

# COMPARACIÓN DE VARIABLES QUE INDUCEN OPRESIÓN COSTERA CON RESPECTO A SU INTENSIDAD Y DURACIÓN, CASO DE ESTUDIO: PLAYA NORTE, CAMPECHE, MÉXICO

Débora L. Ramírez-Vargas, Edgar Mendoza, Debora Lithgow y Rodolfo Silva

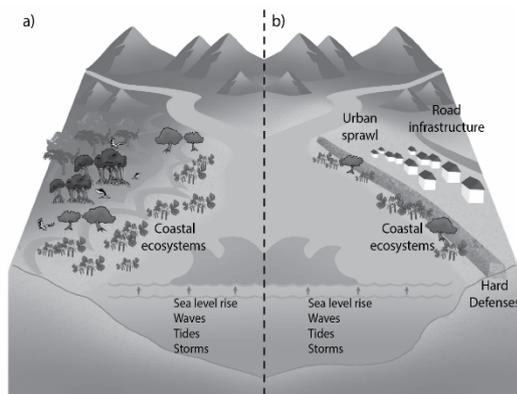
Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, 04510 Ciudad de México, México  
E-mail: dramirezv@ingen.unam.mx, emendozab@ingen.unam.mx, debora.lithgow@gmail.com, rsilvac@ingen.unam.mx

## Introducción

La zona costera es la zona de transición entre el ambiente marino y terrestre, directamente bajo la influencia de los procesos hidrodinámicos marinos y/o lagunares. Esta zona se extiende desde la plataforma continental en el límite oceánico hasta el primer cambio topográfico importante por encima del alcance del máximo oleaje de tormenta (CERC, 2000).

El litoral mexicano tiene más de 11 000 km de longitud, alberga numerosos ecosistemas de gran importancia ecológica principalmente por los bienes y servicios que estos otorgan, al 15% de la población, y una gran variedad de actividades económicas vitales para el desarrollo del país, tales como la pesca y la acuicultura, la industria de la transformación, la transportación marítima y el turismo, entre otras (INEGI, 2001). El manejo deficiente de esta diversidad de usos, frecuentemente conlleva conflictos ambientales, administrativos, de ordenamiento territorial y de gestión de recursos (Silva *et al.*, 2014).

Uno de los factores de tensión que no permite el equilibrio en las zonas costeras es la opresión costera. La opresión costera es el proceso de pérdida y/o disminución de la calidad de la zona intermareal (Figura 1). Dicha disminución puede ser causada por factores naturales y antrópicos tanto marinos como terrestres (Doody, 2004; Black & Veatch, 2006; Pontee, 2013). Dentro de los procesos naturales, podemos considerar los procesos geomorfodinámicos. Por otra parte, los principales factores antropogénicos son los relacionados con la intervención humana.



**Figura 1.-** Opresión Costera: a) Los ecosistemas son capaces de adaptarse a cambios costeros y desplazarse tierra adentro. b) Los ecosistemas se ven oprimidos entre cambios costeros y estructuras de protección. (Modificado de Fries, 2011).

La mayor amenaza que enfrentan las zonas costeras es la opresión costera (Schleupner, C., 2008). Las playas son atrapadas entre el incremento del nivel del mar, la erosión y el aumento del desarrollo costero. Las playas estrechas resultantes no dejan lugar a la migración de los ecosistemas costeros hacia tierra adentro (Dugan *et al.*, 2010) provocando su degradación y disminución de los servicios que proveen como la protección contra tormentas. En consecuencia, la opresión es una amenaza para la infraestructura en zonas costeras.

El presente trabajo trata de la comparación de las variables que inducen opresión costera en específico de aquellas que por su

origen afectan con mayor intensidad en un tiempo preciso y corto, con otras variables que se han determinado que afectan en menor o igual intensidad pero en una mayor permanencia.

## Métodos

La identificación de las variables consistió en dos etapas. Primero, se identificaron aquellos factores que originan el fenómeno de opresión costera. Después, se evaluaron solo las variables que afectan directamente a la zona costera. Entre estas variables se encuentran las tasas de cambio de uso de suelo y de erosión así como la presencia de obras de protección que pudieran rigidizar la costa e interferir en la dinámica hidrosedimentaria de la zona. Para determinar el grado de opresión costera, el área de estudio se dividió en área marina y área terrestre.

