

**“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 VII

**VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO NUEVO
VALLARTA**



FONDO SECTORIAL CONACYT-SECTUR

PROYECTO Clave: 165452

SECCIÓN VII. VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO NUEVO VALLARTA

ÍNDICE

I. CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA COSTERA	5
1. MORFOLOGÍA DE LA ZONA LITORAL	5
2. BATIMETRÍA DE LA ZONA MARINA.....	6
3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS EN LA ZONA LITORAL.....	8
4. CLIMA DEL OLEAJE	9
II. AMENAZAS	10
1. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	10
2. AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR.....	12
3. EROSIÓN COSTERA.....	13
4. INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA	17
5. INUNDACIÓN FLUVIAL	18
6. REFRACCIÓN DEL OLEAJE	18
III. VULNERABILIDAD FÍSICA	20
1. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA	20
2. INDICADOR DE INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA.....	22
3. INDICADOR DE INUNDACIÓN FLUVIAL.....	24
4. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA	26
IV. VULNERABILIDAD SOCIAL	27
1. INDICADOR DE GOBERNABILIDAD.....	27
2. INDICADOR DE EXPOSICIÓN	27
3. INDICADOR DE PERCEPCIÓN CIUDADANA SOBRE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LAS AUTORIDADES	28
4. INDICADOR DE COHESIÓN SOCIAL.....	28
5. INDICADOR DE CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL SECTOR SALUD	29
6. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL	30
V. PROPUESTA DE PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Textura y composición de los sedimentos de playa del destino turístico Nuevo Vallarta	8
Tabla 2. Cambio de Temperatura Media Anual (°C) en Nuevo Vallarta	11
Tabla 3. Cambio Porcentual de la Precipitación Media Anual (%) en Nuevo Vallarta	11
Tabla 4. Tasa de erosión/acreción promedio anual del destino turístico de Nuevo Vallarta	13
Tabla 5. Tasa de erosión promedio anual en puntos críticos de mayor erosión del destino turístico de Nuevo Vallarta	15
Tabla 6. Tasa de acreción promedio anual en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Nuevo Vallarta	16
Tabla 7. Variables para la estimación de la inundación causada por marea de tormenta en el destino turístico de Nuevo Vallarta	17
Tabla 8. Parámetros hidrológicos e Indicador de Inundación Fluvial para el destino turístico de Nuevo Vallarta	18
Tabla 9. Valores de las variables geológicas-geomorfológicas y oceanográficas del destino turístico Nuevo Vallarta	20
Tabla 10. Valores de ponderación y del índice de vulnerabilidad costera en playas del destino turístico de Nuevo Vallarta	21
Tabla 11. Tipo de establecimientos vulnerables a inundación por marea de tormenta para el destino turístico de Nuevo Vallarta	22
Tabla 12. Parámetros para la estimación del Indicador de Inundación fluvial para el destino turístico de Nuevo Vallarta	24
Tabla 13. Índices e indicadores utilizados en la determinación del índice de vulnerabilidad física.....	26
Tabla 14. Índice de Vulnerabilidad Física para el destino turístico Nuevo Vallarta.....	26
Tabla 15. Instrumentos normativos con los que cuenta el municipio de Bahía de Banderas.....	27
Tabla 16. Indicador de percepción ciudadana para el municipio de Bahía de Banderas	28
Tabla 17. Indicador de cohesión social para el municipio de Bahía de Banderas.....	29
Tabla 18. Indicador de capacidad de respuesta del sector salud para el municipio de Bahía de Banderas.....	29
Tabla 19. Índice de Vulnerabilidad Social para el municipio de Bahía de Banderas	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de las playas monitoreadas en el destino turístico de Nuevo Vallarta.....	5
Figura 2. Topografía de las playas seleccionadas en el destino turístico de Nuevo Vallarta	6
Figura 3. Perfiles batimétricos de la línea de costa hacia mar adentro, en el destino turístico de Nuevo Vallarta	6
Figura 4. Batimetría de la zona de estudio en Nuevo Vallarta, Nayarit	7
Figura 5. Tipo de sedimentos de las playas del destino turístico de Nuevo Vallarta	9
Figura 6. Cambio de Temperatura Media Anual (°C) en Nuevo Vallarta	11
Figura 7. Rango de cambio en la Precipitación Media Anual (%) en Nuevo Vallarta.....	12
Figura 8. Gráfica del cambio del nivel del mar en cm, de 1990 a 2100	12
Figura 9. Puntos críticos de mayor erosión y acreción en el destino turístico de Nuevo Vallarta	14
Figura 10. Tasa de erosión en puntos críticos del destino turístico de Nuevo Vallarta	15
Figura 11. Tasa de acreción en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Nuevo Vallarta.....	16
Figura 12. Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en el destino turístico Nuevo Vallarta.....	17
Figura 13. Comportamiento de ortogonales de oleaje en Nuevo Vallarta, provenientes de la dirección NW con periodo de 7 segundos.....	19
Figura 14. Comportamiento de ortogonales de oleaje en Nuevo Vallarta, provenientes de la dirección W con periodo de 22 segundos, asociado a huracanes	19
Figura 15. Índice de vulnerabilidad costera en playas representativas del destino turístico de Nuevo Vallarta.....	21
Figura 16. 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 Nuevo Vallarta.....	23
Figura 17. Áreas de inundación fluvial del río Ameca en el destino turístico de Nuevo Vallarta.....	24
Figura 18. Áreas de inundación fluvial del río Mezcales en el destino turístico de Nuevo Vallarta.....	25

SECCIÓN VII. VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO NUEVO VALLARTA

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

En Nuevo Vallarta se realizó un monitoreo, para el cual se seleccionaron tres playas representativas que fueron: Playa Marina Norte, Playa Marina Sur y Playa Mayan Palace, junto a la desembocadura del río Ameca (Figura 1).



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

Estas playas se encuentran en la Bahía de Banderas, cuyo origen es tectónico, en la costa occidental mexicana. Sus playas tienen una amplitud de 30 m, una pendiente del 5% y una altura de menos de 2 m (Figura 2)

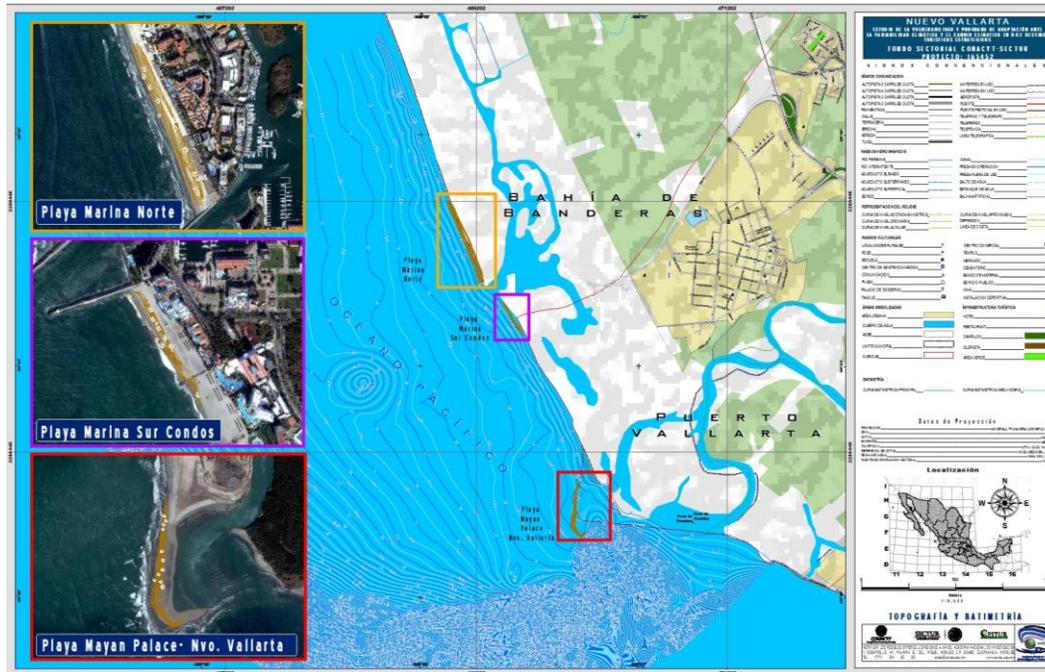


Figura 2. Topografía de las playas seleccionadas en el destino turístico de Nuevo Vallarta

2. BATIMETRÍA DE LA ZONA MARINA

Bahía de Banderas tiene una batimetría de pendiente suave, menor al 1%, en los primeros 1500 m, con menos de 20 m de profundidad (Figura 3). Un cañón profundo en la zona centro sur de la bahía es el rasgo fundamental de esta bahía. Este cañón tiene su cabeza entre los 3 y 4 km desde la desembocadura del río Ameca hacia el mar; y en menos de cinco kilómetros alcanza una profundidad de 500 m; de allí hasta la parte exterior de la bahía presenta un fondo de poca pendiente (1%).

