

**“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 V

VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO LOS CABOS



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

SECCIÓN V. VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO LOS CABOS

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| I. CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA COSTERA | 5 |
| 1. MORFOLOGÍA DE LA ZONA LITORAL | 5 |
| 2. BATIMETRÍA DE LA ZONA MARINA..... | 7 |
| 3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS EN LA ZONA LITORAL..... | 9 |
| 4. CLIMA DEL OLEAJE | 11 |
| II. AMENAZAS | 13 |
| 1. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO..... | 13 |
| 2. AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR..... | 15 |
| 3. EROSIÓN COSTERA..... | 16 |
| 4. INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA | 22 |
| 5. INUNDACIÓN FLUVIAL | 24 |
| 6. REFRACCIÓN DEL OLEAJE | 25 |
| III. VULNERABILIDAD FÍSICA | 27 |
| 1. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA | 27 |
| 2. INDICADOR DE INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA..... | 29 |
| 3. INDICADOR DE INUNDACIÓN FLUVIAL..... | 31 |
| 4. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA | 34 |
| IV. VULNERABILIDAD SOCIAL | 35 |
| 1. INDICADOR DE GOBERNABILIDAD..... | 35 |
| 2. INDICADOR DE EXPOSICIÓN | 35 |
| 3. INDICADOR DE PERCEPCIÓN CIUDADANA SOBRE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LAS AUTORIDADES | 36 |
| 4. INDICADOR DE COHESIÓN SOCIAL..... | 36 |
| 5. INDICADOR DE CAPACIDAD DE RESPUESTA DEL SECTOR SALUD | 37 |
| 6. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL | 37 |
| V. PROPUESTA DE PROGRAMA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO | 38 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tipo de sedimentos y composición de las playas de san José del Cabo | 9 |
| Tabla 2. Tipo de sedimentos y composición de las playas de Cabo San Lucas | 10 |
| Tabla 3. Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Los Cabos | 14 |
| Tabla 4. Cambio Porcentual de la Precipitación Media Anual (%) en Los Cabos | 14 |
| Tabla 5. Tasa de erosión/acreción promedio anual del destino turístico de Los Cabos..... | 16 |
| Tabla 6. Tasa de erosión promedio anual en puntos críticos de mayor erosión de San José del Cabo | 18 |
| Tabla 7. Tasa de acreción promedio anual en puntos de mayor acreción de San José del Cabo..... | 19 |
| Tabla 8. Tasa de erosión promedio anual en puntos críticos de mayor erosión de Cabo San Lucas | 20 |
| Tabla 9. Tasa de acreción promedio anual en puntos críticos de mayor acreción de Cabo San Lucas | 21 |
| Tabla 10. Variables para la estimación de la inundación causada por marea de tormenta en el destino turístico de Los Cabos..... | 22 |
| Tabla 11. Parámetros hidrológicos e Indicador de vulnerabilidad por inundación fluvial para el destino turístico de Los Cabos | 24 |
| Tabla 12. Valores de las variables geológicas-geomorfológicas y oceanográficas del destino turístico Los Cabos..... | 27 |
| Tabla 13. Valores de ponderación y del índice de vulnerabilidad costera en playas del destino turístico Los Cabos . | 28 |
| Tabla 14. Tipo de establecimientos vulnerables a inundación por marea de tormenta en Cabo San Lucas en el destino turístico de Los Cabos | 30 |
| Tabla 15. Parámetros para la estimación del Indicador de Inundación Fluvial para el destino turístico de Los Cabos | 31 |
| Tabla 16. Índices e indicadores utilizados en la determinación del índice de vulnerabilidad física | 34 |
| Tabla 17. Índice de Vulnerabilidad Física para el destino turístico Huatulco | 34 |
| Tabla 18. Instrumentos normativos con que cuenta el municipio de Los Cabos..... | 35 |
| Tabla 19. Indicador de percepción ciudadana para el municipio de Los Cabos..... | 36 |
| Tabla 20. Indicador de cohesión social para el municipio de Los Cabos | 36 |
| Tabla 21. Indicador de capacidad de respuesta del sector salud para el municipio de de Los Cabos | 37 |
| Tabla 22. Índice de Vulnerabilidad Social para el municipio de Los Cabos | 37 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Localización de las playas monitoreadas en San José del Cabo, Los Cabos..... | 5 |
| Figura 2. Localización de las playas monitoreadas en Cabo San Lucas, Los Cabos..... | 6 |
| Figura 3. Topografía de San José del Cabo, Los Cabos | 6 |
| Figura 4. Topografía de Cabo San Lucas, Los Cabos..... | 7 |
| Figura 5. Perfiles batimétricos de la línea de costa hacia mar adentro, en el destino turístico Los Cabos..... | 7 |
| Figura 6. Batimetría de San José del Cabo, Los Cabos..... | 8 |
| Figura 7. Batimetría de Cabo San Lucas, Los Cabos | 8 |
| Figura 8. Tipo de sedimentos en playas de San José del Cabo, Los Cabos..... | 10 |
| Figura 9. Tipo de sedimentos en playas de Cabo San Lucas, Los Cabos | 11 |
| Figura 10. Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Los Cabos..... | 14 |
| Figura 11. Rango de cambio en la Precipitación Media Anual (%) en Los Cabos | 15 |
| Figura 12. Gráfica del cambio del nivel del mar en cm, de 1990 a 2100 | 15 |
| Figura 13. Puntos críticos de mayor erosión y acreción en San José del Cabo..... | 17 |
| Figura 14. Tasa de erosión en puntos críticos de San José del Cabo | 18 |
| Figura 15. Tasa de acreción en puntos de mayor acumulación de San José del Cabo..... | 19 |
| Figura 16. Puntos críticos de mayor erosión y acreción en Cabo San Lucas | 20 |
| Figura 17. Tasa de erosión en puntos críticos de Cabo San Lucas..... | 21 |
| Figura 18. Tasa de acreción en puntos de mayor acumulación en Cabo San Lucas..... | 22 |
| Figura 19. Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en Cabo San Lucas | 23 |
| Figura 20. Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en San José del Cabo..... | 23 |
| Figura 21. Comportamiento de ortogonales de oleaje en San José de Cabo, provenientes de la dirección ESE con periodo de 22 segundos..... | 25 |
| Figura 22. Comportamiento de ortogonales de oleaje en Cabo San Lucas, provenientes de la dirección E con periodo de 22 segundos..... | 26 |
| Figura 23. Índice de vulnerabilidad costera en la Playita-Marina de San José y Playa Estero, en San José del Cabo . | 28 |
| Figura 24. Índice de vulnerabilidad costera en las playas frente al Club Hacienda y Villas del Palmar en Cabo San Lucas..... | 29 |
| Figura 25. 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 Los Cabos | 30 |
| Figura 26. Áreas de inundación fluvial del río El Saltito en el destino turístico de Los Cabos..... | 32 |
| Figura 27. Áreas de inundación fluvial del río Mesa Colorada en el destino turístico de Los Cabos | 32 |
| Figura 28. Áreas de inundación fluvial del río Salto Seco en el destino turístico de Los Cabos | 33 |
| Figura 29. Áreas de inundación fluvial del río San José Viejo en el destino turístico de Los Cabos | 33 |

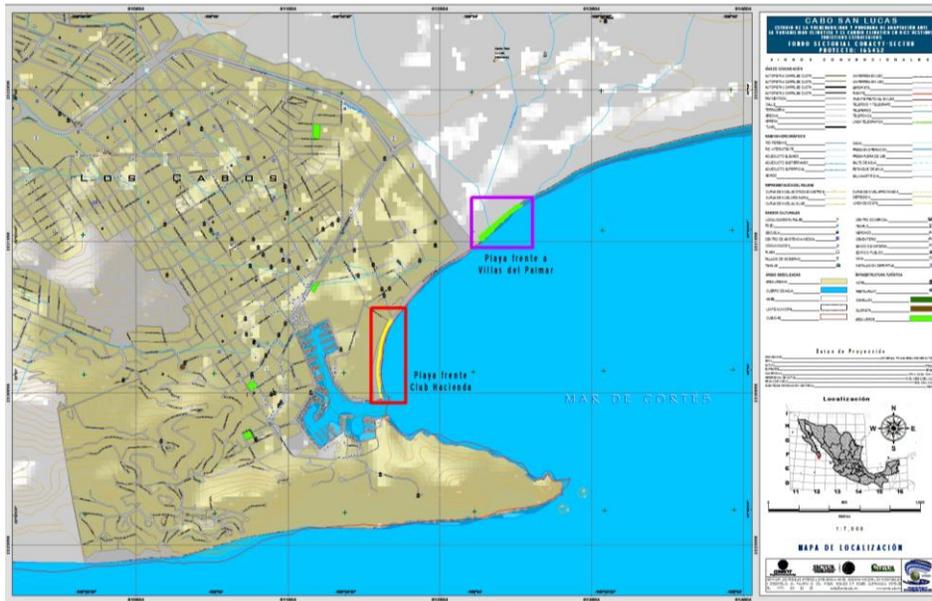


Figura 2. Localización de las playas monitoreadas en Cabo San Lucas, Los Cabos

En este destino se observan zonas accidentadas que dan forma a las sierras la Laguna y San Lázaro. Los Cabos se ubica entre las sierras y planicies costeras. En San José del Cabo las playas tienen una amplitud de 90 m en la parte más ancha y de 50 m en la parte más angosta, con una pendiente de 9.4% y una altura media de 4.3 m. Del lado este de la marina San José, la playa presenta un escarpe de casi 2 metros, lo cual indica un proceso de erosión (Figura 3). Las playas ubicadas en Cabo San Lucas tienen una amplitud de 45 a 50 m con una pendiente de 10 % y una altura media de 2.5 m (Figura 4).

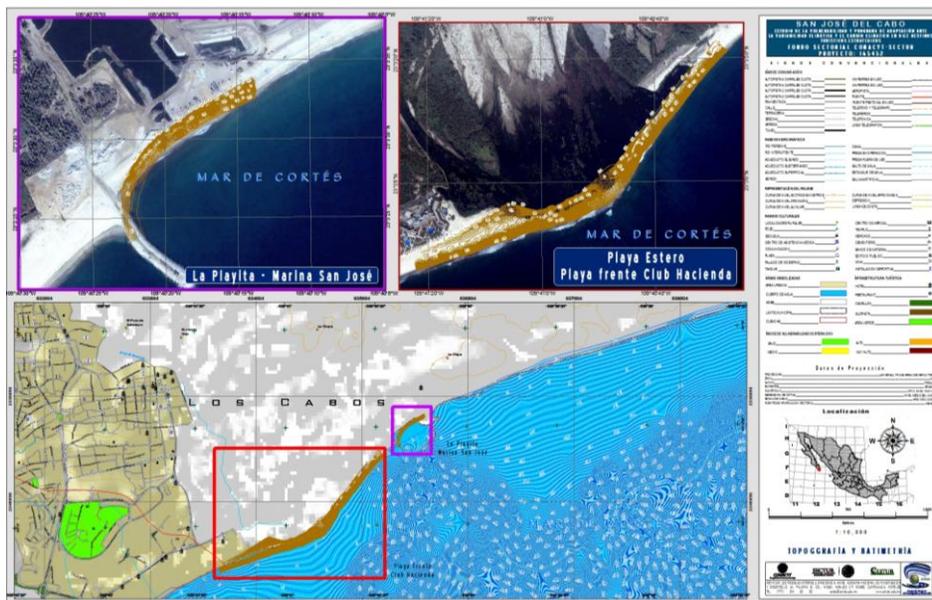


Figura 3. Topografía de San José del Cabo, Los Cabos

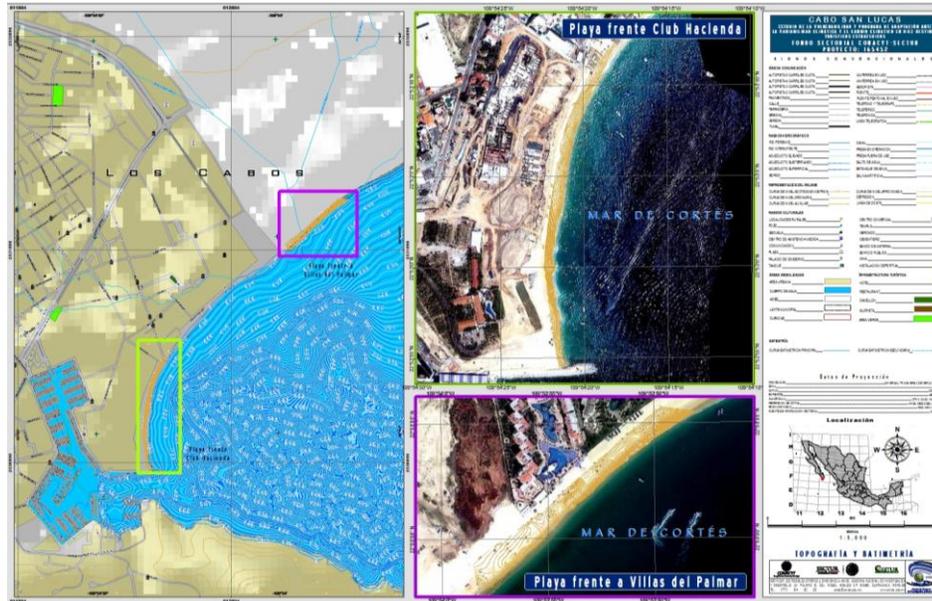


Figura 4. Topografía de Cabo San Lucas, Los Cabos

2. BATIMETRÍA DE LA ZONA MARINA

La batimetría de Los Cabos es variable, modificada generalmente por los deltas lagunares, por la energía de la acción mareal y el flujo de escorrentías, además de que está dominada por la estructura del cañón submarino San José. Frente a las ensenadas los contornos batimétricos adoptan la forma de la línea de costa con pendientes suaves de 2% a 4% (Figuras 5, 6 y 7).