A continuación se presentan las variables y la metodología utilizada para su análisis y posterior discusión como inductor de opresión costera:

- Incremento en el nivel del mar: Se consideraron los siguientes escenarios de incremento en el nivel del mar: 8 cm para el año 2030, 13.5 cm para 2050, y 33 cm en el 2100 (Vázquez-Botello, *et al.*, 2008; IPCC, 2007).
- Oleaje: Se consideraron las condiciones de régimen medio de oleaje y las debidas a mareas de tormenta, para obtener su relación con otras variables. Los datos se tomaron del Atlas de Clima Marítimo de la Vertiente Atlántica Mexicana (Silva, R. *et al.*, 2008).
- Incidencia y duración de tormentas: Se realizó una búsqueda bibliográfica para identificar todos los eventos extremos registrados en la zona así como los efectos socioeconómicos de los mismos.
- Erosión y Acreción: A través de imágenes digitales de diferentes años (2004, 2005, 2014 y 2016), se digitalizó la línea de costa. Posteriormente, se utilizó el método de Torres *et al.* (2010) para delimitar áreas de referencia por medio del trazo de polígonos. Después, se calculó el área de cada polígono comparado entre años consecutivos. Por medio de la diferencia entre el área de un polígono en dos imágenes de distintos años se obtiene el resultado en donde valores negativos significan erosión y las positivas acreciones.
- Cambio de uso de suelo: Mediante el programa ArcGIS se delimitaron y clasificaron los usos de suelo y vegetación para generar mapas descriptivos del cambio en la zona de estudio que cuantificados en m<sup>2</sup>. Los shape base fueron descargados del Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (CONABIO, 2009).
- Desarrollo de infraestructura y obras de protección costera: Se analizaron las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) que realizadas en la Zona Federal Marítimo Terrestre. Una vez identificadas las obras, se generó una base de datos con los impactos identificados en la MIA, modificaciones en el terreno, inversión en las obras y su objetivo.

**Medición de la opresión costera:** Las variables previamente descritas fueron ponderadas. Una vez determinada la importancia relativa de cada variable, se evaluaron y

establecieron los valores de opresión en la zona de estudio. Finalmente, se discuten los efectos ecológicos y socioeconómicos inducidos por la opresión costera en la zona de estudio.

### Zona de estudio: Playa Norte, Campeche

El estado de Campeche cuenta con 523 km de litoral, una plataforma continental de 51,100 km<sup>2</sup> (segundo lugar nacional) y 2 200 km<sup>2</sup> de lagunas costeras. Las principales actividades económicas del estado son la pesca, la apicultura, la agricultura y la ganadería (PED-Campeche, 2015). Campeche es un estado altamente biodiverso (CITA); sin embargo, afronta situaciones de deterioro ambiental ocasionadas por las actividades humanas como la creación de sitios de recreo y la infraestructura turística en el litoral.

Playa Norte se encuentra en el municipio de Carmen, Campeche. Es la principal playa recreativa de Isla del Carmen, se ubica en las coordenadas geográficas 18°43'54.3" N y 91°44'9.8" O. Playa Norte presenta un litoral estable formado de arenas medias y finas (Figura 2). Las características fisiográficas que conforman de manera general la playa son: ancho de playa promedio 36.64 m, altura de 3.93 m, presenta una cresta a los 10 m de distancia de la zona de dunas para posteriormente continuar con una pendiente, en esta se desarrollan actividades de recreo, motos acuáticas y bañistas, se puede acceder a ella desde embarcación menor. En promedio tiene una profundidad de 4 m con pendiente suave (SEMAR, 2010).



Figura 2. Zona de estudio: Playa Norte, Campeche, México.

### Resultados preliminares y discusión

Los resultados obtenidos servirán para proponer diferentes alternativas que consideren tanto a los ecosistemas costeros como las actividades económicas clave para las poblaciones ubicadas en la zona de estudio afectadas por la opresión costera. Además, se espera que la metodología aquí desarrollada sea aplicable en otras zonas costeras con características similares.

En la zona de estudio se encontró que Playa Norte tiene una opresión costera de intensidad media. A continuación, se describen las principales tendencias para las variables analizadas:

- Los mayores valores de desplazamiento de línea de costa se encontraron entre los 190 m de erosión y 80 m de acreción.
- Con respecto a Cambio de Uso de suelo, Se localizaron tres tipos de uso de suelo Manglar, Tular y Asentamientos humanos, de los cuales el Manglar y el Tular en conjunto han presentado pérdidas por más de 50 hectáreas.
- El análisis de la intensidad y frecuencia de tormentas, hasta 2001, mostro que estos fenómenos impactaban la zona cada 7 años. Sin embargo, a partir de 2002 el patrón antes mencionado se ha visto interrumpido. Por su parte, Los Nortes siguen presentando una periodicidad de 5 eventos por mes entre noviembre y febrero.

