

# MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD DEL FENÓMENO DE EROSIÓN COSTERA, EN EL LITORAL DEL ESTADO DE CAMPECHE

## RESUMEN

Los fenómenos geológicos son manifestaciones naturales recurrentes, que tienen su origen en la dinámica interna y externa de la Tierra, su ocurrencia es inevitable, por lo que es importante aprender a convivir con ellos, sin embargo, es necesario minimizar los efectos de la circunstancia de estos eventos y en algunos casos evitar el daño a las vidas humanas, sus bienes y su entorno. Con base en lo anterior, en el INEGI, se considera conveniente la elaboración del mapa de susceptibilidad del fenómeno de erosión costera, que representa un punto de partida en la generación de modelos de: peligro, vulnerabilidad y riesgo que auxilien en la mitigación de los efectos del evento.

La Erosión Costera es un fenómeno natural que se origina por la interacción de los procesos climáticos, meteorológicos, hidrodinámicos, sedimentarios, con la morfología costera y la batimetría del fondo en la zona cercana a la costa, produciendo un retroceso en la línea de costa.

El estado de Campeche, se localiza al sureste de la República Mexicana, forma parte de la Península de Yucatán. Los límites de la línea de costa se encuentran entre las coordenadas extremas: 18° 39' 02" - 20° 50' 40.27" de latitud norte y 92° 28' 05.30" - 90° 24' 12" de longitud oeste. Colinda al noreste con el estado de Yucatán y al suroeste con el estado de Tabasco y al oeste con el golfo de México, cuenta con 425 kilómetros de costa. Los municipios costeros del estado son: Carmen, Champotón, Campeche, Tenabo, Hecelchakán y Calkiní.

El estado se caracteriza por contar con gran cantidad de infraestructura costera y se distribuye a lo largo de su litoral. Campeche cuenta con los puertos de Seybaplaya (altura), Isla del Carmen (altura), Cayo Arcas (PEMEX), Lerma (cabotaje), Champotón (cabotaje) y San Francisco (cabotaje). También existen estructuras para protección y mitigación de la erosión, principalmente en zonas residenciales.

Las características geomorfológicas de la costa a lo largo del área de estudio permiten clasificarlas en: Costa de barrera acumulativa con o sin cordones, Costa de inundación y/o de intermareas, Costa no diferenciada con playa, Costa erosiva-acumulativa Costa acumulativa de isla de barrera y Costa acumulativa de planicies deltaicas (INE-SEMARNAT, 2001).

El estado de Campeche forma parte de las Provincias Geológicas Plataforma de Yucatán y Cuenca Deltaica de Tabasco (Ortega et al., 1992). La superficie está dominada por caliza y sedimentos calcáreos en su mayor parte, depósitos aluviales hacia la parte centro y suroeste; la región costera al sur se distingue por depósitos aluviales (de arenas y limos) y lacustres (con arcillas y sal) en una zona de planicies subhorizontales.

La litología existente dentro de un búfer de 10 km, a partir de la línea de costa, está conformada por rocas Terciarias: caliza y margas del Eoceno (56-33 Millones de años -Ma-) y caliza-coquina del Mioceno-Plioceno (23-2.5 Ma). El Cuaternario lo representan coquina y caliza del Pleistoceno (2.5 -1 Ma), que afloran en franjas paralelas a la costa; y depósitos recientes de material litoral (arenas calcáreas) al centro, lacustre hacia el norte, palustre hacia la Laguna de Términos y aluvial en las cercanías del municipio de Champotón y el límite con el estado de Tabasco.

La región en la que se sitúa el estado de Campeche, tiene la particularidad de contar con hundimientos diferenciales debido a las distintas velocidades de descenso de los bloques y a su vez contrastantes, que están influenciados por estructuras como: la familia de fallas geológicas normales de dirección NE-SW con caliza hacia el NW que originan una serie de escalones, entre los cuales hay desplazamientos activos recientes. De esta manera la neotectónica regional, juega un papel protagónico en los procesos de erosión costera en el área de estudio, ésta se ubica en la región donde ocurre hundimiento relacionado a migración y levantamiento de domos de sal, lo cual reactiva las fallas normales, las cuales manifiestan evidencia de actividad desde el Plioceno (Padilla, 2013).

