

IMITACIÓN DE ARRECIFE CON FORMAS ORGÁNICAS PARA LA DEFENSA DE LA COSTA

Ana Gabriel Ríos Pérez, Edgar Mendoza y Rodolfo Silva

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Escolar S/N, Edificio 5,
Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, México D.F., México. C.P. 04510

E-mail: ariosp@iingen.unam.mx, emendoza@iingen.unam.mx, rsilvac@iingen.unam.mx

Introducción

El equilibrio de un sistema de playa, en régimen micromareal, depende de los balances entre el oleaje y el sedimento. Las olas son el principal motor del sedimento a partir de las fuerzas propias del movimiento de la masa de agua con oscilaciones en la superficie y los fenómenos asociados con la rotura (turbulencia, distribución de la energía, corriente de resaca). De la interacción entre el sedimento y el oleaje dependen la forma y otras características físicas de la playa.

Con base en lo anterior, uno de los principales mecanismos a que se recurre para la defensa de la costa es la colocación de barreras, paralelas a la costa y no ligadas a ella, para la atenuación de la energía del oleaje. Estas barreras han sido empleadas en muchos sitios a nivel mundial con grados de éxito muy variados. Actualmente, el reto de disminuir la huella ecológica mimetizando lo mejor posible las estructuras naturales sin perder certeza y efectividad es el principal objeto de investigación a este respecto.

En este trabajo se presenta una propuesta de dique de piezas modulares, que combina formas geométricas y orgánicas para imitar la forma y funcionamiento de un arrecife de coral *acropora palmata*. Se pretende que la estructura sea de fácil colocación y que, por efectos de atenuación de energía potencial y cinética, turbulencia y rugosidad, sea capaz de ofrecer los servicios ecosistémicos de protección y hábitat. Su característica modular permite contar con diques rompeolas "flexibles", cuya forma pueda ser modificada, aumentando o reduciendo dimensiones, o simplemente cambiando su forma (Medina, 2006).

El objetivo central de este trabajo es entender la respuesta morfodinámica de un perfil de playa en presencia de la estructura modular. A su vez, se busca evaluar el desempeño hidrodinámico del arrecife artificial a fin de mejorar su diseño.

Metodología

Los ensayos de laboratorio se realizaron en el canal de olas del Instituto de Ingeniería de la UNAM que tiene 37 m de largo, 0.8 m de ancho y 1.2 m de profundidad. La pala tipo pistón con que se generan las olas está instrumentada con un sistema de absorción activa. El canal se dividió en dos para probar dos perfiles de playa de manera simultánea (denominados A y B).

Se colocaron un total de 5 probetas de nivel por conductividad para registrar la variación de la superficie libre del agua en cada perfil. También se colocaron dos perfiladores de velocidad ultrasónicos, uno antes y otro después del dique, en cada uno de los perfiles.

Procedimiento experimental

El elemento propuesto cuenta con tres piezas tipo cuyas caras tienen una inclinación de 45° respecto a la horizontal y dos salientes en los costados, las cuales permiten que exista trabazón entre los elementos aledaños (Monroy, 2013), sobre éstas se encuentra la réplica de arrecife de coral. Con ello se conforma un dique de altura variable con distribución similar a la que se conoce en estructuras arrecifales naturales, Figura 1.

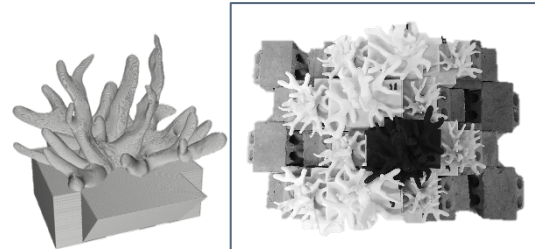


Figura 1.- Izquierda, réplica de coral. Derecha, configuración del dique.

En el perfil A, la duna tiene una altura de 0.219 m con un ancho en la base de 0.77 m, la pendiente en la cara expuesta es de 26° y la cara protegida de 32°. Tiene una berma horizontal con longitud de 0.35 m, desde ahí la pendiente media de la playa es de 8° y otra de 3° hasta llegar al fondo del canal, Figura 2.

La duna del perfil B, tiene una altura de 0.2 m con una anchura en la base de 1.25 m, la pendiente de lado expuesto de la duna es de 16° y la de la cara protegida es de 20°. La pendiente de la playa es de 5° desde el pie de la duna hasta tocar el fondo del canal, Figura 3.

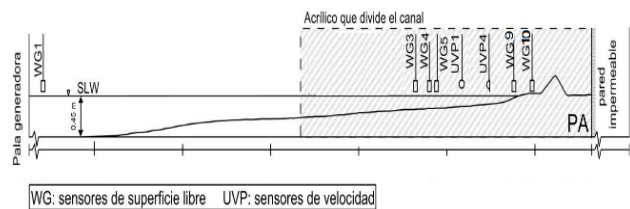


Figura 2.- Esquema del modelo para el perfil A.