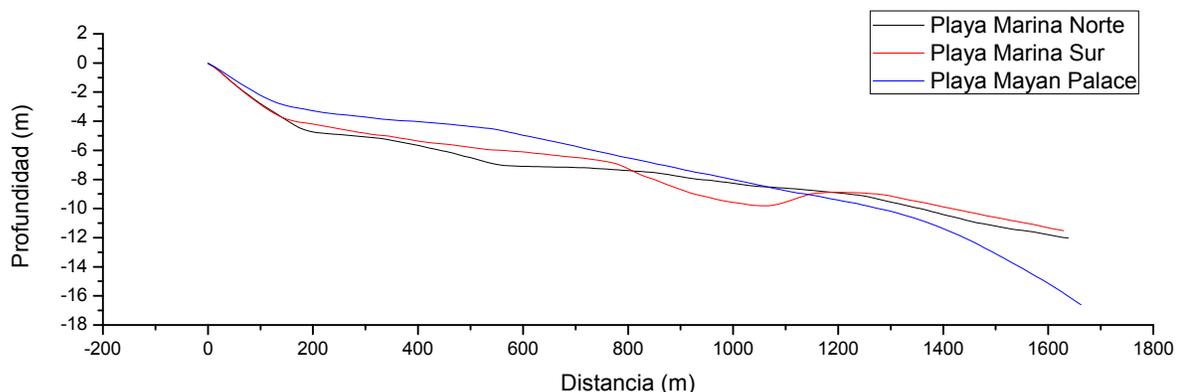


Figura 3. Perfiles batimétricos de la línea de costa hacia mar adentro, en el destino turístico de Nuevo Vallarta

La pared sur del cañón es abrupta, por lo que la costa entre Puerto Vallarta y Cabo Corrientes es de pendiente fuerte (10 %), con la presencia de algunas playas arenosas hacia Puerto Vallarta. Hacia el norte del cañón la

pendiente es moderada (~ 0.03), con la presencia regular de playas desde Puerto Vallarta, Jalisco, hasta Punta Mita, Nayarit (Figura 4).

La presencia de las islas Las tres Marietas y la Roca de la Corveteña, al norte de la Bahía y al exterior de ésta, ofrecen bajos que dan protección a la bahía, entre Punta Mita y Bucerías. Más allá de la boca de la bahía, al sur, en dirección al mar, la profundidad llega a los 2000 m.

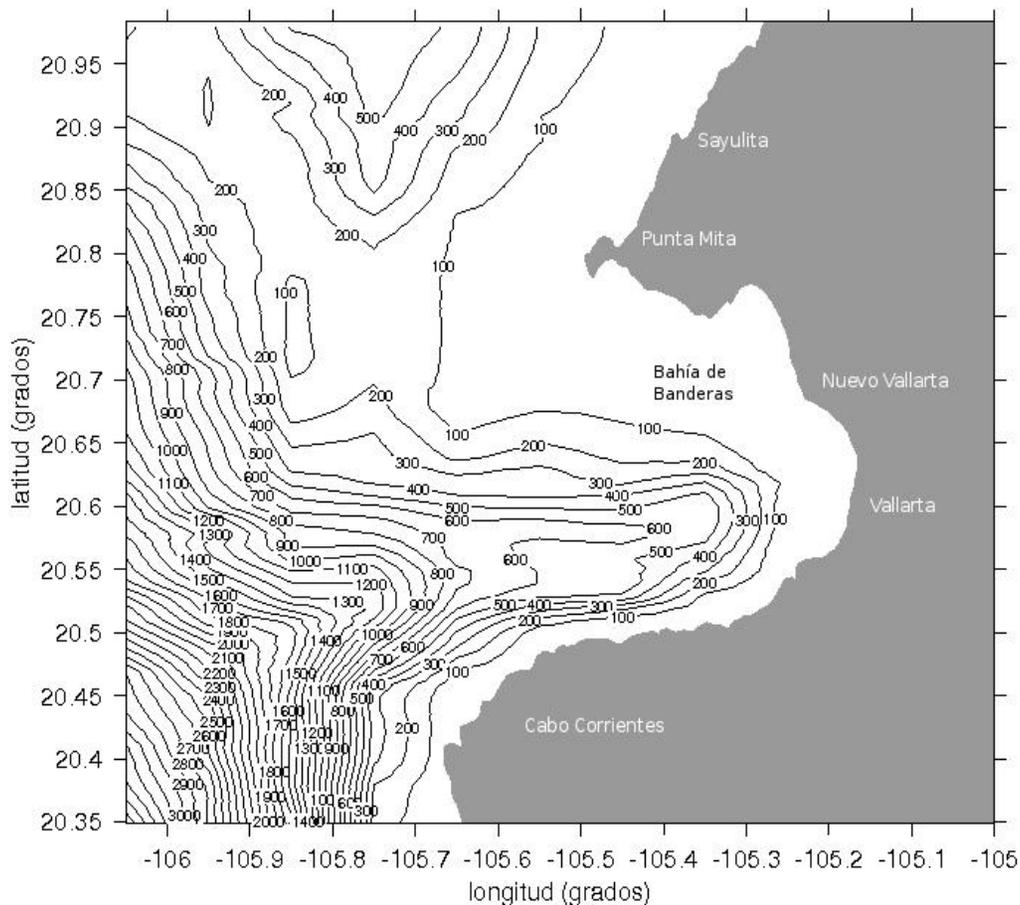


Figura 4. Batimetría de la zona de estudio en Nuevo Vallarta, Nayarit

3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS EN LA ZONA LITORAL

El análisis sedimentológico reveló que en el destino turístico de Nuevo Vallarta, los sedimentos son principalmente arena finas y medias, con un porcentaje de 72% y 22% respectivamente (Figura 5). Estos sedimentos están compuestos por subfeldsarenitas o arenas feldsarenitas, lo que indica que tienen un mayor contenido de cuarzo, producto de la erosión de las rocas ígneas cuarzofeldespáticas de la sierra, que son transportadas por los ríos al mar, y de la erosión causada por el oleaje en el litoral rocoso de la bahía, cuyos sedimentos son transportados por la corriente litoral hacia la playa (Tabla 1).