Con base en la información de la división Hidrológica del INEGI (1988), la superficie estatal comprende parte de las Cuencas Hidrológicas: Yucatán Norte, Yucatán Oeste y Grijalva-Usumacinta. El drenaje en las dos primeras es subterráneo en la mayor parte del área. Solo en la porción oriental de la segunda, se tienen algunas corrientes superficiales paralelas de régimen intermitente que drenan en dirección noreste-suroeste y desaparecen en un valle. En la última que pertenece a la vertiente del Golfo de México, se observan corrientes permanentes como: Champotón, La Malinche e Icajao.

Los climas característicos de la zona costera son: los cálidos y muy cálidos con lluvias en verano. La temperatura promedio anual fluctúa entre 26.2 °C. Las lluvias son más abundantes en el suroeste y menos frecuentes en el noreste. La Corriente Tropical y la Corriente del Noroeste son las que condicionan la cantidad de lluvia anual y provocan variabilidad en la lluvia, unos años con exceso y otros por ausencia, la corriente del noreste en verano es caliente y seca lo que provoca la presencia de canícula o sequía intraestival.

Por su posición geográfica, la zona es vulnerable a los fenómenos meteorológicos recurrentes, así lo indica el registro histórico, donde en un periodo de 25 años (1986-2011) la región fue afectada por ocho tormentas tropicales y siete huracanes que impactaron directamente en la costa.

En cuanto al sistema de mareas y corrientes, el patrón superficial (0-20 m) de verano presenta una corriente localizada en el banco de Campeche y dirigida hacia el oeste, alcanzando velocidades entre 5 y 17 cm/s en las costas de Yucatán. Al llegar a la región próxima al escarpado de Campeche, la corriente se bifurca en ramales, predominando la corriente hacia el sur, la cual, al llegar a las costas de Tabasco, presenta magnitudes aproximadas de 3cm/s. La corriente superficial de invierno presenta, al igual que para verano, una corriente bien definida en el banco de Campeche dirigida hacia el oeste con magnitudes de 5 a 18 cm/s.

El fenómeno de Erosión Costera en áreas de la costa campechana, se determinó mediante:

- Métodos de percepción remota utilizando imágenes satelitales de diferentes fechas y programa de sistema de información geográfica. Se seleccionaron siete imágenes del sensor TM del satélite Landsat-5 de las columnas y filas (path/row): 021/046, 021/047 y 022/047 que incluye el área de estudio. Las fechas de adquisición de las imágenes más antiguas van de 1986 a 1988 y las más recientes del 2011, cubriendo un periodo de entre 23 y 25 años. Mediante el tratamiento digital de imágenes, se determinó la superficie que sufrió modificaciones en el periodo de tiempo que abarcó el estudio.

- Comparación de cambios morfológicos entre la línea litoral, de las series topográficas 1 (1970-1980) y serie II (1995-2000) escala 1:50 000, localizando las zonas de diferencia litoral significativa.

- Fotointerpretación de erosión costera, identificando y delimitando las áreas que manifestaron erosión en las costas, detectables mediante la comparación de series temporales de ortofotos y/o en la imagen de satélite.

Con base en lo anterior, se efectuó la verificación de campo en cada sitio (2013) detectado expreso con: toma de datos de localización, obtención de datos descriptivos del sitio, levantamiento del perfil de playa, transecto de la línea de costa adquiriendo las coordenadas con navegador GPS, muestreo de arenas y captura de imágenes fotográficas. Por lo tanto, se verificaron treinta y un sitios de la costa.

Las condiciones de la playa, se determinaron con base en la velocidad del retroceso/avance de la línea costera y superficie pérdida/ganada, para el primer caso: Tasa anual de erosión = (Área erosión) / (Año 2 - Año 1).

