

MODELO DE FORMA EN PLANTA EN EQUILIBRIO BASADO EN PROCESOS DINÁMICOS

Gainza, J.¹, González E.M.¹, Medina, R.¹, Cánovas, V.¹

1 Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, Parque Científico Tecnológico de Cantabria, C/Isabel Torres 15, 39011 Santander. june.gainza@unican.es

INTRODUCCIÓN

La erosión de playas es un problema cada vez más común en gran parte del mundo. La costa española en concreto ha sufrido una transformación muy significativa en los últimos 50 años, tendiendo a utilizar los espacios costeros de manera intensiva y generando una serie de desequilibrios ambientales, sociales y económicos. En especial, la inestabilidad de las playas ha causado unos costes económicos, ambientales y sociales muy significativos. Tanto para atenuar la erosión costera, como para una apropiada gestión integrada, es necesario modelizar y conocer la evolución de la playa y su forma final de equilibrio.

Fue en 1940 cuando ingenieros e investigadores del ámbito costero comenzaron a mostrar interés por la forma en planta en equilibrio de la playa. Desde entonces se han ido desarrollando diferentes modelos y formulaciones como por ejemplo, la espiral logarítmica de Yaso (1965). Actualmente el modelo parabólico presentado por Hsu y Evans (1989) es el más utilizado. Sin embargo, las expresiones matemáticas desarrolladas hasta ahora no tienen en cuenta los procesos hidrodinámicos locales que tienen lugar a lo largo de la playa, por lo que su aplicación se ve limitada cuando se tienen accidentes topobatiométricos (bajos, islas...). La presencia de islas e islotes, de bajos y senos... modifican el oleaje de tal manera que la forma en planta de equilibrio de la playa no puede ser pronosticada con los modelos empíricos actuales.

El objetivo de este estudio es desarrollar un modelo de forma en planta en equilibrio basado en métodos numéricos que tenga en cuenta los procesos hidrodinámicos locales de la playa. Consecuentemente, el modelo desarrollado supera las limitaciones que presentan las formulaciones actuales y se podría aplicar en playas con geometría compleja.

METODOLOGÍA

El modelo se basa en la hipótesis de que la playa alcanza su forma de equilibrio estático cuando la velocidad longitudinal media en la zona de rompientes a lo largo de toda la playa es nula ($\bar{V} = 0$). Asumiendo esta idea, se pretende buscar el ángulo de la línea de costa que cancela los forzamientos que generan corrientes longitudinales a lo largo de la playa. No se trata de un modelo de evolución, sino que anulando todos los forzamientos en cada punto a lo largo de la playa se obtiene la forma en equilibrio estático de la playa.

El modelo se ha desarrollado obteniendo la expresión de la velocidad longitudinal en base al concepto de tensor de radiación (Longuet-Higgins and Stewart, 1964). Inicialmente, los únicos forzamientos que se tuvieron en cuenta a la hora de desarrollar el modelo fueron la oblicuidad del oleaje y el gradiente de altura de ola. Sin embargo, se vio necesario añadir un tercer forzamiento referido a la turbulencia, para poder obtener buenos resultados. La introducción de este tercer término implica que pueda haber corrientes en zonas de la playa donde no haya ni gradiente de altura de ola ni oblicuidad del oleaje.

$$V = x^2 \sin \theta_b + Bx^{3/2} \frac{\partial H_b}{\partial y} + Cx^{1/2} \quad (1)$$

$$A = \frac{5\pi}{32c_f} g \tan^2 \beta \gamma \frac{1}{\sqrt{gD_b}} \quad (2)$$

$$B = -\frac{2\pi}{3c_f} (g \tan \beta)^{1/2} K_1 \quad (3)$$

$$C = -\frac{20\pi^2 v_t (\tan \beta)^{1/2}}{16c_f^2 \gamma h_b^{1/2}} \left(K_1 \gamma \left(\frac{\partial H_b}{\partial y} \right)^2 + \tan \beta \frac{x}{3} \left(\frac{\partial^2 H}{\partial y^2} \right) \right) \quad (4)$$

Donde θ_b es el ángulo entre el oleaje en rotura y la línea de costa, H_b la altura de ola en rotura, g el gradiente, c_f el rozamiento, β la pendiente de la playa, γ el criterio de rotura (-0.78) y v_t el término de viscosidad. El primer término de la ecuación 1 corresponde a la oblicuidad del oleaje, el segundo al gradiente de altura de ola y el tercero a la turbulencia.