Tabla 1. Textura y composición de los sedimentos de playa del destino turístico Nuevo Vallarta

Playa	Perfil	Zona	Coordenadas		Tipo de sedimentos	Composición mineralógica
			X	Y		
Playa Marina Norte	1	Infraplaya	469109	2288110	Arena fina	Subfeldsarenita
		Mesoplaya	469114	2288112	Arena fina	Subfeldsarenita
		Supraplaya	469122	2288115	Arena fina	Subfeldsarenita
	2	Infraplaya	469167	2287960	Arena fina	Arena feldespática
		Mesoplaya	469174	2287963	Arena fina	Arena feldespática
		Supraplaya	469180	2287966	Arena fina	Subfeldsarenita
Playa Marina Sur	1	Infraplaya	469763	2287018	Arena media	Arena feldespática lítica
		Mesoplaya	469768	2287020	Arena fina	Arena feldespática
		Supraplaya	469777	2287024	Arena media	Arena feldespática lítica
	2	Infraplaya	469578	2287350	Arena media	Arena feldespática
		Mesoplaya	469583	2287354	Arena media	Arena feldespática lítica
		Supraplaya	469590	2287357	Arena fina	Arena feldespática lítica
Playa Mayan Palace	1	Infraplaya	470097	2286240	Arena gruesa	Arena feldespática lítica
		Mesoplaya	470105	2286245	Arena fina	Arena feldespática lítica
		Supraplaya	470113	2286249	Arena fina	Arena feldespática lítica
	2	Infraplaya	470232	2286176	Arena fina	Arena feldespática
		Mesoplaya	470232	2286180	Arena fina	Arena feldespática
		Supraplaya	470231	2286182	Arena fina	Arena feldespática

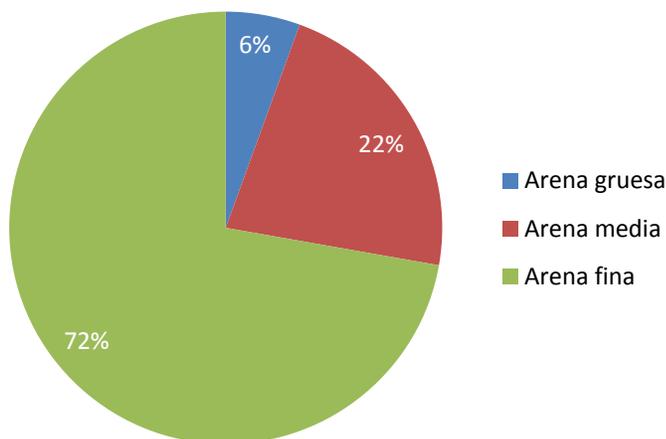


Figura 5. Tipo de sedimentos de las playas del destino turístico de Nuevo Vallarta

4. CLIMA DEL OLAJE

El interior de Bahía de Banderas está expuesto al oleaje franco con componente oeste (W). Este oleaje es de periodos cortos, originados por los vientos locales (7 segundos) y oleajes de tormenta (12,16 y 22 segundos). Normalmente los huracanes en el Pacífico tropical del este (E), se desplazan de la zona ciclogénica al oeste (W) de Costa Rica y sur de Chiapas, mientras migran al norte. La gran mayoría de los huracanes no llegan a Cabo Corrientes, pues cuando alcanzan esta latitud, ya están bastante retirados de la costa mexicana. Sin embargo en su traslación al norte (N) y al oeste (W) generan oleaje de 12 ó 16 segundos que se propaga hacia la costa occidental mexicana y afecta a la Bahía de Banderas.

Del sector noroeste (NW) llega oleaje generado en la boca del Golfo de California, tanto por vientos locales (7 segundos) como por sistemas de mesoescala (12 a 16 segundos). Estos oleajes llegan con poca ocurrencia durante los meses de invierno. Por otro lado, en esta bahía se presenta un rango mareal de 2 metros.

II. AMENAZAS

1. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Para el destino turístico de Nuevo Vallarta 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 0.6°C hasta 2.5°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 CO₂ 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 Nuevo Vallarta, mostró que es probable que la temperatura media anual aumente hasta 1.4°C para el 2020, aumento que pudiera ser continuo y alcanzar los 3.4°C para el 2080 (Tabla 2, Figura 6). El escenario climático A2 también mostró un claro aumento de la temperatura media anual, pudiendo alcanzar hasta 1.3°C más para el 2020, y continuar aumentando hasta 3.8°C más para el 2080 (Tabla 2, Figura 6). En cuanto a la confiabilidad de los modelos de temperatura puede observarse que la dispersión es baja (de 0.4°C a 0.7°C en el escenario A1B y de 0.4°C a 0.6°C en el escenario A2), por lo que la probabilidad de que estos modelos se cumplan es alta.

Tabla 2. Cambio de Temperatura Media Anual (°C) en Nuevo Vallarta

TEMPERATURA (°C)	ESCENARIO A1B			TEMPERATURA (°C)	ESCENARIO A2		
	2020	2050	2080		2020	2050	2080
Anomalía	1	1.9	2.8	Anomalía	0.9	1.8	3.2
Dispersión	0.4	0.5	0.7	Dispersión	0.4	0.5	0.6
Rango de cambio (±)	1.4	2.4	3.4	Rango de cambio (±)	1.3	2.3	3.8
	0.6	1.4	2.1		0.6	1.3	2.5

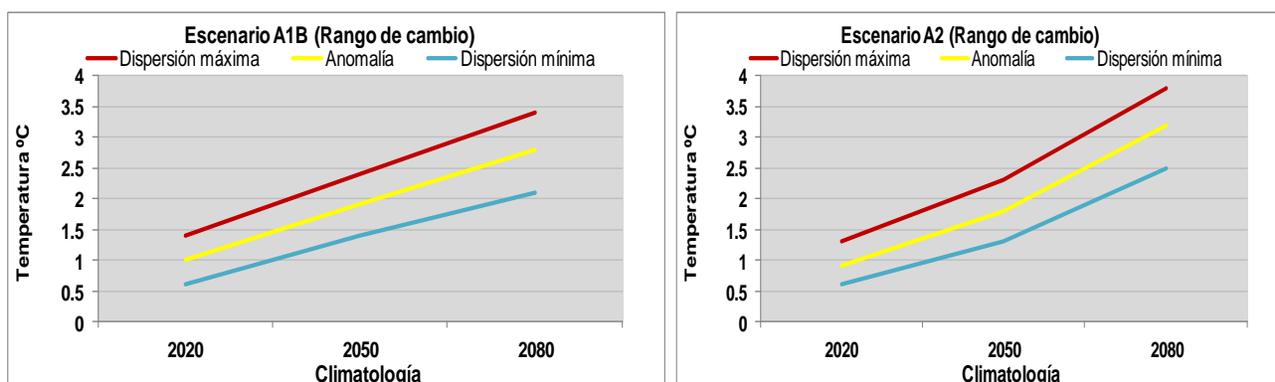


Figura 6. Cambio de Temperatura Media Anual (°C) en Nuevo Vallarta

Para el caso de la precipitación, que es una variable más complicada debido a los elevados rangos de variabilidad que presenta, la tendencia es 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 14.5% en la climatología del 2080, mientras que en el escenario A2, esta disminución podría ser de hasta 18.7% para ese mismo periodo (Tabla 3, Figura 7).

Tabla 3. Cambio Porcentual de la Precipitación Media Anual (%) en Nuevo Vallarta

Precipitación (%)	ESCENARIO A1B			Precipitación (%)	ESCENARIO A2		
	2020	2050	2080		2020	2050	2080
Anomalía	-3.2	-4.3	-4.3	Anomalía	-5.5	-6.9	-7.2
Dispersión	9.1	9	10.2	Dispersión	7.3	9.4	11.6
Rango de cambio (±)	5.9	4.7	5.9	Rango de cambio (±)	1.7	2.4	4.4
	-12.3	-13.3	-14.5		-12.8	-16.3	-18.7

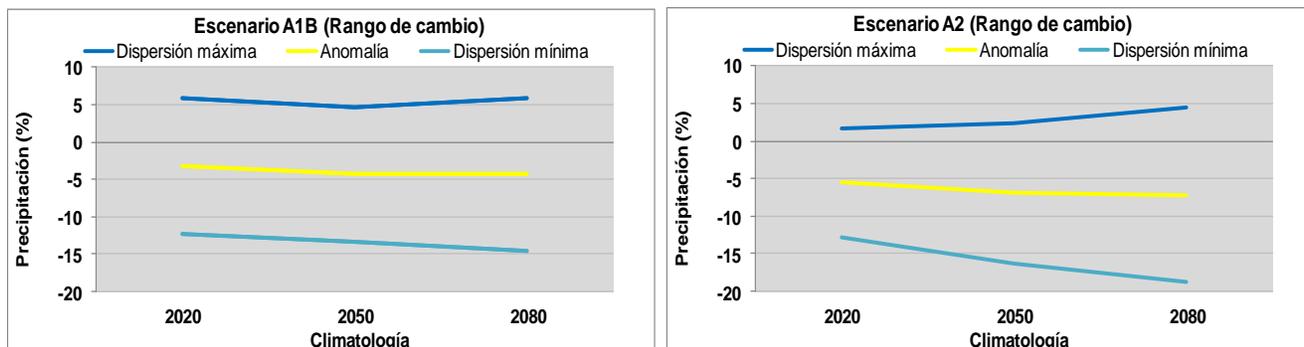


Figura 7. Rango de cambio en la Precipitación Media Anual (%) en Nuevo Vallarta

2. AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

Para el caso de Nuevo Vallarta se consideró una variación del nivel del mar por cambio climático de 3 mm/año (Figura 8), 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.

