Área Norte de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado)		X
9. Reglamento municipal de construcción (Reglamento de Construcciones para el Estado de Veracruz)		X
10. Reglamentación sobre uso de suelo orientados a la prevención y reducción de riesgos		X
11. Programa de ordenamiento ecológico local		X
12. Programa de Adaptación Climática Municipal		X
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
	<b>Valor normalizado</b>	<b>0.33</b>

## 2. INDICADOR DE EXPOSICIÓN

Este indicador se construyó a partir del cruce de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI, con los resultados de áreas vulnerables a inundación por marea de tormenta, en caso de fenómenos hidrometeorológicos extremos. El indicador refleja el porcentaje de establecimientos que brindan servicios al sector turístico en zonas de riesgo, el cual fue de 100% para el municipio de Boca del Río. Es decir, de la totalidad de los establecimientos de la zona de estudio (en un buffer de 1000 metros a partir de la línea de costa), el 100% quedaría dentro del área expuesta en caso de un evento máximo de inundación por marea de tormenta. Al normalizar el valor para la zona de estudio, se obtuvo un Indicador de Exposición igual a 0.0.

## 3. INDICADOR DE PERCEPCIÓN CIUDADANA SOBRE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LAS AUTORIDADES

En el Indicador de percepción ciudadana, que está construido a partir de los resultados de las encuestas de percepción social, con preguntas sobre qué tanto la población considera que la autoridad municipal está preparada para atender eventos hidrometeorológicos extremos, arrojó los valores que se muestran en la Tabla 16 para el municipio de Boca del Río.

**Tabla 16.** Indicador de percepción ciudadana para el municipio de Boca del Río

Pregunta	Calificación
¿Sabe a quién acudir en caso de emergencia o desastre hidrometeorológico?	0.88
¿Cree que Protección Civil cuenta con infraestructura y capacitación para atender un desastre?	0.52
¿Cree que el gobierno municipal está preparado para atender una emergencia?	0.5
¿Recibe apoyo la población en caso de desastre?	0.86
<b>Valor normalizado</b>	<b>0.69</b>

## 4. INDICADOR DE COHESIÓN SOCIAL

El Indicador de cohesión social se evaluó a partir de preguntas de las encuestas realizadas en cada destino turístico, las cuales proporcionaron información del sentido de pertenencia y de la disposición de la población para participar en acciones para disminuir el efecto de fenómenos hidrometeorológicos. Esto permitió saber qué tan dispuesta está la población para realizar acciones, en caso de ser necesario, y si existe o se identifica la organización social formal en los municipios. En el municipio de Boca del Río se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 17.



**Tabla 17.** Indicador de cohesión social para el municipio de Boca del Río

Pregunta	Calificación
¿Piensa usted quedarse a residir definitivamente en este municipio?	0.72
¿Participaría en acciones para disminuir el efecto de eventos hidrometeorológicos?	0.88
¿Estaría dispuesto a realizar cambios constructivos en su vivienda para disminuir los efectos de fenómenos hidrometeorológicos?	0.87
¿Conoce organizaciones civiles involucradas en protección civil, derechos humanos, protección al ambiente, etc.?	0.24
<b>Valor normalizado</b>	<b>0.68</b>

## 5. INDICADOR DE CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL SECTOR SALUD

El Indicador de capacidad de respuesta del sector salud se utilizó para saber si los municipios tienen la capacidad para atender a su población, así como para conocer, en caso contrario, qué tanto falta desarrollar para cumplir con un estándar considerado óptimo de acuerdo con la OMS, que establece que el número ideal de médicos por cada 10, 000 habitantes es de 25. Para este indicador se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 18 para el municipio de Boca del Río.

**Tabla 18.** Indicador de capacidad de respuesta del sector salud para el municipio de Boca del Río

Indicador	Número de médicos por cada 1000 habitantes	Valor normalizado
Personal médico de las Instituciones públicas del sector salud entre la población total municipal*.	0.55	<b>0.22</b>

\*Fuente: INEGI, 2010

## 6. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL

El Índice de Vulnerabilidad Social obtenido para el municipio Boca del Río, indica un valor de 0.38 (Tabla 19), el cual está dentro del rango vulnerable, esto se debe a que cuenta con un alto riesgo por eventos de marea de tormenta. El Indicador de Gobernabilidad arrojó valores bajos, lo que representa una importante área de oportunidad. Es conveniente implementar las propuestas de medidas de adaptación (ver Sección XXIII) para disminuir la vulnerabilidad del destino turístico de Veracruz.

