

EVALUACIÓN MORFODINÁMICA DE PLAYAS CON ESQUEMAS DE PROTECCIÓN COSTERAS EN RIOHACHA, LA GUAJIRA

Yeison Berrio Arrieta¹, Germán Rivillas-Ospina² y Marianella Bolívar Carbonel¹

¹Estudiante de Maestría Ingeniería Civil Universidad del Norte, Colombia.

²PhD., Profesor del departamento de Ingeniería Civil y Ambiental Universidad del Norte, Colombia.

E-mail: yeisonb@uninorte.edu.co, grivillas@uninorte.edu.co, bmarianella@uninorte.edu.co

Introducción

A lo largo de los 30 municipios costeros que conforman la región del Caribe colombiano se han presentado tendencias erosivas importantes que se encuentran asociadas a factores tales como: a) falta de sedimentos para mantener el equilibrio o dar origen a nuevas playas; b) cambios en las condiciones hidrodinámicas; c) ascenso en el nivel del mar; d) fenómenos geológicos regionales locales; e) expansión humana desorganizada y los fenómenos que ésta trae consigo (Rangel-Buitrago & Anfuso, 2009)

El departamento de La Guajira, ubicado en el Caribe colombiano, ha sido considerado como una zona de gran interés desde el punto de vista socioeconómico debido a los múltiples beneficios que se derivan de la explotación minera, turismo, la pesca artesanal e industrial, ubicándolo entre los departamentos con gran representación para el PIB de Colombia. Sin embargo, estas actividades al igual que para muchos países de Latinoamérica vienen acompañadas de modelos de desarrollo que afectan negativamente los ambientes marino-costeros, con actividades antrópicas que conducen a la erosión costera.

Las estrategias de protección de playa y de reconstrucción de la línea de costa están a la vanguardia en la ingeniería costera, por tanto, (Grasso, Michallet, & Barthélemy, 2011; De Schipper *et al.*, 2014; Kim, Sanchez-Arcilla, & Caceres, 2017) mediante simulaciones estudian las afectaciones de una tormenta sobre las diferentes partes de un perfil de playa.

En cambio, (Angnuureng *et al.*, 2017; Senechal *et al.*, 2015; Aleman *et al.*, 2013; Arifin & Kennedy, 2011) investigaron el impacto de las tormentas y las agrupaciones de tormenta en la recuperación de la costa en una playa con barras mediante el uso de imágenes de video.

Por otra parte, (Nielsen & Shimamoto, 2015) con base a los experimentos desarrollado por Kraus y Larson (1988) estudiaron el desarrollo del perfil de playa a gran escala con mareas y suficiente densidad temporal para analizar la respuesta del nivel de la cresta de la barra. Aunque (Cobos *et al.*, 2017) llevaron a cabo un estudio experimental de la dinámica de ondulación y barra de arena bajo ondas regulares e irregulares en condiciones parcialmente reflejantes.

Por lo anterior, este trabajo de investigación explora y profundiza en el conocimiento entre la relación de las ondas que se propagan hacia la costa, el tamaño del sedimento y la evolución del perfil, con el ánimo de evaluar la pérdida de equilibrio del perfil de playa en el distrito de Riohacha, Caribe Colombiano, y demostrar mediante modelación numérica que las estructuras existentes en la zona de estudio no han servido para mitigar los procesos erosión.

Metodología

Los procesos erosivos en las costas del municipio de Riohacha han producido un retroceso en la línea de costa, razón por la cual fue necesario implementar medidas de recuperación y protección (ver Figura 1). Con el fin de revertir la problemática construyeron 8 estructuras, siete (7) espolones y un (1) dique emergido.

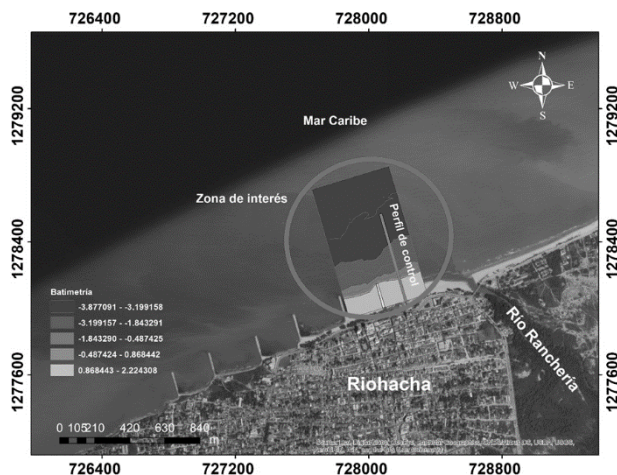


Figura 1.- Zona de estudio.