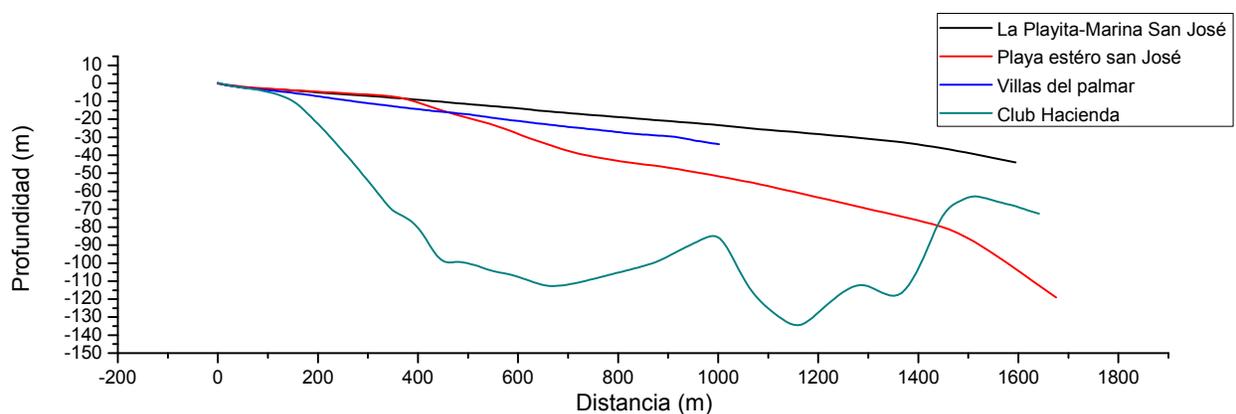


Figura 5. Perfiles batimétricos de la línea de costa hacia mar adentro, en el destino turístico Los Cabos

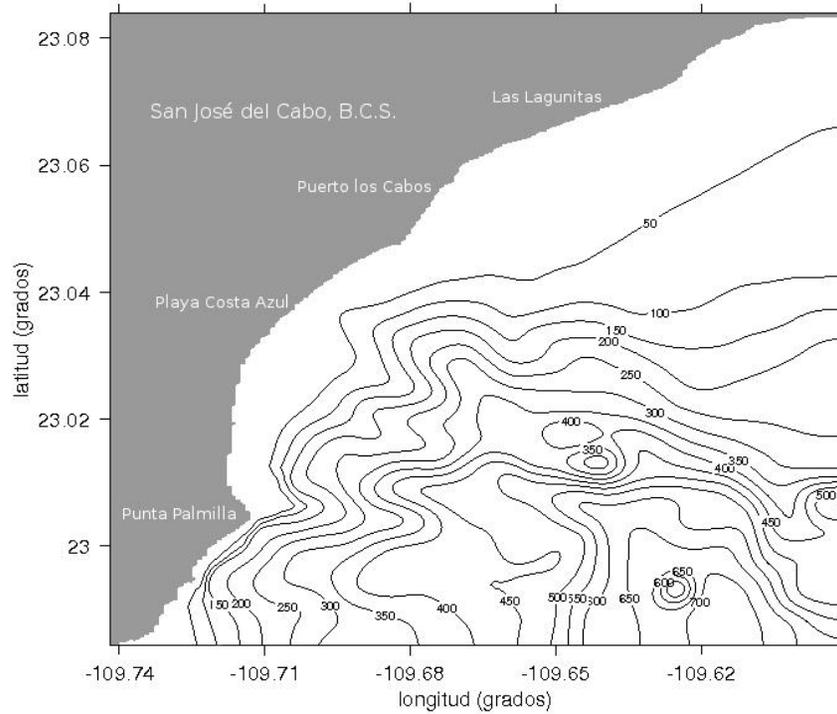


Figura 6. Batimetría de San José del Cabo, Los Cabos

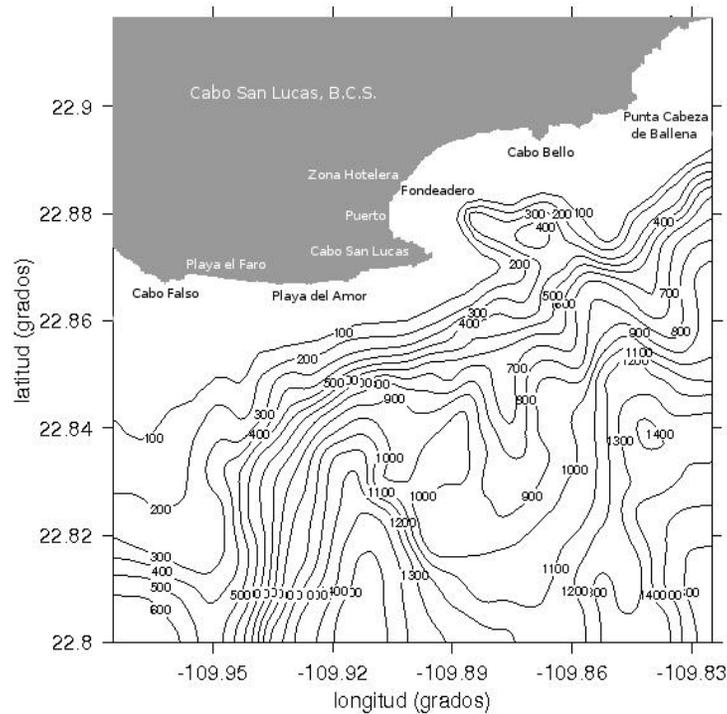


Figura 7. Batimetría de Cabo San Lucas, Los Cabos

3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS EN LA ZONA LITORAL

El análisis sedimentológico reveló que en San José del Cabo, los sedimentos están compuestos por arenas gruesas en la playa Marina San José-la Playita y por arenas medias en la playa El Estero, ambas de composición de feldsarenítica, ricas en feldespato, provenientes del aporte de las rocas ígneas que se encuentran en el área (Tabla 1, Figura 8).

Tabla 1. Tipo de sedimentos y composición de las playas de san José del Cabo

| Sitio | Perfil | Zona | Coordenadas | | Tipo de sedimentos | Composición mineralógica |
|--------------|--------|------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------------|
| | | | X | Y | | |
| La playita | 1 | Infraplaya | 23.05707° | -109.67336° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 23.05678° | -109.67319° | Arena gruesa | Feldsarenita lítica |
| | | Supraplaya | 23.05652° | -109.67310° | Arena gruesa | Feldsarenita lítica |
| | 2 | Infraplaya | 23.04988° | -109.68024° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 23.04983° | -109.68020° | Arena media | Feldsarenita |
| | | Supraplaya | 23.04980° | -109.68015° | Arena gruesa | Feldsarenita lítica |
| | 3 | Infraplaya | 23.05215° | -109.67803° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 23.05215° | -109.67803° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Supraplaya | 23.05215° | -109.67803° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| Playa Estero | 1 | Infraplaya | 23.05935° | -109.67005° | Arena media | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 23.05933° | -109.67002° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Supraplaya | 23.05932° | -109.66998° | Arena media | Feldsarenita |
| | 2 | Infraplaya | 23.06044° | -109.66922° | Arena media | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 23.06040° | -109.66917° | Arena media | Feldsarenita |
| | | Supraplaya | 23.06033° | -109.66914° | Arena media | Feldsarenita |
| | 3 | Infraplaya | 23.06079° | -109.66856° | Arena media | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 23.06073° | -109.66853° | Arena media | Feldsarenita |
| | | Supraplaya | 23.06067° | -109.66851° | Arena media | Feldsarenita |

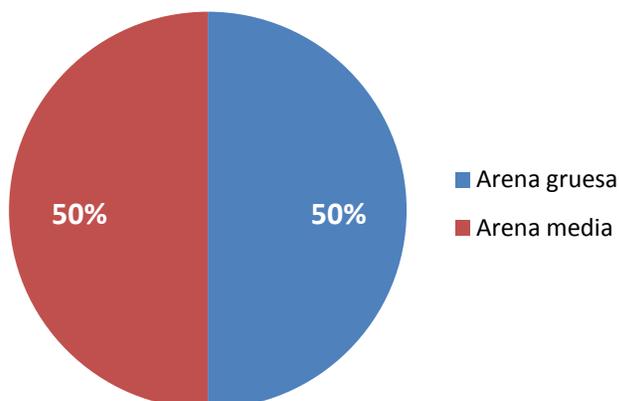


Figura 8. Tipo de sedimentos en playas de San José del Cabo, Los Cabos

En Cabo San Lucas, los sedimentos son arenas gruesas y arenas muy gruesas, de composición feldsarenítica, lo cual indica una fuente cercana de sedimentos con condiciones de alta energía (Tabla 2 y Figura 9).

Tabla 2. Tipo de sedimentos y composición de las playas de Cabo San Lucas

| Playa | Perfil | Zona | Coordenadas | | Tipo de sedimentos | Composición mineralógica |
|-------------------------|--------|------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------------|
| | | | X | Y | | |
| Playa Villas del Palmar | 1 | Infraplaya | 22.89329° | -109.89724° | Arena muy gruesa | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 22.89324° | -109.89712° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Supraplaya | 22.89316° | -109.89711° | Arena media | Feldsarenita |
| | 2 | Infraplaya | 22.89210° | -109.89874° | Arena muy gruesa | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 22.89203° | -109.89870° | Arena muy gruesa | Feldsarenita |
| | | Supraplaya | 22.89197° | -109.89865° | Arena muy gruesa | Litarenita feldespática |
| | 3 | Infraplaya | 22.89075° | -109.90060° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 22.89069° | -109.90040° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Supraplaya | 22.89062° | -109.90038° | Arena muy gruesa | Feldsarenita |
| Playa Club Hacienda | 1 | Infraplaya | 22.88199° | -109.90631° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 22.88200° | -109.90617° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Supraplaya | 22.88202° | -109.90608° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | 2 | Infraplaya | 22.88352° | -109.90626° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 22.88351° | -109.90624° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Supraplaya | 22.88350° | -109.90618° | Arena gruesa | Litarenita feldespática |
| | 3 | Infraplaya | 22.88506° | -109.90614° | Arena muy gruesa | Feldsarenita |
| | | Mesoplaya | 22.88500° | -109.90601° | Arena gruesa | Feldsarenita |
| | | Supraplaya | 22.88498° | -109.90596° | Arena gruesa | Feldsarenita |

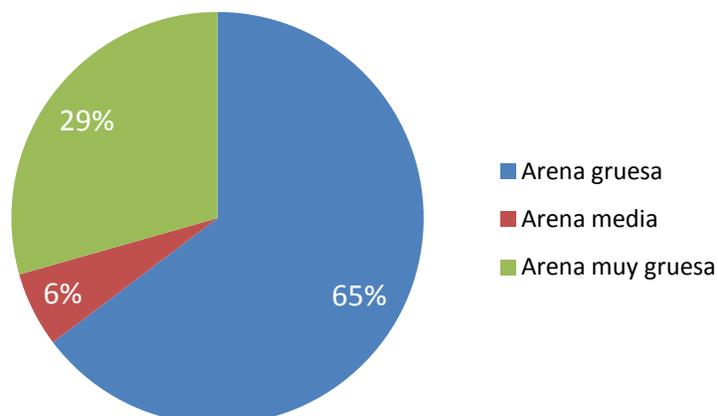


Figura 9. Tipo de sedimentos en playas de Cabo San Lucas, Los Cabos

4. CLIMA DEL OLEAJE

La zona costera de San José del Cabo se encuentra expuesta principalmente al oleaje del sur (SSE, SE, S, SW, SSW) y del este (E, ENE, NE), dependiendo de la época del año. Este sitio está formado por playas arenosas, como Playa Azul, resultado del oleaje de baja energía de 7 segundos y de la protección brindada por Punta Palmilla localizada al sur.