**Tabla 19.** Índice de Vulnerabilidad Social para el municipio de Boca del Rio

Indicador	Calificación
1. Indicador de gobernabilidad	0.33
2. Indicador de exposición	0.0
3. Indicador de percepción ciudadana	0.69
4. Indicador de cohesión social	0.68
5. Indicador de capacidad de respuesta del sector salud	0.22
<b>Índice de Vulnerabilidad</b>	<b>0.38</b>

ESCALA DE VULNERABILIDAD SOCIAL	Valor	Rango	Color
	Muy vulnerable	0.00 - 0.25	Red
	Vulnerable	0.26 - 0.50	Orange
	Poco vulnerable	0.51 - 0.75	Yellow
	No vulnerable	0.75 - 1.00	Green

## MUNICIPIO DE VERACRUZ

Los resultados del Índice de vulnerabilidad social para el municipio de Veracruz, se presentan a continuación, para cada indicador de vulnerabilidad social.

### 7. INDICADOR DE GOBERNABILIDAD

Para determinar la situación imperante en el municipio de Veracruz se elaboró un listado de leyes, reglamentos e instrumentos de política pública que se consideraron fundamentales para lograr la construcción de sociedades resilientes y resistentes ante el cambio climático. En la Tabla 20 se presentan los instrumentos normativos con los que cuenta el municipio a partir de los cuales se construyó el indicador de gobernabilidad.

**Tabla 20.** Instrumentos normativos con los que cuenta el municipio de Veracruz

Instrumento	SI	NO
1. Reglamento municipal en materia de protección civil	X	
2. Atlas Municipal de Riesgos	X	
3. Programa de protección civil (Programa Veracruzano de Protección Civil 2011-2016)		X
4. Plan de contingencias en caso de fenómenos hidrometeorológicos		X
5. Identificación de refugios y albergues necesarios	X	
6. Instrumento financiero para enfrentar daños por desastres		X
7. Convenios de coordinación en materia de protección civil y prevención de riesgos		X
8. Plan de desarrollo municipal (Programa Parcial de Diseño Urbano del Área Norte de la Zona Conurbada Veracruz, Boca del Río, Medellín, Alvarado, La Antigua, Puente Nacional, Úrsulo Galván, Paso de Ovejas, Cotaxtla, Jamapa, Manlio Fabio Altamirano, Soledad de Doblado y Tlalixcoyan; y Programa Parcial de Ordenamiento Urbano del Área Norte de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado)		X
9. Reglamento municipal de construcción (Reglamento de Construcciones para el Estado de Veracruz)		X
10. Reglamentación sobre uso de suelo orientados a la prevención y reducción de riesgos		X
11. Programa de ordenamiento ecológico local		X
12. Programa de Adaptación Climática Municipal		X
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>9</b>
<b>Valor normalizado</b>	<b>0.25</b>	

### 8. INDICADOR DE EXPOSICIÓN

Este indicador se construyó a partir del cruce de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI, con los resultados de áreas vulnerables a inundación por marea de tormenta, en caso de fenómenos hidrometeorológicos extremos. El indicador refleja el porcentaje de establecimientos que brindan servicios al sector turístico en zonas de riesgo, el cual fue de 100% para el municipio de Veracruz. Es decir, de la totalidad de los establecimientos de la zona de estudio (en un buffer de 1000 metros a partir de la línea de costa), el 100% quedaría dentro del área expuesta en caso de un evento máximo de inundación por marea de tormenta. Al normalizar el valor para la zona de estudio, se obtuvo un Indicador de Exposición igual a 0.0

## 9. INDICADOR DE PERCEPCIÓN CIUDADANA SOBRE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LAS AUTORIDADES

En el Indicador de percepción ciudadana, que está construido a partir de los resultados de las encuestas de percepción social, con preguntas sobre qué tanto la población considera que la autoridad municipal está preparada para atender eventos hidrometeorológicos extremos, arrojó los valores que se muestran en la Tabla 21 para el municipio de Veracruz.