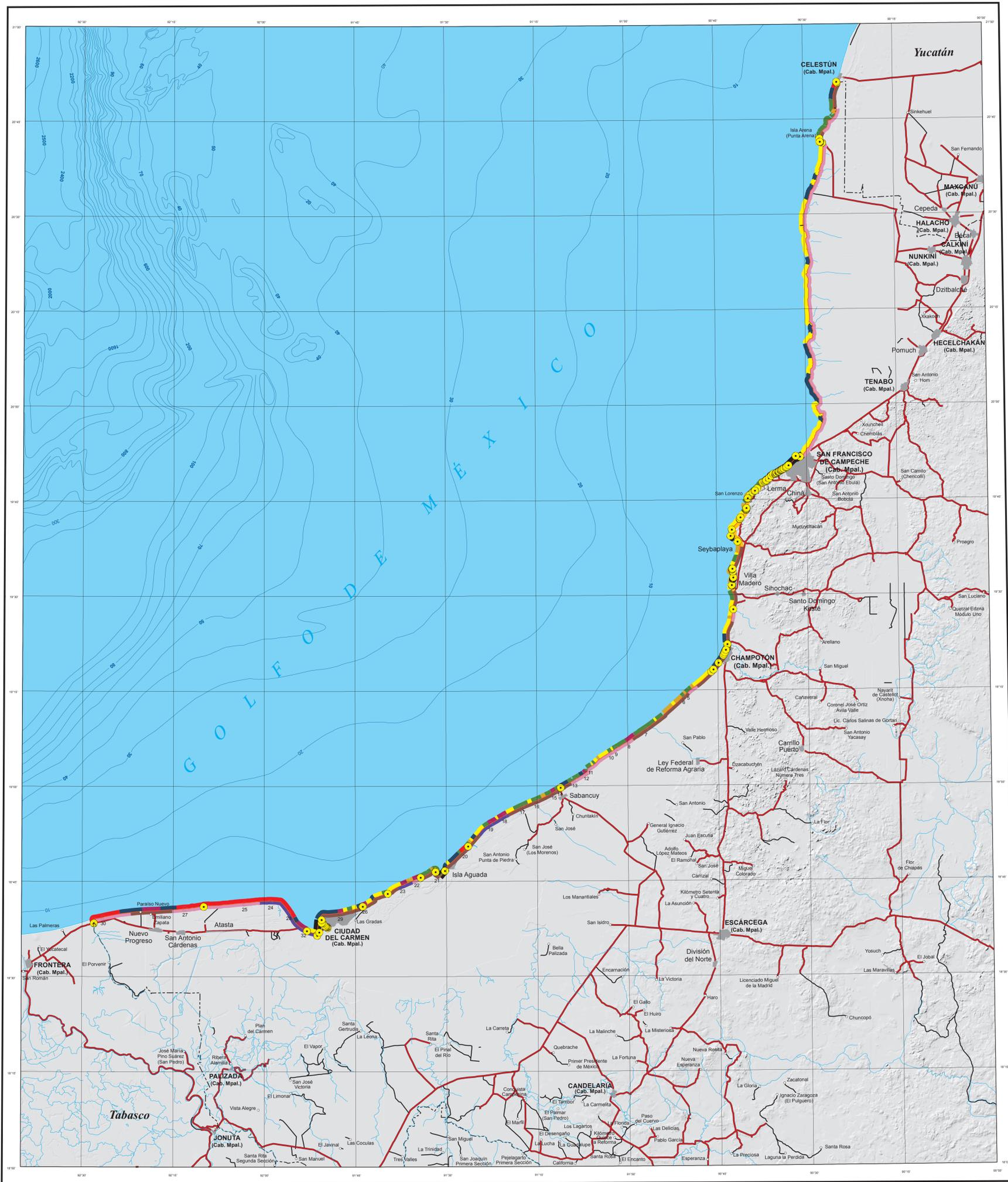
Los rangos cuantitativos se establecieron de la siguiente manera:

Acreción: aumento en la deposición de sedimentos.  
Estable: valor < 250 m<sup>2</sup>/año  
Perceptible: 250 m<sup>2</sup>/año < valor < 500 m<sup>2</sup>/año.  
Apreciable: 500 m<sup>2</sup>/año < valor < 2500 m<sup>2</sup>/año.  
Aguda: 2500 m<sup>2</sup>/año < valor < 5000 m<sup>2</sup>/año.  
Intensa: valor > 5000 m<sup>2</sup>/año.