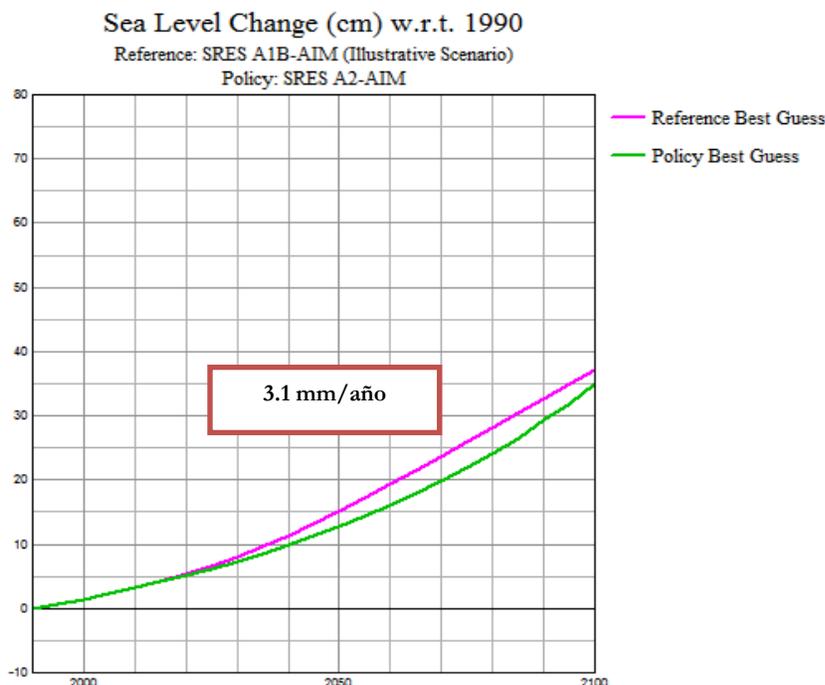


Figura 8. Gráfica del cambio del nivel del mar en cm, de 1990 a 2100

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 Nuevo Vallarta 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 Nuevo Vallarta mostraron una tasa de acreción de 2.22 m/año (Tabla 4), lo cual indica un predominio significativo de los procesos de acumulación sobre los erosivos.

Tabla 4. Tasa de erosión/acreción promedio anual del destino turístico de Nuevo Vallarta

Destino Turístico	Año inicial	Año final	Intervalo (años)	Desplazamiento total promedio (m)	Tasa de erosión-acreción (m/año)
NUEVO VALLARTA	1995	2012	17	37.78	2.22

Nuevo Vallarta presenta procesos de erosión-acreción (Figura 9) En la zona de estudio se registraron sitios críticos de erosión con pérdidas de hasta 17.4 m/año, como es el caso de la Playa Sur Hotel Mayan Palace (Punto 1) (Tabla 5, Figura 10), donde la falta de aporte de sedimentos por parte del río Ameca ha ocasionado el punto crítico de mayor erosión.

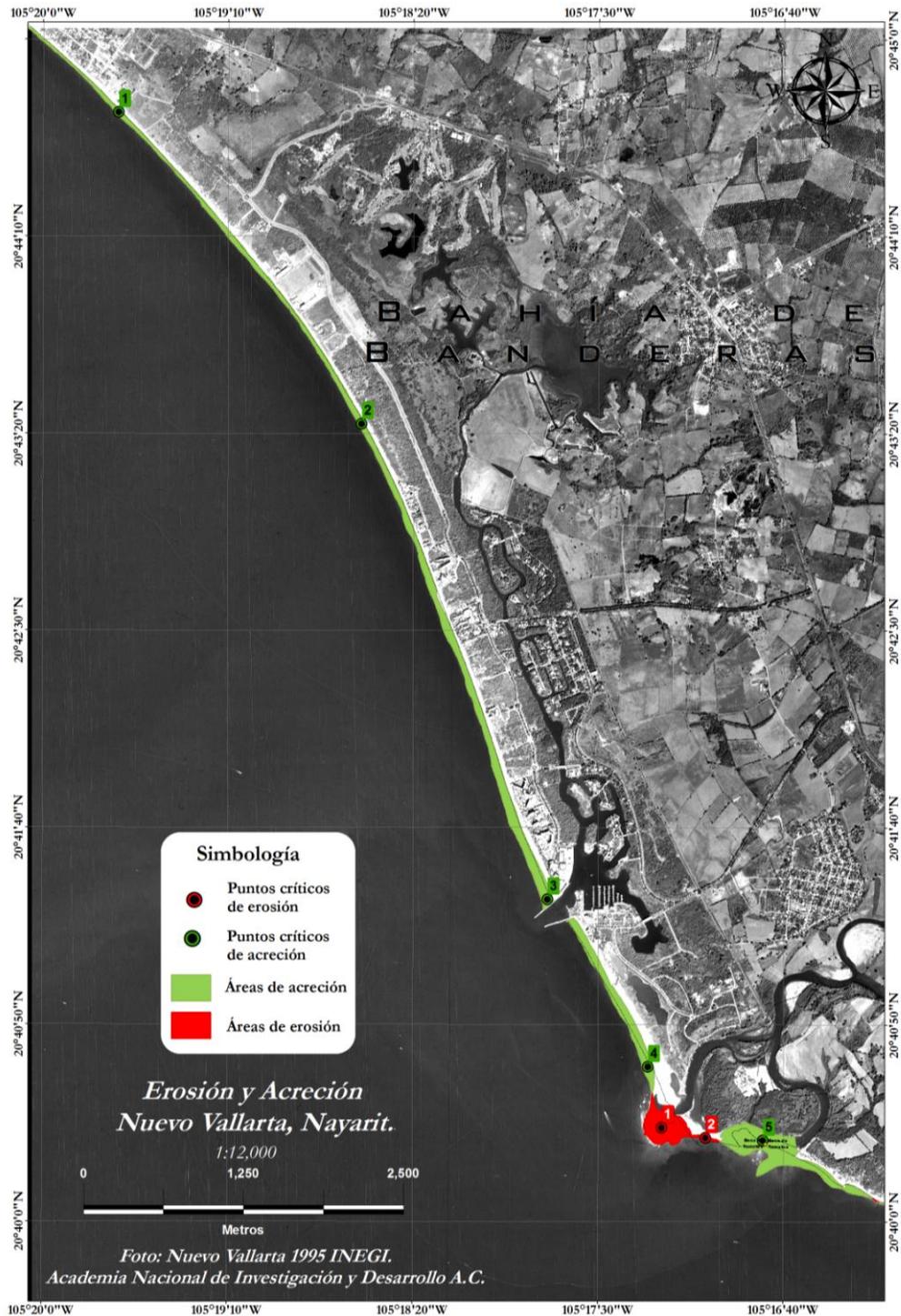


Figura 9. Puntos críticos de mayor erosión y acreción en el destino turístico de Nuevo Vallarta

Tabla 5. Tasa de erosión promedio anual en puntos críticos de mayor erosión del destino turístico de Nuevo Vallarta

Sitio	Punto	Playa	Coordenadas		Erosión Total (m)	Periodo (años)	Tasa de Erosión Promedio Anual (m/año)
			X	Y			
Nuevo Vallarta	1	Playa Sur Hotel Mayan Palace	470121.2688	2286016.24	296.5	17	17.4
	2	Playa Sur Boca de Tomates	470460.9419	2285935.687	39.3	17	2.3