Cabo San Lucas se encuentra expuesto al oleaje directo del sur principalmente (S, SSE, SSW). La Zona Hotelera de Cabo San Lucas se encuentra protegida por Cabo Bello al norte y por Cerro del Arco y Cabo San Lucas al sur; dichas formaciones rocosas reciben un oleaje de alta energía (12 a 19 segundos), y a la vez disipan la energía, protegiendo las pequeñas bahías que encierran, lo que da lugar a depósitos como Playa del Amor y Playa el Faro al sur, protegidas por Cabo San Lucas y Cabo Falso, y la Zona Hotelera frente al Fondeadero, protegida por Cabo Bello y Cabo San Lucas.

El oleaje más intenso en San José del Cabo y Cabo San Lucas proviene del sur (SW, SSW y S) y es también el de mayor energía, con periodos de 12 a 19 segundos principalmente; sin embargo se observan periodos de 21 y 22 segundos en temporada de tormentas tropicales y “swell”.

Los patrones de oleaje de alta energía son, por lo general, en verano. Uno es causado por la época de huracanes que se trasladan de la zona ciclogénica, en el domo de Costa Rica, hacia el oeste y norte, y que en ocasiones penetran al continente. En su tránsito el huracán genera oleaje que es radiado hacia la costa. Este oleaje tiene direcciones predominantes del sector sur (sur-sureste, sur y sur-suroeste –SSE, S y SSW), periodos de 12 a 16 segundos y alturas que pueden llegar a los 4 metros en aguas profundas. Normalmente la traslación de los huracanes es hacia el oeste (W), por lo que la zona de vientos máximos tiene componente hacia esta dirección. De esta manera, el oleaje que se radia es perpendicular a la dirección de máxima generación de oleaje.

El otro tipo de oleaje de alta energía que incide sobre Los Cabos (“swell”) llega con periodos grandes, del

orden de los 16 a 22 segundos. Este oleaje se genera en las tormentas invernales, en las inmediaciones de la Antártida, y es radiado a todo el Océano Pacífico durante el verano septentrional. Los procesos de regeneración de la ola por efecto de la refracción, hacen que estas olas, aunque aparentemente de poca altura en océano abierto, generen oleajes de altura considerable en las proximidades de la costa.

Los sistemas de brisa que se generan en la costa de Baja California Sur dan lugar a oleaje de periodo corto (7 segundos) y de poca altura (0.5-1.0m), oleaje que, por su longitud de onda y la abrupta batimetría, tiene poca refracción. Por otro lado se presentan mareas con un rango mareal medio de 2.2 m.

II. AMENAZAS

1. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Para el destino turístico de Los Cabos 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 2.7°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 Los Cabos, mostró que es probable que la temperatura media anual aumente hasta 1.7°C para el 2020, aumento que pudiera ser continuo y alcanzar los 4°C para el 2080 (Tabla 3, Figura 10). El escenario climático A2 también mostró un claro aumento de la temperatura media anual, pudiendo alcanzar hasta 1.5°C más para el 2020, y continuar aumentando hasta 4.3°C más para el 2080 (Tabla 3, Figura 10). En cuanto a la confiabilidad de los modelos de temperatura puede observarse que la dispersión es baja (de 0.5°C a 0.8°C en ambos escenarios), por lo que la probabilidad de que estos modelos se cumplan es alta.

Tabla 3. Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Los Cabos

| TEMPERATURA (°C) | ESCENARIO A1B | | | TEMPERATURA (°C) | ESCENARIO A2 | | |
|---------------------|---------------|------|------|---------------------|--------------|------|------|
| | 2020 | 2050 | 2080 | | 2020 | 2050 | 2080 |
| Anomalía | 1.2 | 2.2 | 3.2 | Anomalía | 1 | 2 | 3.5 |
| Dispersión | 0.5 | 0.7 | 0.8 | Dispersión | 0.5 | 0.6 | 0.8 |
| Rango de cambio (±) | 1.7 | 2.8 | 4 | Rango de cambio (±) | 1.5 | 2.7 | 4.3 |
| | 0.6 | 1.5 | 2.3 | | 0.6 | 1.4 | 2.7 |

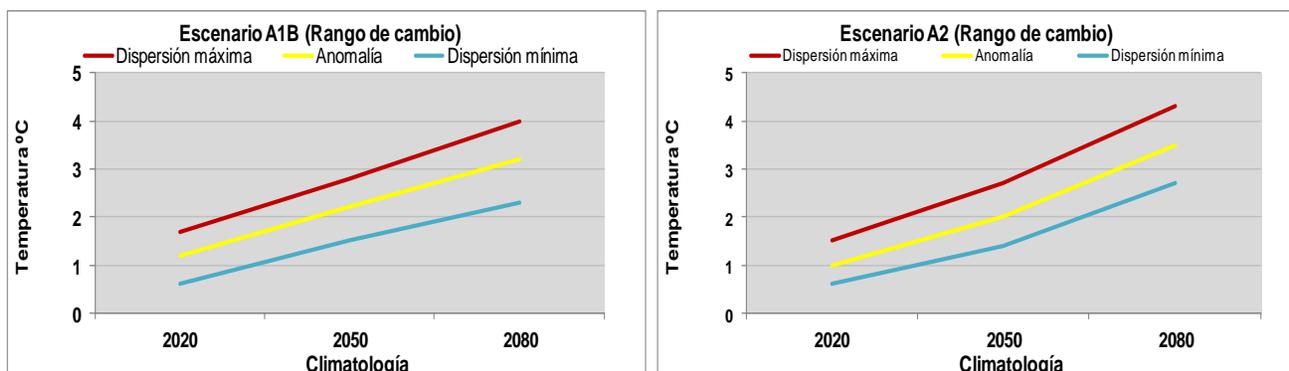


Figura 10. Cambio de Temperatura Media Anual (°C) para diferentes años en Los Cabos.

Para el caso de la precipitación, que es una variable más complicada debido a los elevados rangos de variabilidad que presenta, se proyecta una clara tendencia a disminuir, en ambos escenarios, 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 25.2% en la climatología del 2080, mientras que en el escenario A2, esta disminución podría ser de hasta 32.7% para ese mismo periodo (Tabla 4, Figura 11).

Tabla 4. Cambio Porcentual de la Precipitación Media Anual (%) en Los Cabos

| Precipitación (%) | ESCENARIO A1B | | | Precipitación (%) | ESCENARIO A2 | | |
|---------------------|---------------|-------|-------|---------------------|--------------|-------|-------|
| | 2020 | 2050 | 2080 | | 2020 | 2050 | 2080 |
| Anomalía | -4 | -8 | -8 | Anomalía | -9.4 | -9.9 | -15.8 |
| Dispersión | 14.8 | 16.2 | 17.2 | Dispersión | 15.4 | 15 | 16.8 |
| Rango de cambio (±) | 10.8 | 8.2 | 9.1 | Rango de cambio (±) | 6 | 5.1 | 1 |
| | -18.7 | -24.3 | -25.2 | | -24.8 | -24.9 | -32.7 |

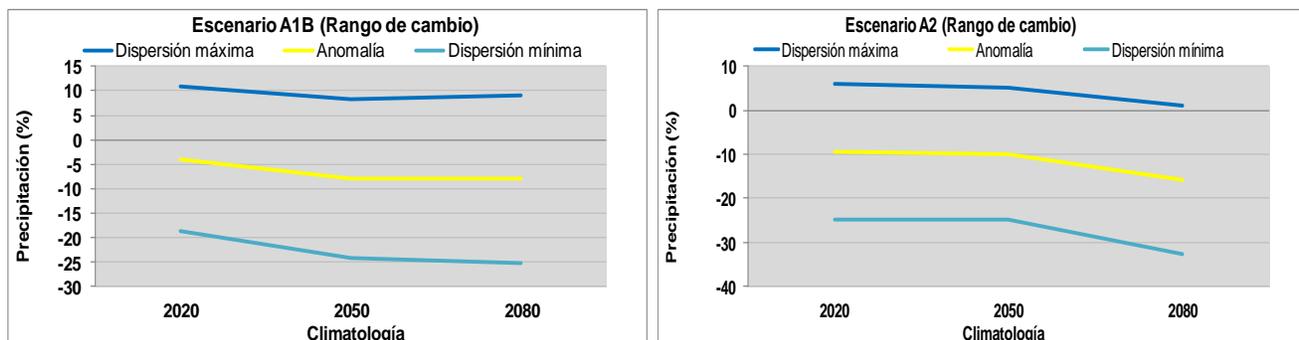


Figura 11. Rango de cambio en la Precipitación Media Anual (%) en Los Cabos

2. AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

Para el caso de Los Cabos 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.

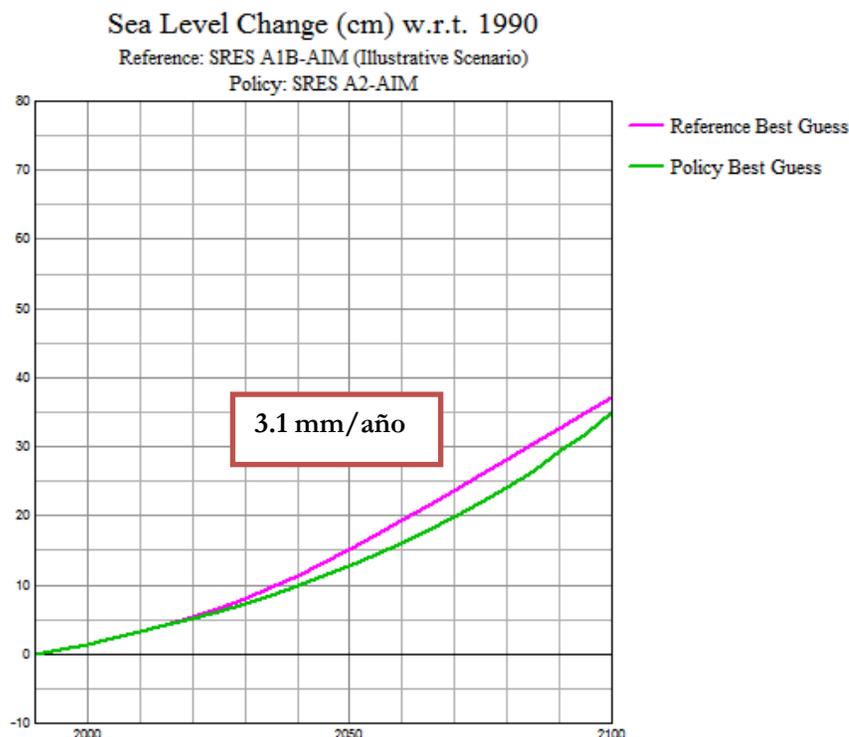


Figura 12. Gráfica del cambio del nivel del mar en cm, de 1990 a 2100

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 Los Cabos se realizó un análisis del cambio de la línea de costa a partir de imágenes de satélite de los últimos 19 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 Los Cabos mostraron una tasa de acreción promedio de 0.45 m/año (Tabla 5), lo cual indica un aparente equilibrio entre los procesos de acumulación y erosión.

Tabla 5. Tasa de erosión/acreción promedio anual del destino turístico de Los Cabos

| Destino Turístico | Año inicial | Año final | Intervalo (años) | Desplazamiento total promedio (m) | Tasa de erosión-acreción (m/año) |
|-------------------|-------------|-----------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| San José del Cabo | 1993 | 2012 | 19 | 22.36 | 1.18 |
| Cabo San Lucas | 1993 | 2012 | 19 | -5.18 | -0.27 |
| PROMEDIO | | | | 8.59 | 0.45 |

San José del Cabo presenta procesos de erosión-acreción (Figura 13). En la zona de estudio se registraron sitios críticos de erosión con pérdidas de hasta 2.1 m/año como es el caso de La Playita (Punto 1) (Tabla 6, Figura 14), donde el transporte litoral ha sido interrumpido por la escollera noreste de la Marina San José, ocasionando el punto crítico de mayor erosión.