Según el clima marítimo de la zona de estudio, se establecen condiciones de alturas de olas extrema de hasta 2 m con periodo pico 8 s con una dirección predominante entre los 35° y 45°.

Para las modelaciones morfodinámicas se usa el modelo de bucle abierto XBeach clasificado en la escala temporal de corto plazo, es decir, para eventos extremos, usando una malla computacional rectilínea generada con el módulo RGFGRID del software Delft3D en el sistema cartesiano de la siguiente manera:

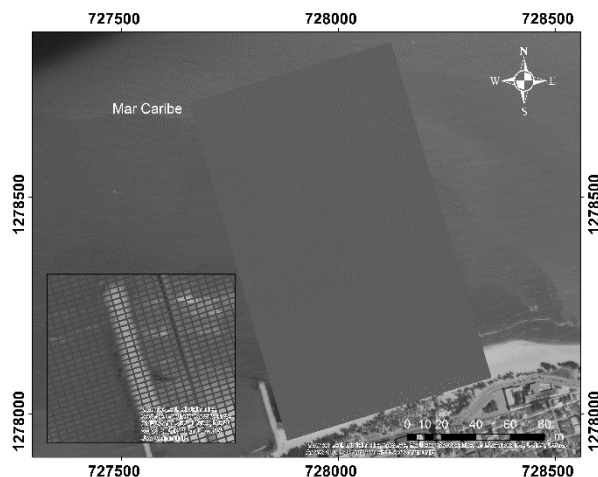


Figura 2.- Malla computacional.

La malla estuvo compuesta por 193 filas y 97 columnas, con un área de celda promedio de 21,2 m² cubriendo un área de 450 m a lo largo de la costa por 1000 m de ancho. Sin embargo, para evitar distorsiones numéricas, la malla se amplió 25 m en cada límite lateral. En cuanto a las condiciones de fronteras de entrada, el modelo se forzó con un mismo tren de onda durante un tiempo de 5 días que representan el número de días por año que se han identificado eventos extremos en las costas del caribe colombiano, mientras que la variación del nivel medio del mar fue obtenida de la base de datos HYCOM y para las condiciones laterales se utilizó la condición de Neumann.

Resultados

En primera instancia con base en la literatura y en la hidrodinámica local de las playas de Riohacha, La Guajira se determinó la sensibilidad del modelo XBeach a algunos parámetros. Dentro de los cuales, se encuentra el coeficiente de propagación direccional por lo que se incluye la dimensión a lo largo de playa se activan los procesos de refracción del oleaje y, por tanto, mayor cambio morfológico.

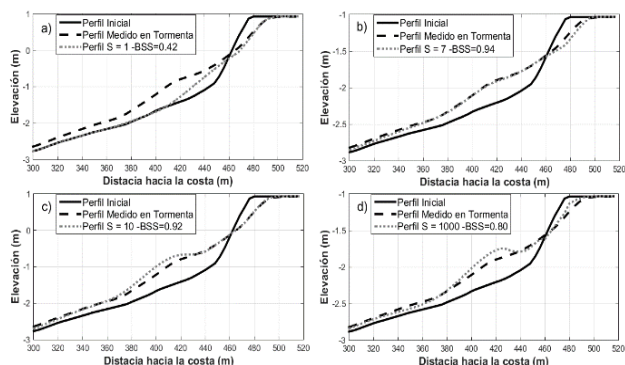


Figura 3.- Resultados para a) $s = 1$, b) $s = 7$, c) $s = 10$, d) $s = 1000$.

En la figura 3 se observan los perfiles de playa medidos tras el paso del fenómeno natural de bajas presiones (huracán Mathew) representada con la línea punteada gris y los perfiles modelados con XBeach para diferentes valores de s están dados por la línea suspendida negra y el perfil inicial medido en oleaje moderado está indicado con la línea negra, asimismo se presentan los puntajes de habilidad del error cuadrático medio del modelo BSS al predecir el comportamiento del perfil de playa.

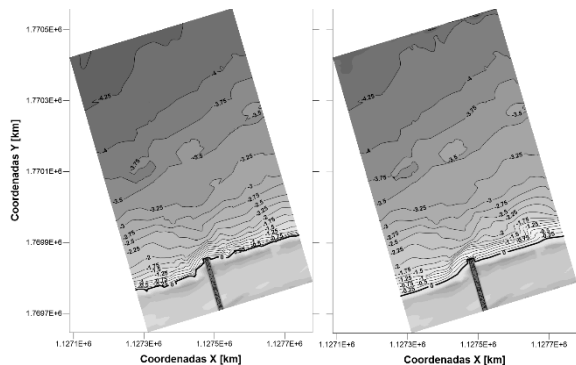


Figura 4.- Evolución morfodinámica de la zona de estudio a) Batimetría inicial. b) Batimetría final.