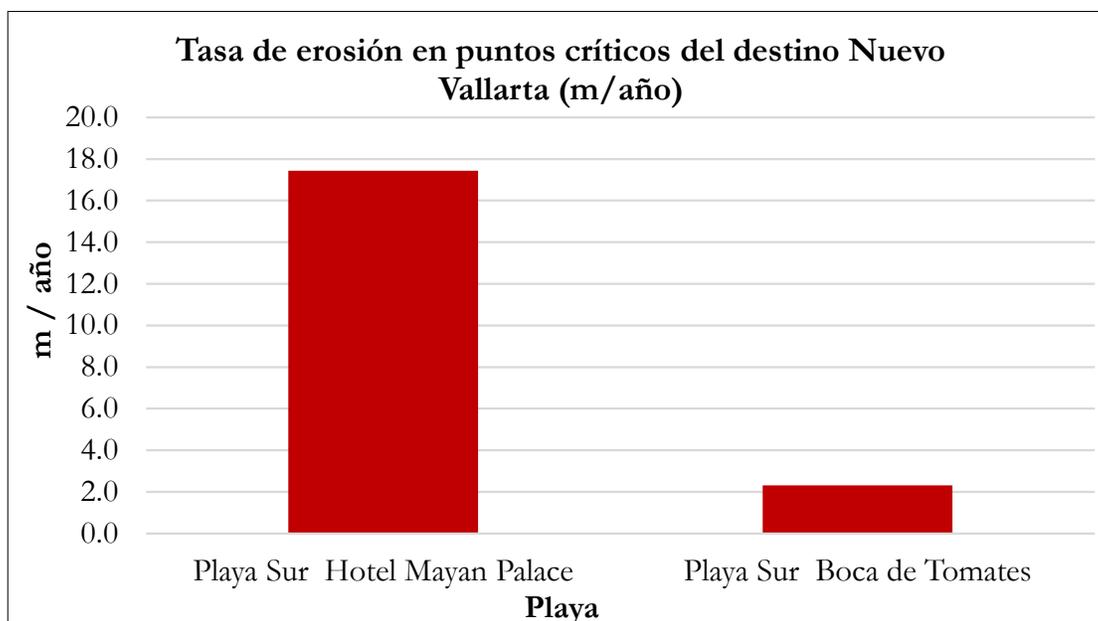


Figura 10. Tasa de erosión en puntos críticos del destino turístico de Nuevo Vallarta

Por otro lado la Playa Boca de Tomates (boca sur del río Ameca) presenta la tasa de acreción más alta con un valor de 8.9 m/año (Punto 5) (Tabla 6, Figura 11), debido al aporte de sedimentos del río, que se acumulan en su desembocadura

Tabla 6. Tasa de acreción promedio anual en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Nuevo Vallarta

Sitio	Punto	Playa	Coordenadas		Acreción Total (m)	Periodo (años)	Tasa de Acreción Promedio Anual (m/año)
			X	Y			
Nuevo Vallarta	1	Playa frente Natura Spa, Bucerías, Bahía de Balderas	465889.3231	2293945.572	35.2	17	2.1
	2	Playa frente al Hotel Club Hotel Riu Jalisco	467781.529	2291510.327	44.0	17	2.6
	3	Playa frente a Hotel Paradise Village	469229.4886	2287798.57	104.0	17	6.1
	4	Playa sur frente al Hotel Mayan Palace	470013.2766	2286491.335	82.3	17	4.8
	5	Playa Boca de Tomates	470909.7196	2285913.695	151.4	17	8.9

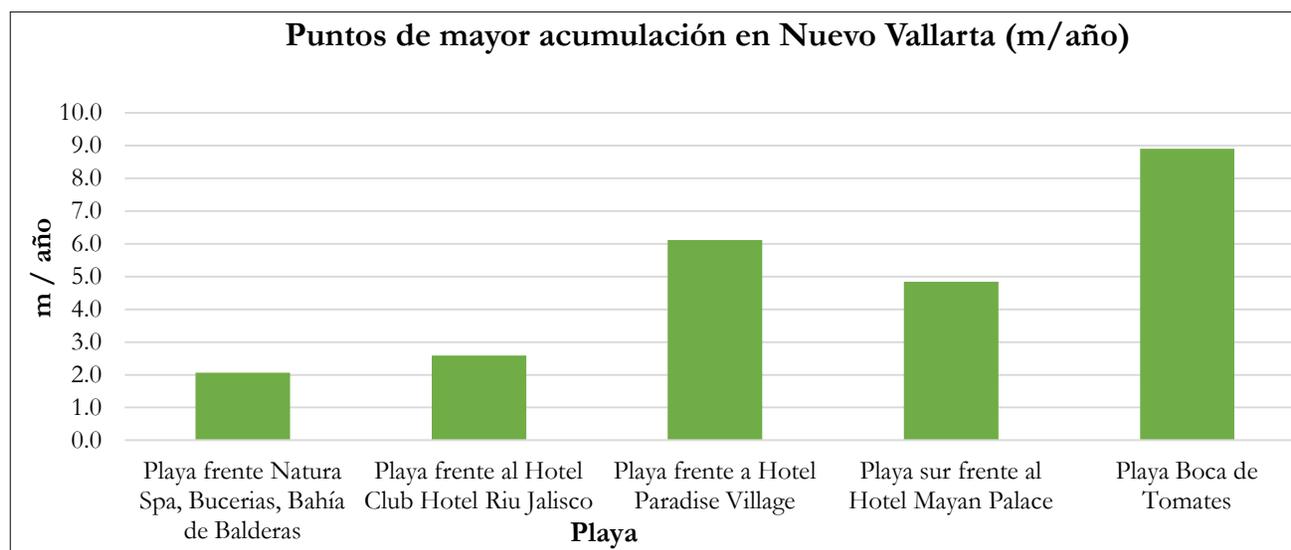


Figura 11. Tasa de acreción en puntos de mayor acumulación del destino turístico de Nuevo Vallarta

4. INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA

Nuevo Vallarta ha registrado inundaciones catalogadas como extraordinarias por huracanes de categoría 5, que han impactado en el destino (Tabla 7). El Indicador de Inundación por Marea de Tormenta (IIMT) (Tabla 7) se determinó a partir de la máxima amplitud de marea de tormenta, que fue de 5.2 m (CENAPRED, 2001). Las áreas más vulnerables frente a las inundaciones por marea de tormenta en esta zona son las partes bajas de los ríos Mezcales, Ameca, y la zona entre la Marina y Parque Acuático (Figura 12).

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

Datos para la estimación de amenaza y vulnerabilidad ante huracanes y tormentas tropicales en Nuevo Vallarta, Nayarit.				
Localidad	Categ. huracán	Amplitud marea tormenta (m)	Tiempo de retorno años	Probabilidad anual
Nuevo Vallarta	H5	5.2	57	1%
	H4	3.8	57	1%
	H3	2.9	57	0%
	H2	2.3	53.8	6%
	H1	1.8	14.8	19%
	TT	1.7	6.1	37%
	DT	0.9	3.8	37%

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

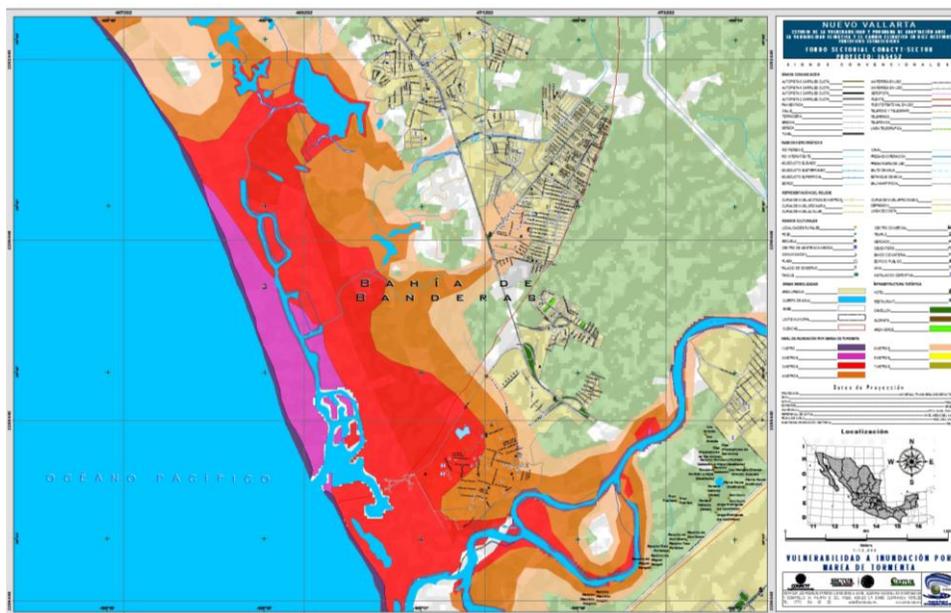


Figura 12. Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en el destino turístico Nuevo Vallarta

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 Nuevo Vallarta se estimó la inundación fluvial ante lluvias extremas (Tabla 8).