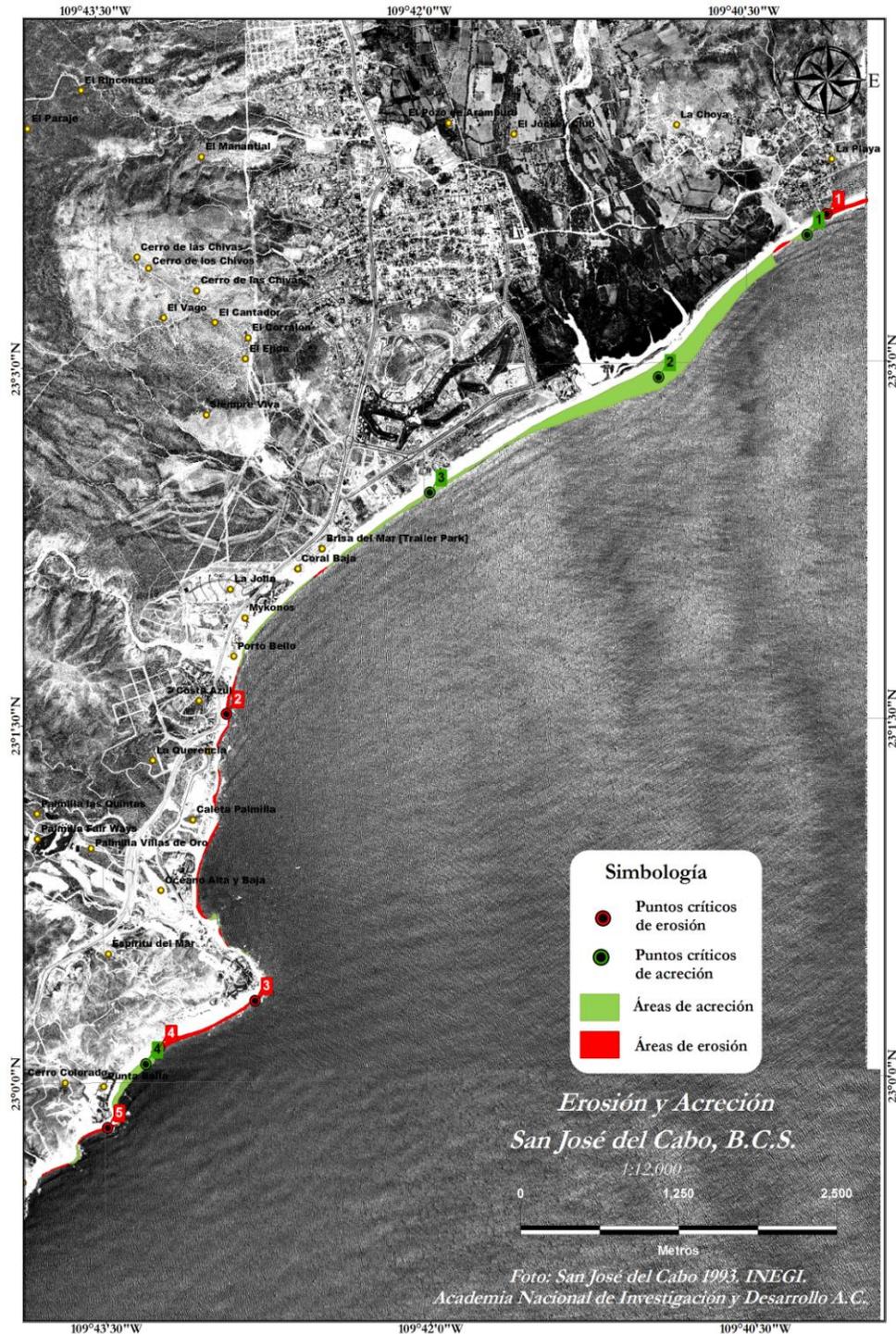


Figura 13. Puntos críticos de mayor erosión y acreción en San José del Cabo

Tabla 6. Tasa de erosión promedio anual en puntos críticos de mayor erosión de San José del Cabo

| Sitio | Punto | Playa | Coordenadas | | Erosión Total (m) | Periodo (años) | Tasa de Erosión Promedio Anual (m/año) |
|-------------------|-------|------------------------------|-------------|-------------|-------------------|----------------|--|
| | | | X | Y | | | |
| San José del Cabo | 1 | Playa La Playita | 636374.263 | 2550817.438 | 39.15 | 19 | 2.1 |
| | 2 | Playa frente Cabo Surf Hotel | 631630.5672 | 2546942.496 | 19.41 | 19 | 1.0 |
| | 3 | Playa Palmilla | 631856.5423 | 2544722.537 | 32.4 | 19 | 1.7 |
| | 4 | Playa Palmilla | 631101.4463 | 2544355.34 | 33.61 | 19 | 1.8 |
| | 5 | Playa Cerro Colorado | 630692.204 | 2543737.401 | 21.16 | 19 | 1.1 |

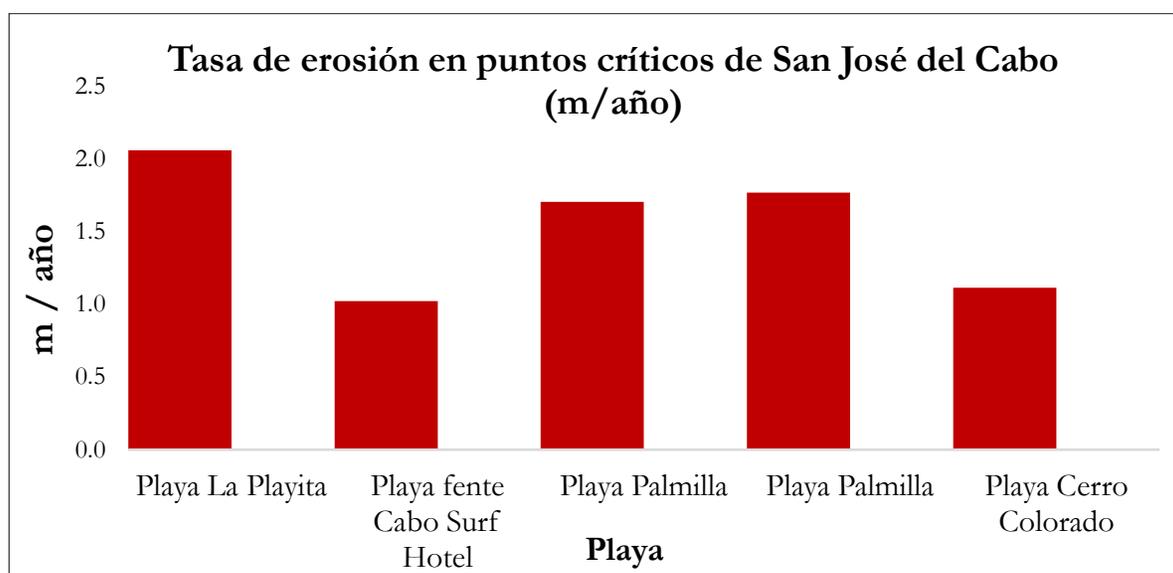


Figura 14. Tasa de erosión en puntos críticos de San José del Cabo

La Playa Estero (Punto 2) presentó la tasa de acreción más alta con un valor de 8.9 m/año (Tabla 7, Figura 15), debido a la formación de una barrera de depósito de arena que aporte del arroyo El Salto.

Tabla 7. Tasa de acreción promedio anual en puntos de mayor acreción de San José del Cabo

| Sitio | Punto | Playa | Coordenadas | | Acreción Total (m) | Periodo (años) | Tasa de Acreción Promedio Anual (m/año) |
|-------------------|-------|------------------|-------------|-------------|--------------------|----------------|---|
| | | | X | Y | | | |
| San José del Cabo | 1 | Playa La Playita | 636219.6526 | 2550656.526 | 72.82 | 19 | 3.8 |
| | 2 | Playa Estero | 635045.0362 | 2549552.575 | 169.51 | 19 | 8.9 |
| | 3 | Playa Las Palmas | 633237.5847 | 2548658.994 | 26.63 | 19 | 1.4 |
| | 4 | Playa Palmilla | 630993.3112 | 2544229.893 | 58.14 | 19 | 3.1 |

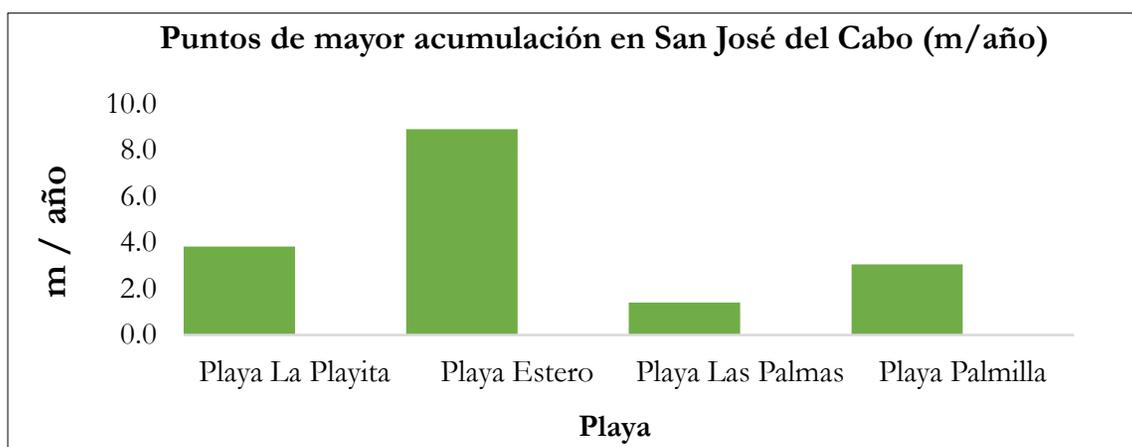


Figura 15. Tasa de acreción en puntos de mayor acumulación de San José del Cabo

Cabo San Lucas presentó procesos de erosión-acreción (Figura 16). En la zona de estudio se registraron sitios críticos de erosión con pérdidas de hasta 2.4 m/año, como es el caso de Playa Grande Resort (Punto 7) (Tabla 8, Figura 17), donde la presencia de una escollera está ocasionando el punto crítico de mayor erosión.

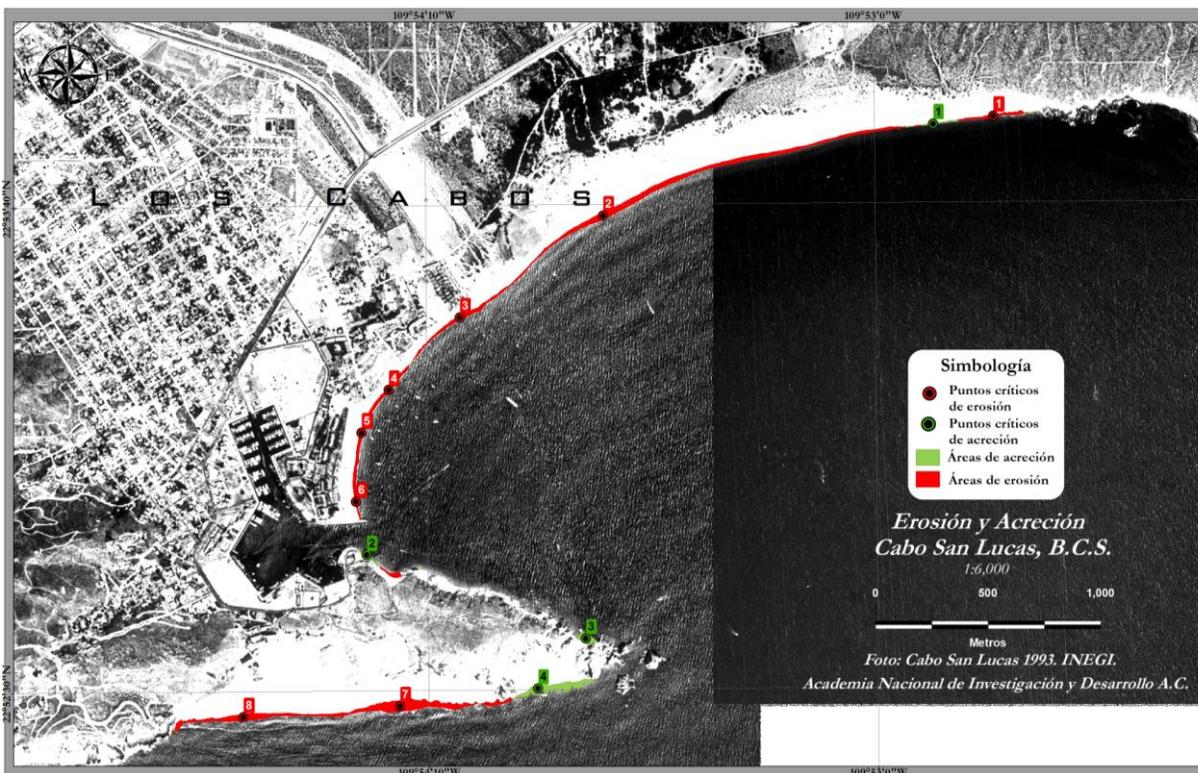


Figura 16. Puntos críticos de mayor erosión y acreción en Cabo San Lucas

Tabla 8. Tasa de erosión promedio anual en puntos críticos de mayor erosión de Cabo San Lucas

| Sitio | Punto | Playa | Coordenadas | | Erosión Total (m) | Periodo (años) | Tasa de Erosión Promedio Anual (m/año) |
|----------------|-------|---|-------------|-------------|-------------------|----------------|--|
| | | | X | Y | | | |
| Cabo San Lucas | 1 | Playa El Médano Este (E) | 615053.4101 | 2532654.676 | 14.1 | 19 | 0.7 |
| | 2 | Playa El Médano frente al Riu Palace | 613320.7283 | 2532210.798 | 26.5 | 19 | 1.4 |
| | 3 | Playa El Médano | 612684.7151 | 2531757.348 | 14.3 | 19 | 0.8 |
| | 4 | Playa El Médano | 612369.6129 | 2531435.594 | 16.9 | 19 | 0.9 |
| | 5 | Playa frente al Villa Experence Mexico-Cabo | 612249.3577 | 2531246.425 | 12.5 | 19 | 0.7 |
| | 6 | Playa frente al Villa Experence Mexico-Cabo | 612225.1313 | 2530938.782 | 10.8 | 19 | 0.6 |
| | 7 | Playa Grande Resort | 612419.9823 | 2530030.495 | 45.4 | 19 | 2.4 |
| | 8 | Playa Grande Resort | 611725.2195 | 2529981.546 | 24.4 | 19 | 1.3 |