Finalmente, se identificó que de todas las variables evaluadas, el factor detonante de opresión costera en Playa Norte es el desarrollo de infraestructura de protección debido a que causan la modificación de la dinámica hidrosedimentaria, especialmente erosión.

Los resultados de este estudio subrayan la necesidad de implementar herramientas de manejo costero que en combinación con obras ingenieriles puedan tener un equilibrio ecosistémico sin omitir el desarrollo económico y productivo de una población. Una alternativa es el diseño de infraestructura verde para la protección de la costa y evitar su rigidización.

### Referencias bibliográficas

- Alexandra Fries** (2011). Integration and Application Network, University of Maryland Center for Environmental Science ([ian.umces.edu/imagelibrary/](http://ian.umces.edu/imagelibrary/)).
- Beven, k.**, (1996). Equifinality and uncertainty in geomorphological modelling. The scientific nature of geomorphology: *Proceedings of the 27th Binghamton Symposium in Geomorphology*. John Wiley and Sons, Chichester, pp. 289-306.
- Black and Veatch** (2006). Coastal squeeze study, *Issue 2. Report produced for the Environment Agency*, 30pp + appendices. August 2006.
- Brommer, M.B. y Bochev-van der Burgh, L.M.**, (2009). Sustainable coastal zone management: A concept of forecasting long-term and large-scale coastal evolution. *Journal of Coastal Research*, 25(1): 181-188.
- CERC**, (2000). *Coastal Engineering Manual*. US Army Corps of Engineers, Virginia, MA.
- Doody, J.P.** (2004). Coastal squeeze – an historical perspective. *Journal of Coastal Conservation*, 10, 129-138
- Dugan, J.E., Defeo, O., Jaramillo, E., Jones, A.R., Lastra, M., Nel, R., Peterson, C.H., Scapini, F., Schlacher, T., Schoeman, D.S.**, (2010). Give beach ecosystems their day in the sun. *Science* 329, 1146.
- INEGI**, (2001). XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Síntesis de resultados.
- IPCC: Climate change** (2007). The physical science basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. pp. 333. *Cambridge University Press*: Cambridge, UK ([https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_ipcc\\_fourth\\_assessment\\_report\\_wg1\\_report\\_the\\_physical\\_science\\_basis.htm](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm))
- PED-Campeche (Pla Estatal de Desarrollo de Campeche)**. (2015). Gobierno del estado de Campeche. *Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado (COPLADE)*. Edición: Secretaría de Planeación. Impreso en México. 136 p. [www.campeche.gob.mx](http://www.campeche.gob.mx)
- Pontee, N.** (2013). Defining coastal squeeze: a discussion. *Ocean and Coastal management*. 84. 204-207pp.
- Sarukhán, J. et al.**, (2009). Síntesis. Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad, Capital natural de México.
- Schleupner, C.**, (2008). Evaluation of coastal squeeze and its consequences for the Caribbean island Martinique. *Ocean & Coastal Management* 51 (5), 383e390.
- SEMAR**, (2010). Isla del Carmen, Campeche. 19 pp.
- Silva, R. et al.**, (2008). Atlas de Clima Marítimo de la Vertiente Atlántica Mexicana.
- Silva, R. et al.**, (2014). Caracterización de la zona costera y planteamiento de elementos técnicos para la elaboración de criterios de regulación y manejo sustentable. *UNAM/SEMARNAT*. ISBN: 978-607-02-6287-6.
- Torres Rodríguez, V., A. Márquez García, A. Bolongaro Crevenna, J. Chavarría Hernández, G. Expósito Díaz y E. Márquez García**, (2010). Tasa de erosión y vulnerabilidad costera en el estado de Campeche debidos a efectos del cambio climático, p. 325-344. En: A.V. Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (ed.). *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. Semarnat-ine, unam-icmyl, Universidad Autónoma de Campeche*. 514 p.
- van Rijn, L.**, (1998). Principles of coastal morphology. *Aqua Publications*, The Netherlands.