Tabla 8. Parámetros hidrológicos e Indicador de Inundación Fluvial para el destino turístico de Nuevo Vallarta

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 Mezcales	3.12	180	58	124.5	73.43	30	2.45
Río Ameca (tramo 1)	11.99	239	20	1835.68	660.94	200	3.30

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

El oleaje proveniente del noroeste (NW), con periodos de 7 y 12 segundos (Figura 13) llega a concentrar algo de energía en la zona de Nuevo Vallarta, al norte de Paradise Village Hotel. Por otro lado, el oleaje generado por los huracanes provenientes del oeste (W), con periodos de 16 y 22 segundos (Figura 14), es efectivamente refractado por las Islas Marietas y la Roca de la Corveteña. Cerca de Cabo corrientes hay algo de concentración de energía por el oleaje de esta dirección. La parte exterior y sur de Punta Mita muestra concentración de energía del oleaje para los periodos de alta energía (12, 16 y 22 segundos).

El oleaje del oeste-suroeste (WSW), de 7 segundos, logra penetrar, pero no se aprecia una concentración de energía en la región entre Punta Mita y Nuevo Vallarta. Los oleajes de esta dirección, de periodos de 12, 16 y 22 segundos, penetran y presentan concentración en las inmediaciones de Nuevo Vallarta y sur de Punta Mita.

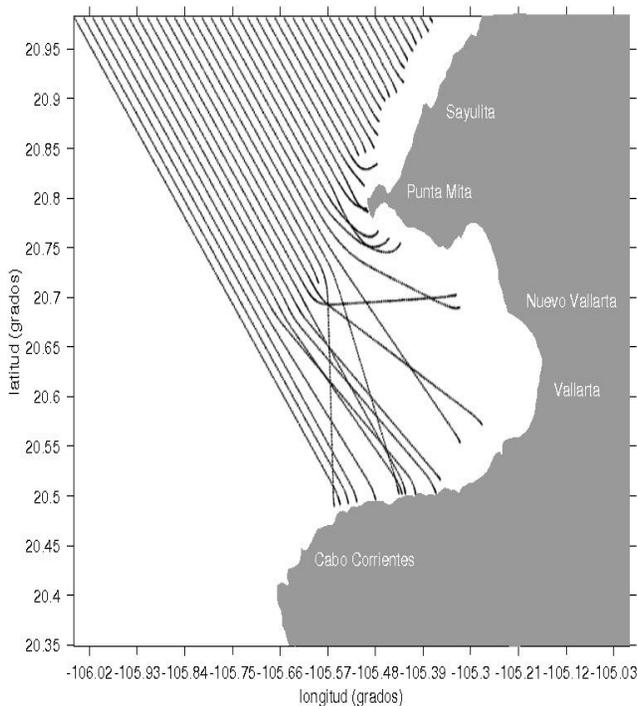


Figura 13. Comportamiento de ortogonales de oleaje en Nuevo Vallarta, provenientes de la dirección NW con periodo de 7 segundos

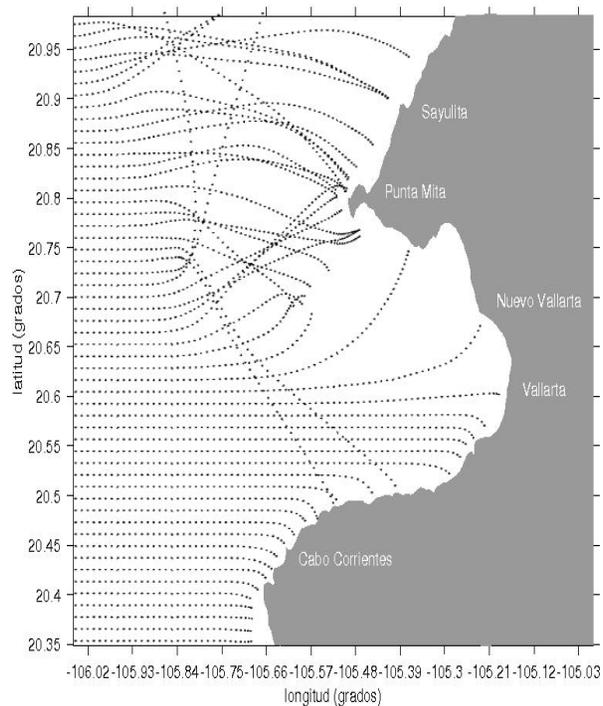


Figura 14. Comportamiento de ortogonales de oleaje en Nuevo Vallarta, provenientes de la dirección W con periodo de 22 segundos, asociado a huracanes

III. VULNERABILIDAD FÍSICA

La vulnerabilidad física del destino turístico de Nuevo Vallarta, 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 determinación del tipo de sedimentos de playa, y un modelo hidrodinámico (refracción del oleaje).

1. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA

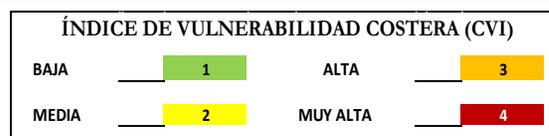
En el destino turístico de Nuevo Vallarta, el Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) se calculó para las playas Marina Norte, Marina Sur y Playa Mayan Palace, con las variables geológicas-geomorfológicas y oceanográficas presentes en la Tabla 9, determinando la ponderación de las mismas para obtener el CVI. Los resultados obtenidos para estas playas fue un CVI de categoría baja para las playas Marina Norte y Marina Sur, y alta para la Playa Mayan Palace (Tabla 10). Estos resultados se deben a que Nuevo Vallarta se encuentra protegido por las Islas Marietas y Punta Mita, lo que a su vez ocasiona valores altos de acreción.

Tabla 9. Valores de las variables geológicas-geomorfológicas y oceanográficas del destino turístico Nuevo Vallarta

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)
Playa Marina Norte	6.2	150	4.0	2	2 a 3	3	2
Playa Marina Sur	3.7	63	6.3	1.3	2 a 3	3	2
Playa Mayan Palace	-17.4	63.5	8.3	1.6	2 a 3	3	2

Tabla 10. Valores de ponderación y del índice de vulnerabilidad costera en playas del destino turístico de Nuevo Vallarta

Playa	Geología/ Geomorfología	Tasa de erosión/ acreción	Índice topográfico	Oleaje significativo medio	Tasa de cambio del nivel relativo del mar	Rango mareal medio	CVI
Playa Marina Norte	2 (bajo)	1 (muy bajo)	3 (moderado)	5 (muy alto)	3 (moderado)	4 (alto)	1 Baja
Playa Marina Sur	2 (bajo)	1 (muy bajo)	3 (moderado)	5 (muy alto)	3 (moderado)	4 (alto)	1 Baja
Playa Mayan Palace	2 (bajo)	5 (muy alto)	3 (moderado)	5 (muy alto)	3 (moderado)	4 (alto)	Alta



La categoría baja de los valores del índice de vulnerabilidad costera presente en la Marina Norte y Sur, se debe a la acumulación provocada por la escollera de la marina, mientras que la erosión presente en una de las bocas del río Ameza produce una vulnerabilidad alta para la Playa Mayan Palace (Figura 15).