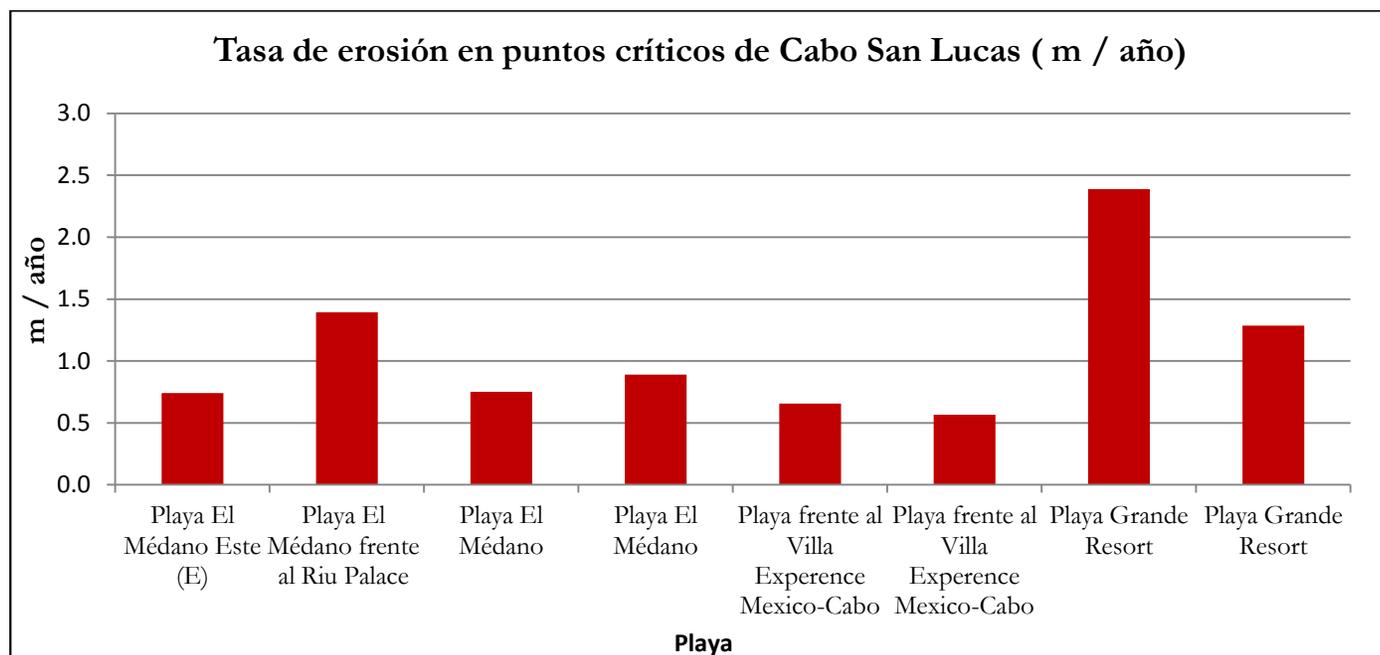


Figura 17. Tasa de erosión en puntos críticos de Cabo San Lucas

La Playa de los Enamorados (Punto 3) presentó la tasa de acreción más alta, con un valor de 1.9 m/año (Tabla 9, Figura 18), lo cual se debe a la protección con la que cuenta, gracias a la presencia de espigones que han causado la acumulación de sedimento en esta playa.

Tabla 9. Tasa de acreción promedio anual en puntos críticos de mayor acreción de Cabo San Lucas

| Sitio | Punto | Playa | Coordenadas | | Acreción Total (m) | Periodo (años) | Tasa de Acreción Promedio Anual (m/año) |
|----------------|-------|--------------------------|-------------|------------|--------------------|----------------|---|
| | | | X | Y | | | |
| Cabo San Lucas | 1 | Playa El Médano Este (E) | 614786.01 | 2532620.18 | 4.93 | 19 | 0.3 |
| | 2 | Playa La empacadora | 612271.404 | 2530702.23 | 15.5 | 19 | 0.8 |
| | 3 | Playa de los Enamorados | 613245.035 | 2530332.78 | 36.35 | 19 | 1.9 |
| | 4 | Playa de los Divorciados | 613032.696 | 2530109.89 | 28.92 | 19 | 1.5 |

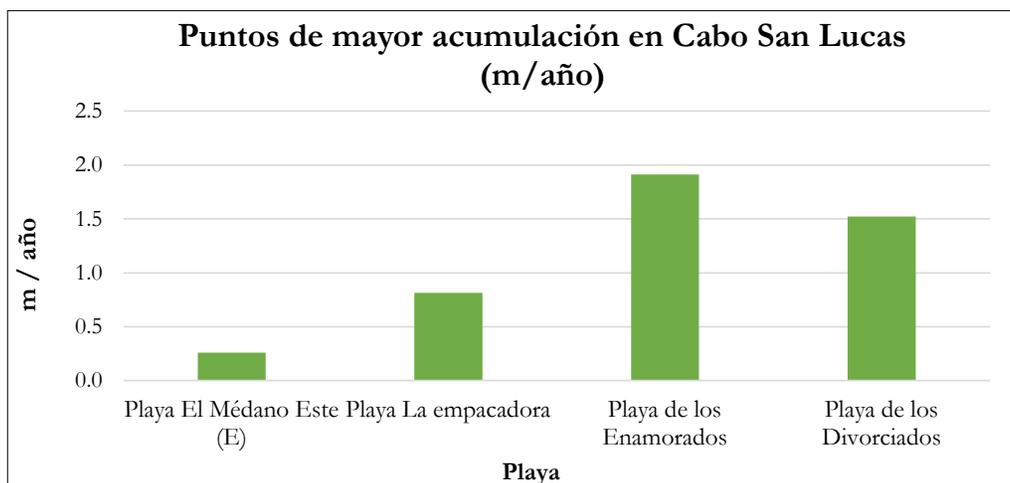


Figura 18. Tasa de acreción en puntos de mayor acumulación en Cabo San Lucas

4. INUNDACIÓN POR MAREA DE TORMENTA

El indicador de inundación por marea de tormenta en el destino turístico de Los Cabos (Tabla 10) se determinó a partir de la máxima amplitud de marea de tormenta registrada para el sitio que fue de 5.6 m (CENAPRED, 2001). Las áreas más vulnerables frente a las inundaciones por marea de tormenta, con una amplitud de marea de 5.6 m, son la parte oeste de la marina en Cabo San Lucas y la playa en general, mientras que en San José del Cabo el área más afectada también es la playa en general y la parte baja del arroyo el Salto (Figuras 19 y 20).

Tabla 10. Variables para la estimación de la inundación causada por marea de tormenta en el destino turístico de Los Cabos

| Datos para la estimación de amenaza y vulnerabilidad ante huracanes y tormentas tropicales en Los Cabos, B.C.S. | | | | |
|---|----------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|
| Localidad | Categ. huracán | Amplitud marea tormenta (m) | Tiempo de retorno años | Probabilidad anual |
| Los Cabos | H5 | 7 | 0 | 0 |
| | H4 | 5.6 | 57 | 3% |
| | H3 | 4.3 | 53.2 | 1% |
| | H2 | 3.4 | 16.0 | 10% |
| | H1 | 2.7 | 5.3 | 29% |
| | TT | 2.5 | 3.2 | 29% |
| | DT | 1.4 | 2.3 | 29% |

| 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 |

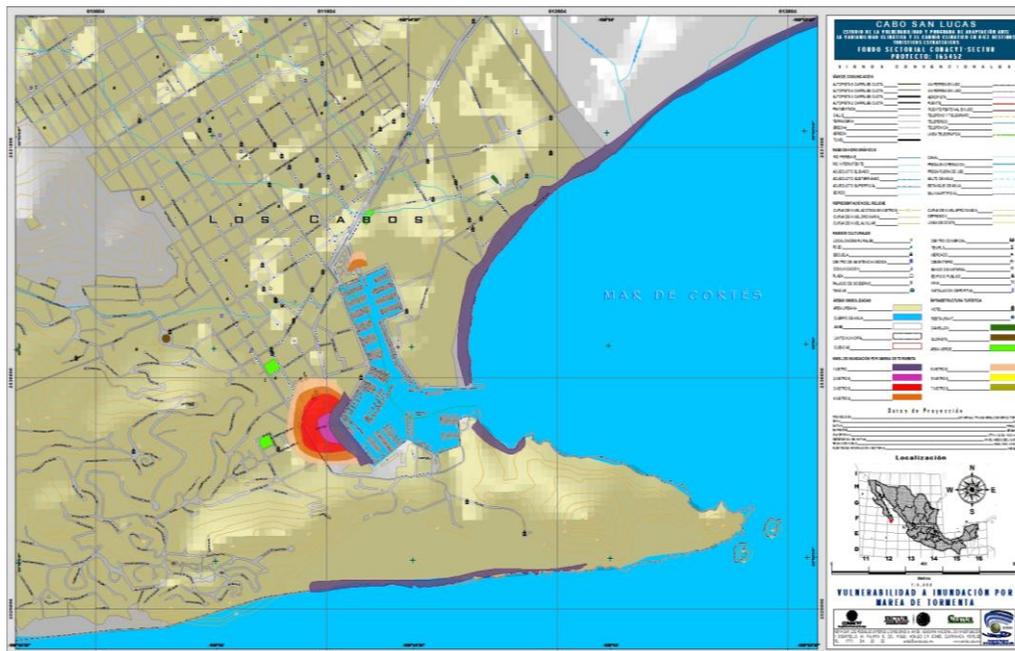


Figura 19. Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en Cabo San Lucas

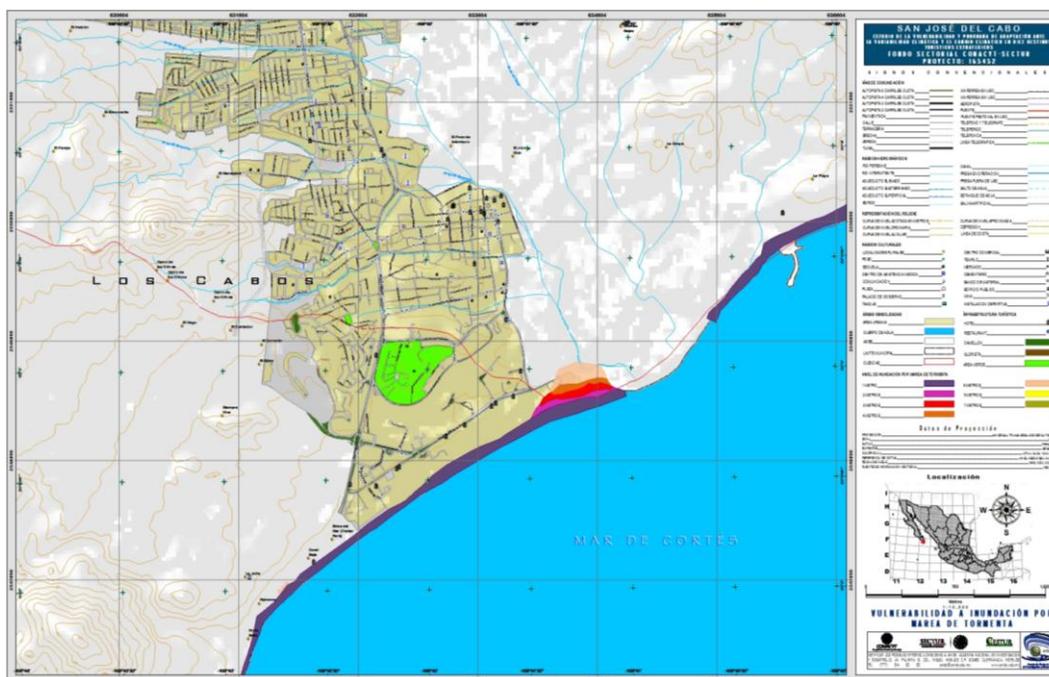


Figura 20. Zonas vulnerables a inundación por marea de tormenta en San José del Cabo

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 Los Cabos se estimó la inundación fluvial ante lluvias extremas, estimando el caudal y las dimensiones de los diferentes cauces de los arroyos que desembocan en el destino.