RESULTADOS

Se ha obtenido un modelo de forma en planta de equilibrio basado en procesos hidrodinámicos. El modelo ha sido validado con un caso teórico correspondiente a la forma en planta obtenida con la parábola de Hsu y Evans (1989) (figura 1). Además se han comparado la forma final en planta de la playa obtenida considerando el término de turbulencia (ecuación 4) y despreciándolo.

En la figura 1 se muestra la línea de costa obtenida con el modelo desarrollado en este estudio contemplando el término de turbulencia y despreciándolo. La batimetría de la playa corresponde a la forma en planta de equilibrio de Hsu y Evans (1989).

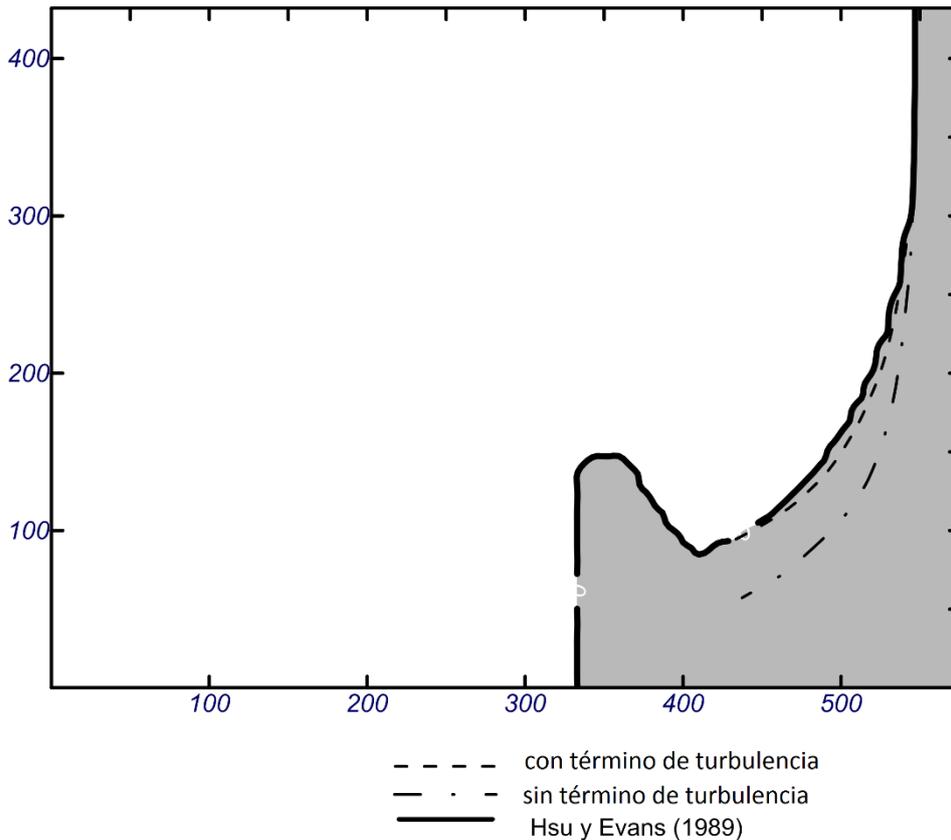


Figura 1. Resultado del modelo desarrollado con el término de turbulencia (---) y sin término de turbulencia (-.-). La línea de costa de la batimetría base corresponde a la forma en planta de equilibrio de Hsu y Evans (1989) (línea gruesa).

AGRADECIMIENTOS

El trabajo de June Gainza ha sido financiado por la Universidad de Cantabria a través de las ayudas predoctorales. Los autores quieren agradecer la financiación del Ministerio de Economía y Competitividad BIA2014-59643-R. MUSCLE-Beach Project.

REFERENCIAS

- Hsu, J. R. C., and Evans, C., 1989. Parabolic bay shapes and applications. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 87(4), 557-570.
- Longuet-Higgins, M. S., Stewart, R. W., 1964. Radiation stresses in water waves; a physical discussion, with applications. *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*, 11(4), 529-562.
- Yasso, W. E., 1965. Plan geometry of headland-bay beaches. *The Journal of geology*, 702-714.