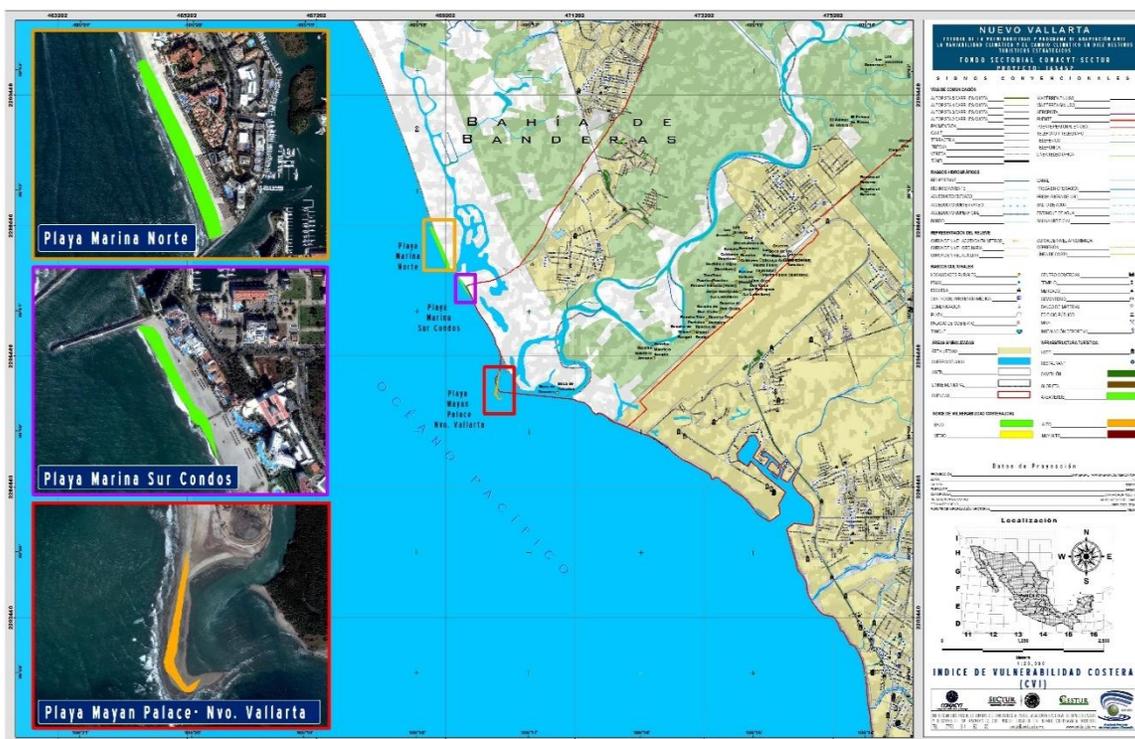


Figura 15. Índice de vulnerabilidad costera en playas representativas del destino turístico de Nuevo Vallarta

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 (2013), 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 (163), seguidos de los establecimiento que brindan “otros servicios excepto actividades gubernamentales” (82) (Figura 16).

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

Nuevo Vallarta										
Tipo de servicio	Número de servicios	Buffer 1000 m	Marea de tormenta (m)							TOTAL
			1	2	3	4	5	6	7	
Construcción	23	10	0	0	0	0	1	0	0	1
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	625	154	0	7	3	33	20	19	10	92
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	975	345	0	50	6	25	43	24	15	163
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	96	19	0	5	2	11	1	2	1	22
Servicios de salud y de asistencia social	145	30	0	3	0	3	2	1	4	13
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	170	70	0	22	0	2	2	0	2	28
Transportes, correos y almacenamiento	56	16	0	1	0	3	0	0	0	4
Total	2090	644	0	88	11	77	69	46	32	323

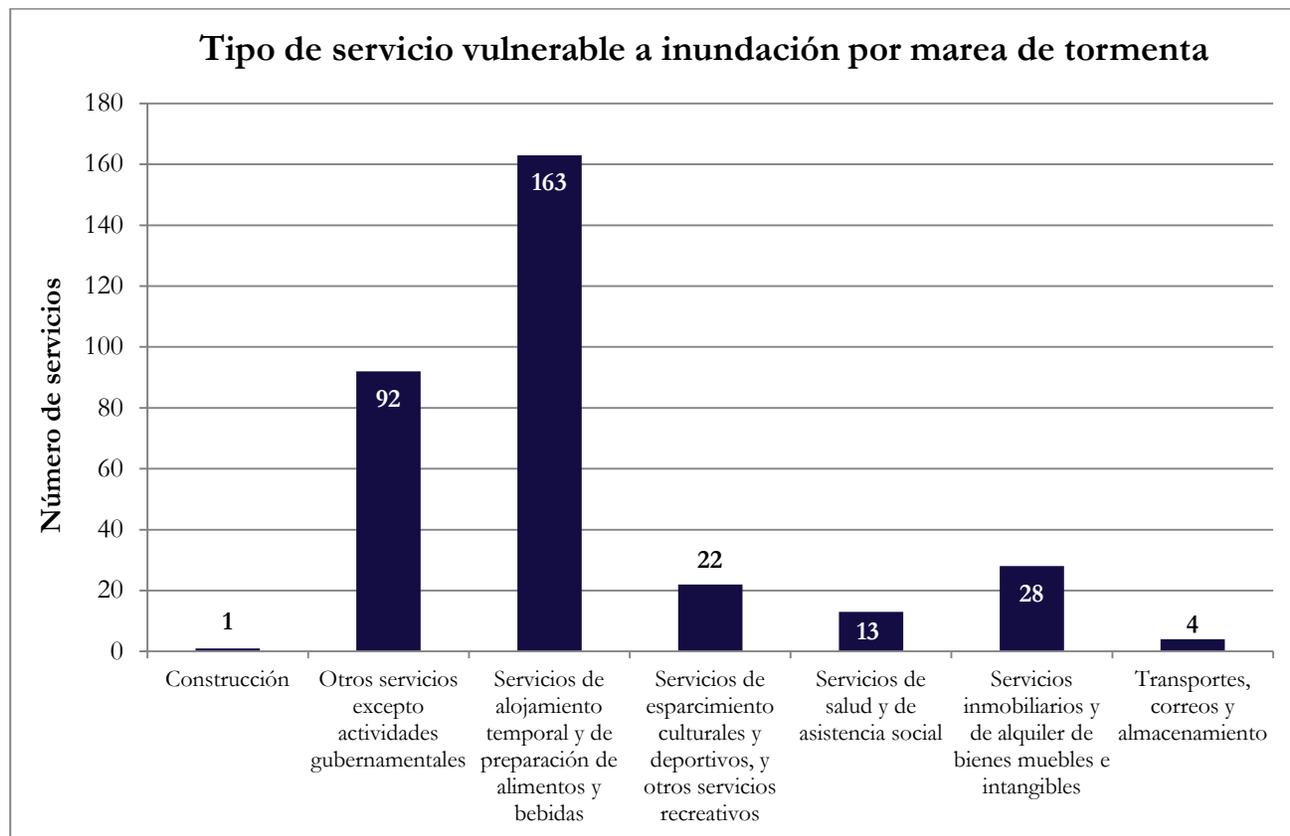


Figura 16. Número de establecimientos, según los servicios que brindan, acumulados en el rango de 0 a 7 m de altura, vulnerables a inundación por marea de tormenta para el destino turístico de Nuevo Vallarta

3. INDICADOR DE INUNDACIÓN FLUVIAL

Este análisis reveló que el río Ameca es el más vulnerable a desbordarse y causar inundación en sus riberas en caso de lluvias extremas (Tabla 12, Figura 17), seguido del río Mezcales con alta vulnerabilidad frente a este fenómeno (Figura 18).