Tabla 11. Parámetros hidrológicos e Indicador de vulnerabilidad por inundación fluvial para el destino turístico de Los Cabos

| Cauce | Tiempo de concentración t_c (h) | Precipitación (t_c /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 |
| A. Las Palmas | 0.78 | 159 | 204 | 4.91 | 3.5 | 3.0 | 1.2 |
| A. Dos Palmas | 0.77 | 158 | 205 | 12.24 | 7.71 | 3.0 | 2.6 |
| A. Mesa Colorada | 1.10 | 188 | 171 | 19.69 | 11.28 | 6.0 | 1.9 |
| A. Corral de Piedras | 1.48 | 213 | 144 | 108.46 | 62.13 | 25.0 | 2.5 |
| Confluencia Mesa Colorada -Corral de Piedras | 1.29 | 201 | 158 | 128.15 | 73.41 | 25.0 | 2.9 |
| A. Salto Seco (tramo 1) | 2.74 | 266 | 97 | 121.7 | 59.6 | 25.0 | 2.4 |
| A. Salto Seco (tramo 2) | 3.05 | 275 | 90 | 141.90 | 68.14 | 25.0 | 2.7 |
| A. El Salto, tramo 1 | 3.10 | 275 | 89 | 91.50 | 42.2 | 20.0 | 2.1 |
| A. El Salto, tramo 2 | 3.45 | 285 | 83 | 137.06 | 56.95 | 25.0 | 2.3 |
| A. San José Viejo | 0.82 | 181 | 221 | 49.44 | 17.65 | 10.0 | 1.8 |
| A. El Saltito | 1.65 | 247 | 150 | 102.83 | 42.93 | 42.9 | 1.0 |
| A. El Falcón | 1.25 | 221 | 177 | 23.21 | 10.65 | 5.0 | 2.1 |
| A. El Rinconcito | 0.84 | 183 | 219 | 17.61 | 9.18 | 5.0 | 1.8 |

| 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 modelación de la refracción del oleaje se utilizaron los periodos de baja energía de 7 y 12 segundos, sin embargo los resultados no mostraron incidencia de oleaje de importancia en la zona costera para periodos bajos, excepto en San José del Cabo con dirección SSE. Los oleajes de 22 segundos, generados por el paso de huracanes y el “swell”, mostraron zonas de concentración de energía en Punta Palmilla y Punta Bello en san José del Cabo, y en Punta Cabeza de Ballena, Cabo Bello y Cabo San Lucas en el sitio de Cabo San Lucas (Figura 21 y 22).

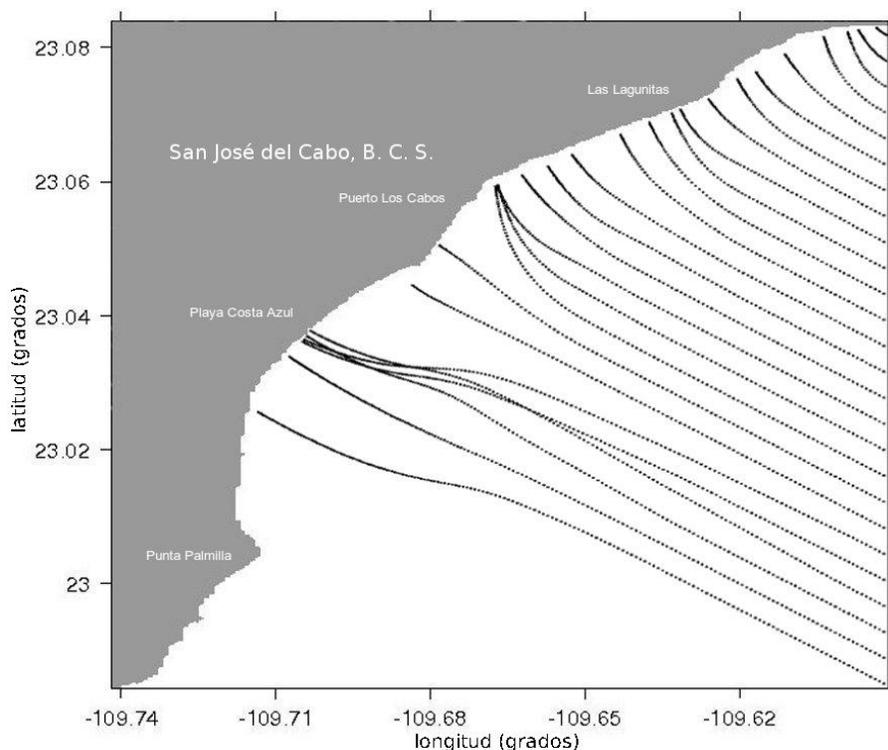


Figura 21. Comportamiento de ortogonales de oleaje en San José de Cabo, provenientes de la dirección ESE con periodo de 22 segundos

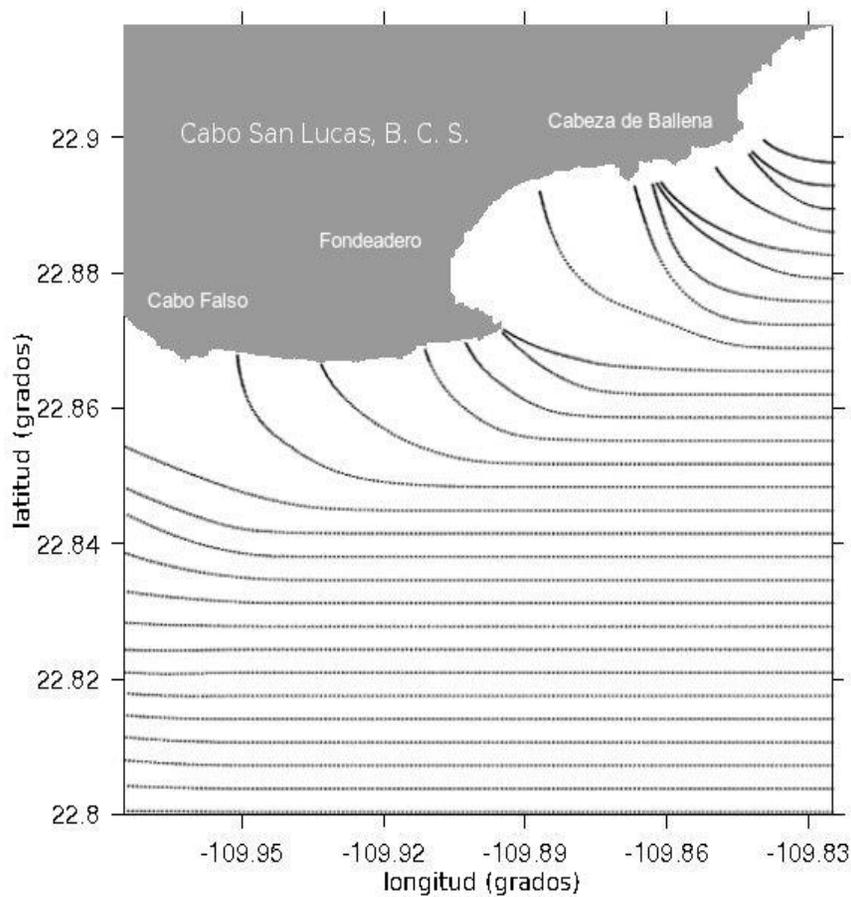


Figura 22. Comportamiento de ortogonales de oleaje en Cabo San Lucas, provenientes de la dirección E con periodo de 22 segundos

III. VULNERABILIDAD FÍSICA

La vulnerabilidad física del destino turístico de Los Cabos 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 Los Cabos, el índice de vulnerabilidad costera se calculó para La Playita (Marina San José), El Estero en San José del Cabo (Figura 23) y Playas Villa del Palmar y Club Hacienda en Cabo San Lucas (Figura 24), donde se determinaron las variables geológicas y oceanográficas que se muestran en la Tabla 12. Los resultados obtenidos para estas playas fue un CVI de categoría baja y alta en San José del Cabo, mientras que para Cabo San Lucas la categoría de vulnerabilidad costera obtenida fue alta para ambas playas (Tabla 13). San José se encuentra en una zona de mar abierto, pero el aporte de sedimentos del arroyo El Salto y la disposición de la playa, la hacen menos vulnerable, mientras que Cabo San Lucas, a pesar de estar más protegido, tiene una parte expuesta (Playa Grande), que la hace más vulnerable.

Tabla 12. Valores de las variables geológicas-geomorfológicas y oceanográficas del destino turístico Los Cabos

| 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) |
|-------------------------|----------------------------------|---|---------------------|------------------|--------------------------------|--|------------------------|
| La Playita | -2.1 | 112.8 | 13.3 | 4.9 | 2 a 3 | 3 | 2.2 |
| Playa Estero | 8,9 | 333 | 3.3 | 3.5 | 2 a 3 | 3 | 2.2 |
| Playa Villas del Palmar | -1.4 | 90 | 9.8 | 2.9 | 2 a 3 | 3 | 2.2 |
| Playa Club Hacienda | -0.9 | 54 | 11.4 | 2 | 2 a 3 | 3 | 2.2 |

Tabla 13. Valores de ponderación y del índice de vulnerabilidad costera en playas del destino turístico Los Cabos

| Playa | Geología/ Geomorfología | Tasa de erosión/acreción (m/año) | Índice topográfico | Oleaje significativo medio | Tasa de cambio del nivel relativo del mar | Rango mareal medio | Índice de Vulnerabilidad Costera |
|-------------------------|----------------------------|--|-----------------------|----------------------------------|---|--------------------------|--|
| La Playita | 3 (moderado) | 5 (muy alto) | 2 (bajo) | 5 (muy alto) | 3 (moderado) | 4 (alto) | 3 Alta |
| Playa Estero | 3 (moderado) | 1 (muy bajo) | 3 (moderado) | 5 (muy alto) | 3 (moderado) | 4 (alto) | 1 Baja |
| Playa Villas del Palmar | 3 (moderado) | 4 (alto) | 2 (bajo) | 5 (muy alto) | 3 (moderado) | 4 (alto) | 3 Alta |
| Playa Club Hacienda | 3 (moderado) | 3 (moderado) | 3 (moderado) | 5 (muy alto) | 3 (moderado) | 4 (alto) | 3 Alta |

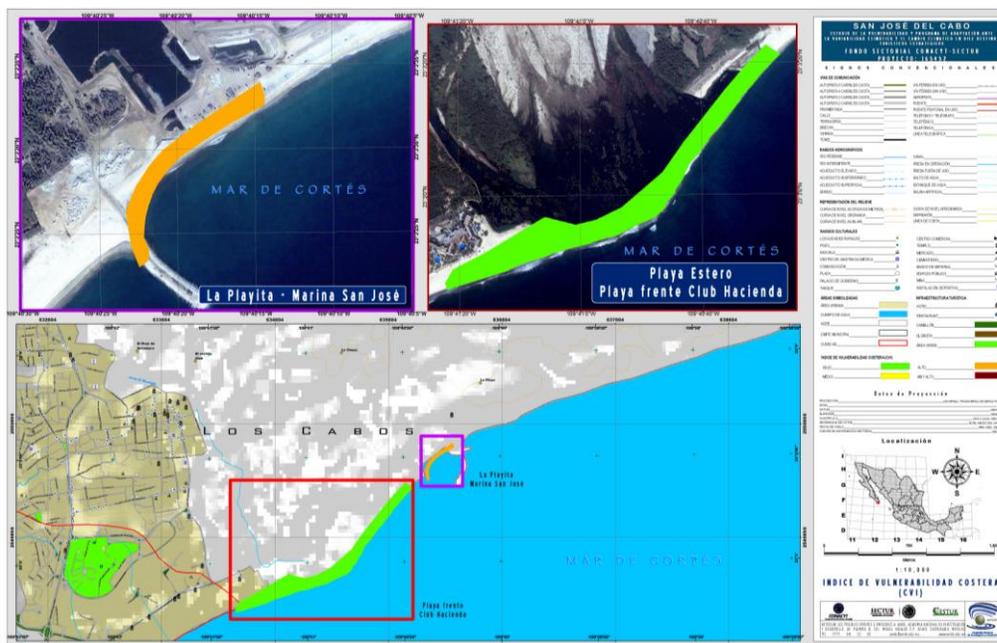
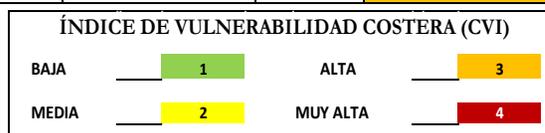