Se aprecia en la Figura 4a la batimetría inicial de la zona de estudio, y en la Figura 4b se muestra la evolución morfodinámica después de 5 días de simulación, el comportamiento de las isobatas cerca de la dirección Este del espolón indican acumulación de sedimentos, mientras tanto en la región Oeste las isobatas revelan erosión. El patrón de corrientes en el área de estudio mueve el sedimento de Este a Oeste y cuando las corrientes litorales se encuentran un obstáculo, tienden a cambiar la hidrodinámica local, modifican su dirección y físicamente rodean la estructura de protección para dirigirse hacia el mar.

Adicionalmente, se realiza un análisis del campo de velocidad alrededor de la estructura. Donde se observa en la figura 5 como los vectores de velocidad interactúan con el extremo de la estructura.

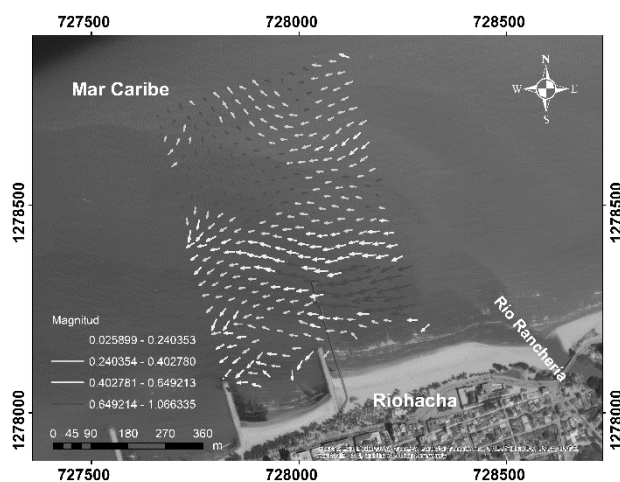


Figura 5.- Vectores de velocidad en la zona de estudio.

Referencias

- Aleman, N., Robin, N., Certain, R., Barousseau, J.-P., & Gervais, M. (2013). "Net offshore bar migration variability at a regional scale: Inter-site comparison (Languedoc- Roussillon, France)". *Journal of Coastal Research*, 1715–1720.
- Angnuureng, D. B., Almar, R., Senechal, N., Castelle, B., Addo, K. A., Marieu, V., & Ranasinghe, R. (2017). "Shoreline resilience to individual storms and storm clusters on a meso-macrotidal barred beach". *Geomorphology*, 290 (February), 265–276.
- Arifin, R. R., & Kennedy, A. B. (2011). "The evolution of large scale crescentic bars on the northern Gulf of Mexico coast". *Marine Geology*, 285(1–4), 46–58.
- Cobos, M., Chiapponi, L., Longo, S., Baquerizo, A., & Losada, M. A. (2017). "Ripple and sandbar dynamics under mid-reflecting conditions with a porous vertical breakwater". *Coastal Engineering*, 125 (December), 95–118.
- De Schipper, M. A., Reniers, A. J. H. M., Ranasinghe, R., & Stive, M. J. F. (2014). "The influence of sea state on formation speed of alongshore variability in surf zone sand bars". *Coastal Engineering*, 91, 45–59.
- Grasso, F., Michallet, H., & Barthélemy, E. (2011). "Experimental simulation of shoreface nourishments under storm events: A morphological, hydrodynamic, and sediment grain size analysis". *Coastal Engineering*, 58(2), 184–193.
- Kim, D. H., Sanchez-Arcilla, A., & Caceres, I. (2017). "Depth-integrated modelling on onshore and offshore sandbar migration: Revision of fall velocity". *Ocean Modelling*, 110, 21–31.
- Nielsen, P., & Shimamoto, T. (2015). "Bar response to tides under regular waves". *Coastal Engineering*, 106, 1–3.
- Rangel-Buitrago, N & Anfuso, G. (2009). "Assessment of coastal vulnerability in the Guajira Peninsula, Colombia Caribbean Sea". *Journal of Coastal Research*, 56(749–258), 792–796
- Senechal, N., Coco, G., Castelle, B., & Marieu, V. (2015). "Storm impact on the seasonal shoreline dynamics of a meso- to macrotidal open sandy beach (Biscarrosse, France)". *Geomorphology*, 228, 448–461.