Tabla 12. Parámetros para la estimación del Indicador de Inundación fluvial para el destino turístico de Nuevo Vallarta

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 Mezcales	124.5	73.43	30	2.45	Alto
Río Ameca (tramo 1)	1835.68	660.94	200	3.30	Muy Alto

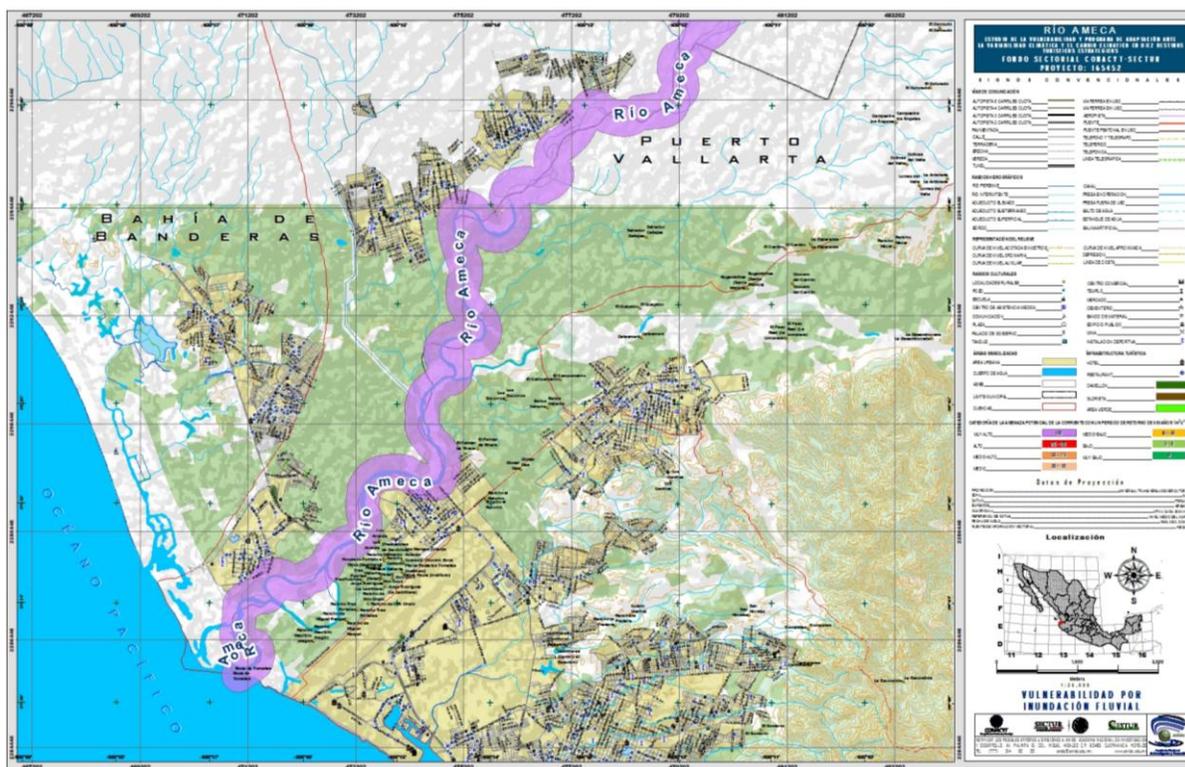


Figura 17. Áreas de inundación fluvial del río Ameca en el destino turístico de Nuevo Vallarta

4. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA

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 de 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
Playa Marina Norte	Baja	Río Mezcales	Alta	Río Mezcales	Alta
Playa Marina Sur	Baja	Río Ameca	Alta	Río Ameca	Muy alta
Playa Mayan Palace	Alta	Zona Marina - Parque Acuático	Muy alta		

Finalmente, al integrar los índices e indicadores anteriormente descritos, se determinó el Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) para el destino turístico de Nuevo Vallarta, resultando un IVF de categoría alta (Tabla 14), debido a la geomorfología de la bahía amplia que encajona las masas de agua hacia su interior, y a que, a pesar de la protección de Punta Mita y de las Islas Marietas, la vulnerabilidad a la inundación fluvial y por mareas de tormenta son muy altas.

Tabla 14. Índice de Vulnerabilidad Física para el destino turístico Nuevo Vallarta

Destino	Índice de vulnerabilidad costera	Indicador de inundación por marea de tormenta	Indicador de inundación fluvial	Índice de vulnerabilidad física
Nuevo Vallarta	1 Baja	4 Muy alta	4 Muy alta	3 Alta

IV. VULNERABILIDAD SOCIAL

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

1. INDICADOR DE GOBERNABILIDAD

Para determinar la situación imperante en el municipio de Bahía de Banderas 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 Bahía de Banderas

Instrumento	SI	NO
1. Reglamento municipal en materia de protección civil	X	
2. Atlas Municipal de Riesgos (se elaboró en 2008 pero no está disponible)		X
3. Programa municipal de protección civil (Programa Municipio seguro resistente a desastres)		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 urbano municipal (además existe el Programa de Ordenamiento de la Zona Metropolitana Inter-Estatal de Puerto Vallarta - Bahía de Banderas)	X	
9. Reglamento municipal de construcción (Reglamento de Desarrollo Urbano y Construcción)	X	
10. Reglamentación sobre uso de suelo orientados a la prevención y reducción de riesgos	X	
11. Programa de ordenamiento ecológico local (Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero de los Municipios de San Blas, Compostela y Bahía de Banderas)		X
12. Programa de Adaptación Climática Municipal		X
Total	6	6
	Valor normalizado	0.50

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 48.6% para el municipio de Bahía de Banderas. 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 48.6% 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 0.51

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 15 para el municipio de Bahía de Banderas.

Tabla 16. Indicador de percepción ciudadana para el municipio de Bahía de Banderas

Pregunta	Calificación
¿Sabe a quién acudir en caso de emergencia o desastre hidrometeorológico?	0.6
¿Cree que Protección Civil cuenta con infraestructura y capacitación para atender un desastre?	0.38
¿Cree que el gobierno municipal está preparado para atender una emergencia?	0.38
¿Recibe apoyo la población en caso de desastre?	0.73
Valor normalizado	0.52

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 Bahía de Banderas se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Indicador de cohesión social para el municipio de Bahía de Banderas

Pregunta	Calificación
¿Piensa usted quedarse a residir definitivamente en este municipio?	0.87
¿Participaría en acciones para disminuir el efecto de eventos hidrometeorológicos?	0.97
¿Estaría dispuesto a realizar cambios constructivos en su vivienda para disminuir los efectos de fenómenos hidrometeorológicos?	1
¿Conoce organizaciones civiles involucradas en protección civil, derechos humanos, protección al ambiente, etc.?	0.4
Valor normalizado	0.81

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 Bahía de Banderas.

Tabla 18. Indicador de capacidad de respuesta del sector salud para el municipio de Bahía de Banderas

Indicador	Número de médicos por cada 1000 habitantes	Valor normalizado
Personal médico de las Instituciones públicas del sector salud entre la población total municipal*	1.16	0.46

*Fuente: INEGI, 2010

6. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL

El Índice de Vulnerabilidad Social obtenido para el destino turístico de Nuevo Vallarta, perteneciente al municipio Bahía de Banderas, arrojó un valor de 0.56 (Tabla 19), el cual se encuentra dentro del rango poco vulnerable, con una vulnerabilidad media a las inundaciones por marea de tormenta, por lo que se requiere de la implementación de las propuestas de medidas de adaptación (ver Sección XXI), para disminuir dicha vulnerabilidad, y atender especialmente los aspectos relacionados con marea de tormenta. Así mismo, se requiere tener en cuenta lo relacionado con el Indicador de Capacidad de Respuesta del Sector Salud, ya que es un factor fundamental en el cumplimiento de la política nacional de prevención. También es necesario el desarrollo de los instrumentos normativos faltantes, en el contexto de atención al cambio climático y la gestión del riesgo.

Tabla 19. Índice de Vulnerabilidad Social para el municipio de Bahía de Banderas

Indicador	Calificación
1. Indicador de gobernabilidad	0.50
2. Indicador de exposición	0.51
3. Indicador de percepción ciudadana	0.52
4. Indicador de cohesión social	0.81
5. Indicador de capacidad de respuesta del sector salud	0.46
Índice de Vulnerabilidad	0.56

ESCALA DE VULNERABILIDAD SOCIAL	Valor	Rango	Color
	Muy vulnerable	0.00 - 0.25	Rojo
	Vulnerable	0.26 - 0.50	Naranja
	Poco vulnerable	0.51 - 0.75	Amarillo
	No vulnerable	0.75 - 1.00	Verde

V. PROPUESTA DE PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

La propuesta del programa de adaptación al cambio climático para el destino turístico de Nuevo Vallarta, se realizó con base en los resultados obtenidos del análisis de las amenazas y de la propia vulnerabilidad del destino. 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 Nuevo Vallarta, ver Sección XXI del presente informe final.