Figura 23. Índice de vulnerabilidad costera en la Playita-Marina de San José y Playa Estero, en San José del Cabo

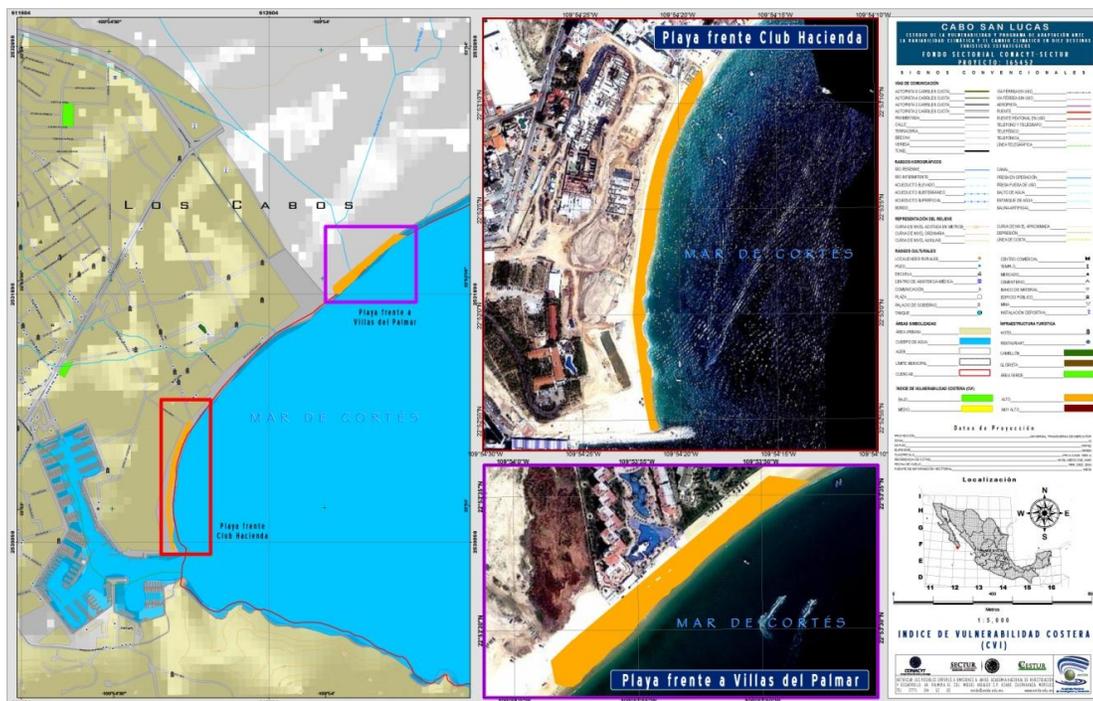


Figura 24. Índice de vulnerabilidad costera en las playas frente al Club Hacienda y Villas del Palmar en Cabo San Lucas

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 14). En San José del Cabo no se encontraron establecimientos relacionados con el sector turístico vulnerables a inundación por marea de tormenta, mientras que en Cabo San Lucas, 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 (35), seguidos de los establecimientos que brindan servicios de esparcimiento (52) (Figura 25).

Tabla 14. Tipo de establecimientos vulnerables a inundación por marea de tormenta en Cabo San Lucas en el destino turístico de Los Cabos

| Cabo San Lucas | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------------------|-----------------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Tipo de servicio | Número de servicios | Buffer 1000 metros | Marea de tormenta (m) | | | | | | | TOTAL |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Construcción | 40 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Otros servicios excepto actividades gubernamentales | 612 | 152 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 10 |
| Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas | 636 | 323 | 3 | 0 | 3 | 13 | 2 | 4 | 10 | 35 |
| Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos | 48 | 28 | 1 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 5 | 12 |
| Servicios de salud y de asistencia social | 162 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles | 165 | 72 | 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 1 | 12 |
| Transportes, correos y almacenamiento | 181 | 106 | 8 | 0 | 0 | 6 | 1 | 3 | 1 | 19 |
| TOTAL | 1844 | 740 | 20 | 0 | 4 | 26 | 6 | 13 | 19 | 88 |

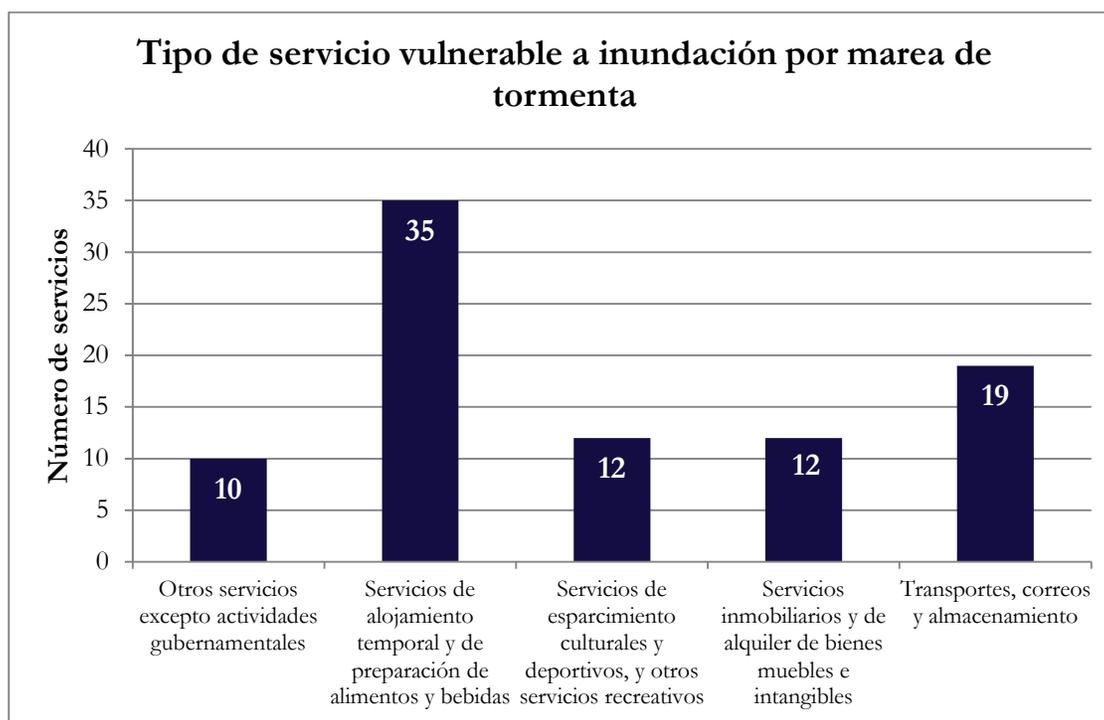


Figura 25. Número de establecimientos, según los servicios que brindan, acumulados en el rango de 0 a 7 m de altura, vulnerables a inundación por marea de tormenta para el destino turístico de Los Cabos

3. INDICADOR DE INUNDACIÓN FLUVIAL

Se encontró que los sitios con mayor vulnerabilidad a inundación por desbordamiento de los ríos, corresponden a aquellos aledaños a las riberas de los arroyos: Corral de Piedras, Mesa Colorada, Salto Seco, el Salto y el Saltito (Tabla 15, Figuras 26, 27, 28 y 29). La inundación causada por el desbordamiento de estos ríos puede afectar áreas urbanas y turísticas sobre todo ante lluvias torrenciales.

Tabla 15. Parámetros para la estimación del Indicador de Inundación Fluvial para el destino turístico de Los Cabos

| Cauce | Caudal pico en t_c (m^3/s) | Área de sección requerida (m^2) | Dimensiones requeridas en la sección (m) | | IIF |
|--|-------------------------------------|--|---|-------------|------------|
| | | | Ancho | Profundidad | |
| A. Las Palmas | 4.91 | 3.5 | 3.0 | 1.2 | Muy Baja |
| A. Dos Palmas | 12.24 | 7.71 | 3.0 | 2.6 | Media Baja |
| A. Mesa Colorada | 19.69 | 11.28 | 6.0 | 1.9 | Media Baja |
| A. Corral de Piedras | 108.46 | 62.13 | 25.0 | 2.5 | Muy Alta |
| Confluencia Mesa Colorada -Corral de Piedras | 128.15 | 73.41 | 25.0 | 2.9 | Muy Alta |
| A. Salto Seco (tramo 1) | 121.7 | 59.6 | 25.0 | 2.4 | Muy Alta |
| A. Salto Seco (tramo 2) | 141.90 | 68.14 | 25.0 | 2.7 | Muy Alta |
| A. El Salto, tramo 1 | 91.50 | 42.2 | 20.0 | 2.1 | Alta |
| A. El Salto, tramo 2 | 137.06 | 56.95 | 25.0 | 2.3 | Muy Alta |
| A. San José Viejo | 49.44 | 17.65 | 10.0 | 1.8 | Media |
| A. El Saltito | 102.83 | 42.93 | 42.9 | 1.0 | Muy Alta |
| A. El Falcón | 23.21 | 10.65 | 5.0 | 2.1 | Media Baja |
| A. El Rinconcito | 17.61 | 9.18 | 5.0 | 1.8 | Media Baja |

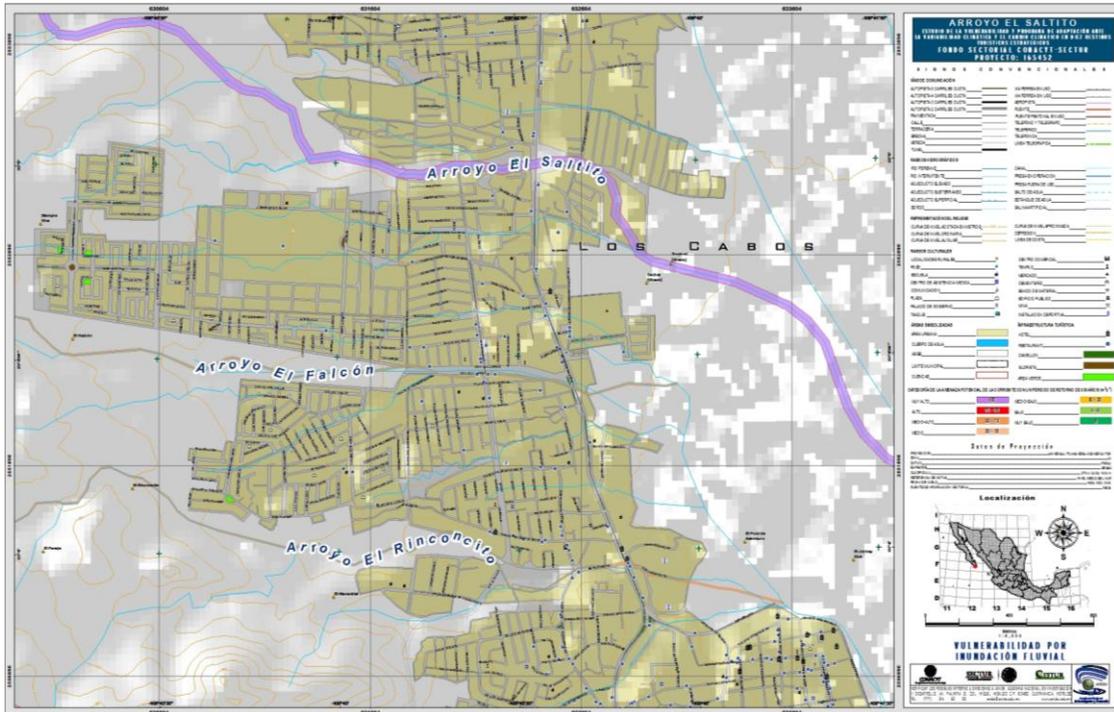


Figura 26. Áreas de inundación fluvial del río El Saltillo en el destino turístico de Los Cabos