Sitios con erosión intensa/aguda se observaron cerca o en los puntos: 8, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 30 y 32. También se interpretó una zona en los límites con el estado de Yucatán, el cual no se logró visitar. Cabe mencionar que la dinámica en la zona litoral se manifiesta, con cambios en un periodo de años o de un año a otro, lo anterior se comprobó, ya que si en las etapas de análisis se obtuvo un nivel de situación determinado, al momento de la visita de campo, se observó un escenario diferente, por lo tanto en algunos sitios las circunstancias variaron y en otros predominan. La condición de playa observada en campo (anotados en la cédula y archivo shape de sitio de información), se asignan por una apreciación cualitativa del observador *in situ*, por lo que éstos pueden o no coincidir con la categoría asignada en el archivo de erosión costera.

Con base en la suma de las distancias por niveles de erosión se tiene: Perceptible 25.2 km (5.9%), Apreciable 77.1 km (18.1%), Aguda 31.3 km (7.4%), Intensa 50.8 km (12%), dando una longitud susceptible de erosión de 184.4 km que representa el 43.4% del total de costa en el estado.

La información detallada de cada punto se tiene en una cédula en formato PDF y los atributos de los sitios de observación -capa de puntos- y de las diferentes condiciones de las zonas litorales, se indican también en una tabla asociada en un archivo vectorial de línea, en formato SHP, asignando la simbología correspondiente.



## SIMBOLOGÍA

### Símbolos Topográficos

- Localidades urbanas
- Limite estatal
- Carretera pavimentada
- Camino de terracería
- Curva batimétrica
- Sitio de información
- Infraestructura costera

### Condición de la Playa

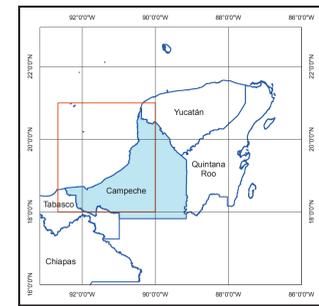
- Acreción Aumento en la deposición de sedimentos
- Estable Tasa de erosión menor a 250m<sup>2</sup> por año
- Perceptible Tasa de erosión entre 250 y 500m<sup>2</sup> por año
- Apreciable Tasa de erosión > a 500 y hasta 2500m<sup>2</sup> por año
- Aguda Tasa de erosión > a 2500 y hasta 5000m<sup>2</sup> por año
- Intensa Tasa de erosión > a 5000m<sup>2</sup> por año
- No Disponible

### Morfología de Costas

- Costa erosiva-acumulativa
- Costa de barrera acumulativa con o sin cordones
- Costa acumulativa de isla de barrera
- Costa acumulativa de planicies deltaicas
- Costa de inundación y/o de intermareas
- Costa no diferenciada con playa

### DATOS DE SISTEMA DE REFERENCIA

ELIPSOIDE \_\_\_\_\_ GR50  
 PROYECCIÓN \_\_\_\_\_ CÓNICA CONFORME DE LAMBERT  
 GRADICULA \_\_\_\_\_ SEPARACIÓN CADA 15 MIN.  
 MARCO DE REFERENCIA \_\_\_\_\_ ITRF2008 ÉPOCA 2010.0  
 PRIMERA EDICIÓN \_\_\_\_\_ 2016  
 AUTORIDAD \_\_\_\_\_ INEGI DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE



### ESCALA 1:500 000



© 2015 Instituto Nacional de Estadística y Geografía  
 Edificio Sede  
 Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301  
 Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276 Aguascalientes,  
 Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI,  
 Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas.

www.inegi.org.mx  
 atencion.usuarios@inegi.org.mx

Mapa de susceptibilidad del fenómeno de erosión costera,  
 en el litoral del estado de Campeche

Impreso en México  
 Printed in Mexico

### Conociendo México

01 800 111 46 34  
 www.inegi.org.mx  
 atencion.usuarios@inegi.org.mx

f INEGI Informa @INEGI\_INFORMA