**Tabla 21.** Indicador de percepción ciudadana para el municipio de Veracruz

Pregunta	Calificación
¿Sabe a quién acudir en caso de emergencia o desastre hidrometeorológico?	0.64
¿Cree que Protección Civil cuenta con infraestructura y capacitación para atender un desastre?	0.44
¿Cree que el gobierno municipal está preparado para atender una emergencia?	0.47
¿Recibe apoyo la población en caso de desastre?	0.78
<b>Valor normalizado</b>	<b>0.58</b>

## 10. INDICADOR DE COHESIÓN SOCIAL

El Indicador de cohesión social se evaluó a partir de preguntas de las encuestas realizadas en cada destino turístico, las cuales proporcionaron información del sentido de pertenencia y de la disposición de la población para participar en acciones para disminuir el efecto de fenómenos hidrometeorológicos. Esto permitió saber qué tan dispuesta está la población para realizar acciones, en caso de ser necesario, y si existe o se identifica la organización social formal en los municipios. En el municipio de Veracruz se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Indicador de cohesión social para el municipio de Veracruz

Pregunta	Calificación
¿Piensa usted quedarse a residir definitivamente en este municipio?	0.75
¿Participaría en acciones para disminuir el efecto de eventos hidrometeorológicos?	0.83
¿Estaría dispuesto a realizar cambios constructivos en su vivienda para disminuir los efectos de fenómenos hidrometeorológicos?	0.88
¿Conoce organizaciones civiles involucradas en protección civil, derechos humanos, protección al ambiente, etc.?	0.25
<b>Valor normalizado</b>	<b>0.68</b>



## 11. INDICADOR DE CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL SECTOR SALUD

El Indicador de capacidad de respuesta del sector salud se utilizó para saber si los municipios tienen la capacidad para atender a su población, así como para conocer, en caso contrario, qué tanto falta desarrollar para cumplir con un estándar considerado óptimo de acuerdo con la OMS, que establece que el número ideal de médicos por cada 10, 000 habitantes es de 25. Para este indicador se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 23 para el municipio de Veracruz.

**Tabla 23.** Indicador de capacidad de respuesta del sector salud para el municipio de Veracruz

Indicador	Número de médicos por cada 1000 habitantes	Valor normalizado
Personal médico de las Instituciones públicas del sector salud entre la población total municipal*.	3.10	1.0

\*Fuente: INEGI, 2010

## 12. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL

El Índice de Vulnerabilidad Social obtenido para el municipio de Veracruz, arrojó un valor de 0.50 (Tabla 24), el cual está dentro del rango vulnerable, es decir en la mitad de la escala. Esto se debe a que cuenta con un alto riesgo por eventos de marea de tormenta, y con valores bajos en el Indicador de gobernabilidad. Lo anterior representa una importante área de oportunidad, ya que además de la implementación de las propuestas de medidas de adaptación (ver Sección XXIV) para disminuir la vulnerabilidad del destino turístico, es relevante desarrollar los instrumentos normativos faltantes.

**Tabla 24.** Índice de Vulnerabilidad Social para el municipio de Veracruz

Indicador	Calificación
1. Indicador de gobernabilidad	0.25
2. Indicador de exposición	0.0
3. Indicador de percepción ciudadana	0.58
4. Indicador de cohesión social	0.68
5. Indicador de capacidad de respuesta del sector salud	1.0
<b>Índice de Vulnerabilidad</b>	<b>0.50</b>

ESCALA DE VULNERABILIDAD SOCIAL	Valor	Rango	Color
	Muy vulnerable	0.00 - 0.25	Red
	Vulnerable	0.26 - 0.50	Orange
	Poco vulnerable	0.51 - 0.75	Yellow
No vulnerable	0.75 - 1.00	Green	

## V. PROPUESTA DE PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

La propuesta del programa de adaptación al cambio climático para el destino turístico de Veracruz, se realizó con base en los resultados obtenidos del análisis de las amenazas y de la propia vulnerabilidad de los municipios de Veracruz y Boca del Río. La propuesta inicial fue posteriormente trabajada y validada en el taller de análisis de medidas de adaptación, en el cual participaron autoridades de los distintos niveles de gobierno y representantes de las organizaciones relacionadas con la actividad turística, así como representantes de organizaciones civiles.

Para consultar el programa de adaptación al cambio climático para el destino turístico de Veracruz, ver las Secciones XXIII y XXIV del presente informe final.