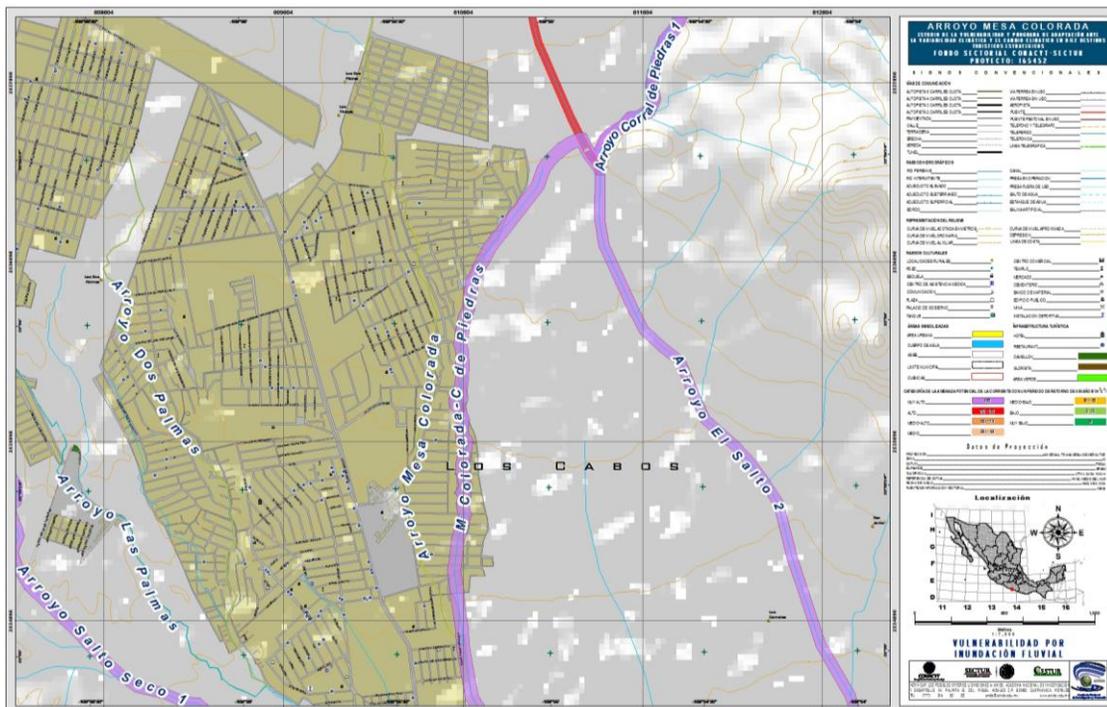


Figura 27. Áreas de inundación fluvial del río Mesa Colorada en el destino turístico de Los Cabos

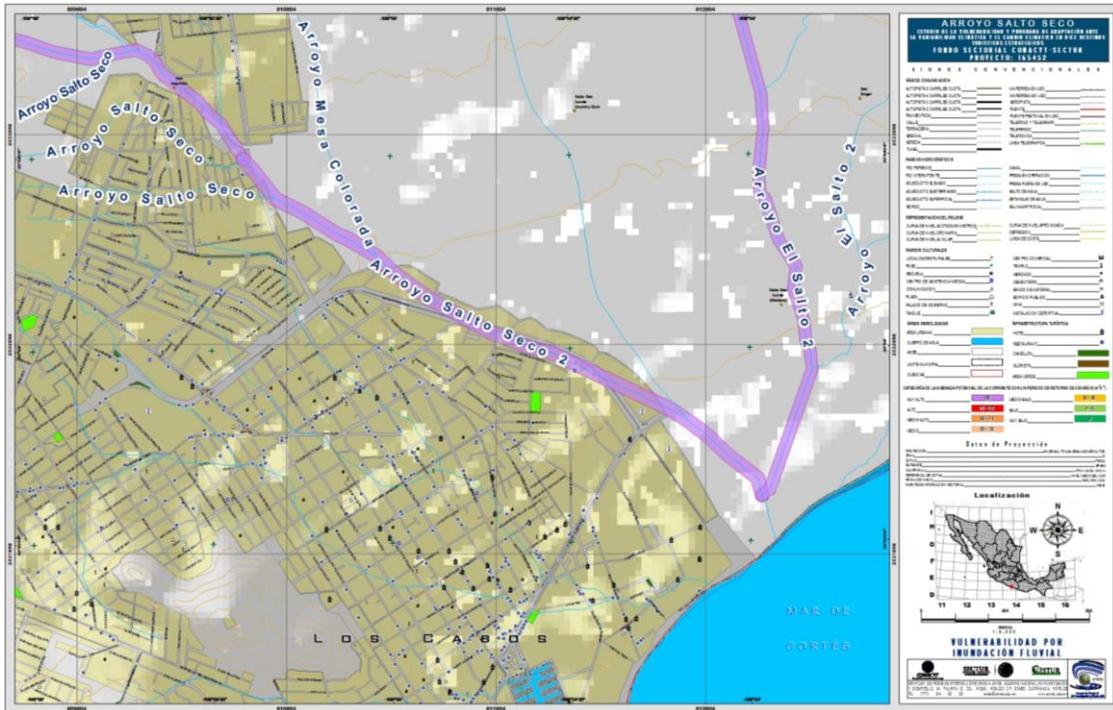


Figura 28. Áreas de inundación fluvial del río Salto Seco en el destino turístico de Los Cabos

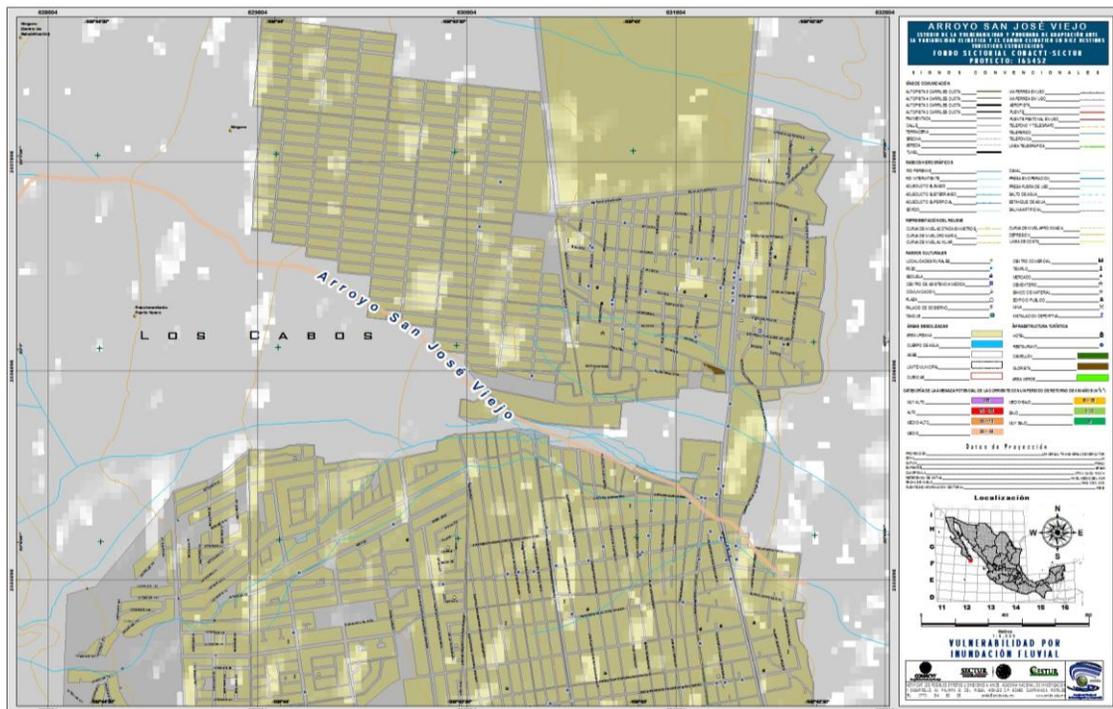


Figura 29. Áreas de inundación fluvial del río San José Viejo en el destino turístico de Los Cabos

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) para Los Cabos y el indicador por inundación fluvial para los principales ríos o arroyos (IIF) (Tabla 16).

Tabla 16. 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 | Arroyo | Indicador de inundación fluvial |
|-------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|---|---------------------------------|
| La Playita | Alta | Zona de Playa | Muy alta | A. Las Palmas | Muy Baja |
| Playa Estero | Baja | Parte Baja del arroyo el Salto | Muy alta | A. Dos Palmas | Media Baja |
| Playa Villas del Palmar | Alta | Marina (San Lucas) | Muy alta | A. Mesa Colorada | Media Baja |
| Playa Club Hacienda | Alta | Playa (San Lucas) | Muy alta | A. Corral de Piedras | Muy Alta |
| | | | | Confluencia Mesa Colorada-Corral de Piedras | Muy Alta |
| | | | | A. Salto Seco | Muy Alta |
| | | | | A. El Salto | Muy Alta |
| | | | | A. San José Viejo | Media |
| | | | | A. El Saltito | Muy Alta |
| | | | | A. El Falcón | Media Baja |
| | | | | A. El Rinconcito | Media Baja |

Finalmente, al integrar los índices e indicadores anteriormente descritos, se determinó el Índice de Vulnerabilidad Física (IVF) para el destino turístico de Los Cabos, resultando un IVF de categoría Muy Alta (Tabla 17), debido principalmente a la geomorfología de la costa con playas expuestas y valles fluviales con alto riesgo de inundación, además de que se encuentra dentro de la trayectoria de huracanes.

Tabla 17. Índice de Vulnerabilidad Física para el destino turístico Huatulco

| Destino | Índice de vulnerabilidad costera | Indicador de inundación por marea de tormenta | Indicador de inundación fluvial | Índice de vulnerabilidad física |
|-----------|----------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| Los Cabos | 3 Alta | 4 Muy alta | 4 Muy alta | 4 Muy alta |

IV. VULNERABILIDAD SOCIAL

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

1. INDICADOR DE GOBERNABILIDAD

Para determinar la situación imperante en el municipio de Los Cabos 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 18 se presentan los instrumentos normativos con los que cuenta el municipio, a partir de los cuales se construyó el Indicador de gobernabilidad.

Tabla 18. Instrumentos normativos con que cuenta el municipio de Los Cabos

| Instrumento | SÍ | NO |
|--|-------------|----------|
| 1. Reglamento municipal en materia de protección civil | X | |
| 2. Atlas Municipal de Riesgos | X | |
| 3. Programa de protección civil | 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 | X | |
| 9. Reglamento municipal de construcción | | X |
| 10. Reglamentación sobre uso de suelo orientados a la prevención y reducción de riesgos (Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Baja California Sur) | | X |
| 11. Programa de ordenamiento ecológico local | X | |
| 12. Programa de Adaptación Climática Municipal | | X |
| Total | 7 | 5 |
| Valor normalizado | 0.58 | |

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 11.89% para el municipio de Los Cabos. 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 11.89% 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 0.88

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 19 para el municipio de Los Cabos

Tabla 19. Indicador de percepción ciudadana para el municipio de Los Cabos

| Pregunta | Calificación |
|--|--------------|
| ¿Sabe a quién acudir en caso de emergencia o desastre hidrometeorológico? | 0.75 |
| ¿Cree que Protección Civil cuenta con infraestructura y capacitación para atender un desastre? | 0.2 |
| ¿Cree que el gobierno municipal está preparado para atender una emergencia? | 0.25 |
| ¿Recibe apoyo la población en caso de desastre? | 0.84 |
| Valor normalizado | 0.51 |

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 Los Cabos se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Indicador de cohesión social para el municipio de Los Cabos

| Pregunta | Calificación |
|---|--------------|
| ¿Piensa usted quedarse a residir definitivamente en este municipio? | 0.77 |
| ¿Participaría en acciones para disminuir el efecto de eventos hidrometeorológicos? | 0.94 |
| ¿Estaría dispuesto a realizar cambios constructivos en su vivienda para disminuir los efectos de fenómenos hidrometeorológicos? | 0.99 |
| ¿Conoce organizaciones civiles involucradas en protección civil, derechos humanos, protección al ambiente, etc.? | 0.26 |
| Valor normalizado | 0.74 |

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 21 para el municipio de Los Cabos.

Tabla 21. Indicador de capacidad de respuesta del sector salud para el municipio de de Los Cabos

| Indicador | Número de médicos por cada 1000 habitantes | Valor normalizado |
|---|--|-------------------|
| Personal médico de las Instituciones públicas del sector salud entre la población total municipal*. | 1.35 | 0.54 |

*Fuente: INEGI, 2010

6. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIAL

El Índice de Vulnerabilidad Social para el destino turístico de Los Cabos arrojó un valor de 0.65 (Tabla 22). Para atender la vulnerabilidad presente en el destino, es necesario implementar las propuestas de medidas de adaptación (ver Sección XIX) y disminuir la exposición a inundación por marea de tormenta en establecimientos que brindan servicios relacionados con el sector turismo. De manera prioritaria, también es necesario atender los aspectos relacionados con el Indicador de Gobernabilidad, donde se encontró un área de oportunidad importante.

Tabla 22. Índice de Vulnerabilidad Social para el municipio de Los Cabos

| Indicador | Calificación |
|---|--------------|
| 1. Indicador de gobernabilidad | 0.58 |
| 2. Indicador de exposición | 0.88 |
| 3. Indicador de percepción ciudadana | 0.51 |
| 4. Indicador de cohesión social | 0.74 |
| 5. Indicador de capacidad de respuesta del sector salud | 0.54 |
| Índice de Vulnerabilidad | 0.65 |

| 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 Los Cabos, 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 Los Cabos, ver Sección XIX del presente informe final.