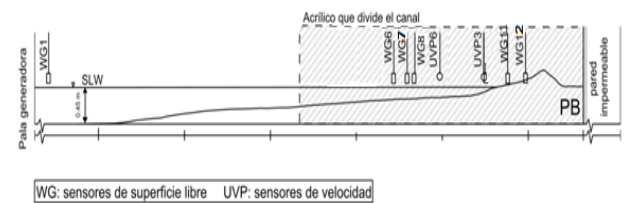


Figura 3.- Esquema del modelo para el perfil B.

Ambos perfiles se prolongan, desde el pie de la cara protegida de la duna, hacia "tierra" con una superficie plana de 0.9 m terminada en una pared impermeable.

La metodología que se siguió fue: construir el perfil con arena procurando no compactar el material, colocar el dique, colocar sensores y generar los trenes de oleaje. Al terminar el tren se levantó la topografía final.

Los trenes de oleaje que se ensayaron fueron los siguientes:

Tabla 1.-Trenes de oleaje ensayados.

Ensayo	h(m)	T(s)	H(m)	Altura de la estructura (cm)
1,6,11	45	0.894	0.05	15 y 30
2 y 7	45	1.118	0.05	15 y 30

3 y 8	45	0.894	0.10	15 y 30
4. 9 y 12	45	1.118	0.10	15 y 30
5, 10 y 13	48	1.118	0.10	15 y 30

Después de realizarse los experimentos y procesar los datos obtenidos de los sensores de nivel, se procedió a utilizar la metodología de Mansard 1980 para estimar la energía transmitida, disipada y reflejada por los diques modulares ensayados en canal.

Tabla 2.- Coeficientes de reflexión, transmisión y disipación para perfil A y B de los ensayos 1,6 y 11.

ENSAYO	PERFIL A			PERFIL B		
	KR	KT	D	KR	KT	D
1AB-15	0.3372	0.1679	0.4949	0.3735	0.5244	0.1022
6AB-15	0.1774	0.0978	0.7249	0.3001	0.1959	0.5041
11AB-30	0.1057	0.0263	0.8680	0.3437	0.1214	0.5350

Para analizar la respuesta morfológica se obtuvieron los perfiles con los cuales se obtuvo el volumen desplazado, los desplazamientos del material granular en longitud y profundidad y parámetros para determinar las características geométricas del dique (Número de Iribarren a pie de dique), Figura 4. Posteriormente se obtuvieron diagramas de velocidad del oleaje antes y después del dique, las cuales permitieron conocer el comportamiento hidrodinámico.

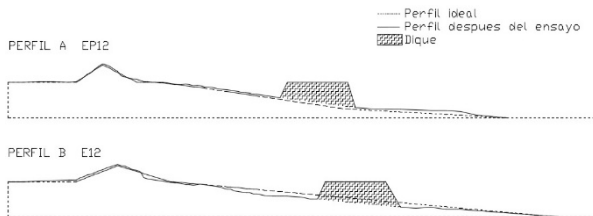


Figura 4.- Perfiles de playa antes y después del ensayo.

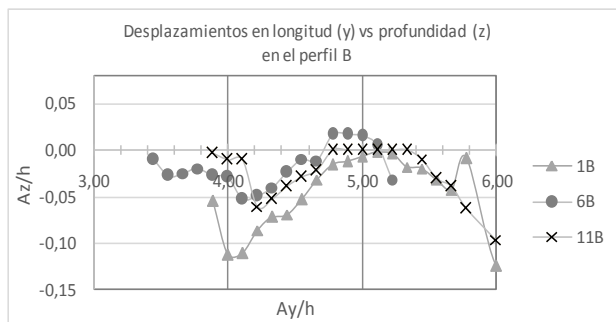
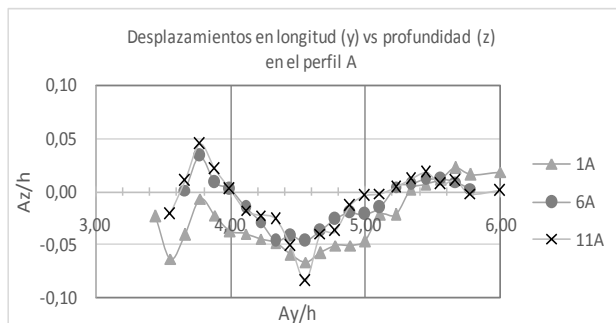


Figura 5.- Resultados morfológicos: desplazamiento de línea de costa para los ensayos 1,6 y 11, en los perfiles A y B.

A partir de las diversas configuraciones de dique fue posible determinar la capacidad que tienen de disipar energía, mostrando mejoras de un perfil a otro; observándose que aquella estructura más robusta y de mayor altura presenta la disipación más alta.

Se observó que cuando el nivel del mar aumenta la zona de oleaje se expande sometiendo una gran porción de la playa al transporte marítimo, erosionando la superficie y generando un banco de arena en alta mar; el comportamiento morfológico es distinto en algunos casos, ya que depende de la distancia del dique a la playa y del perfil en sí, causando que la misma sea o no susceptible a la erosión. De acuerdo al análisis del desplazamiento en longitud y profundidad en los ensayos 1,6 y 11; se observó que el perfil A tiene mayor desplazamiento en la berma a pie de la duna y en contigüidad al dique al tener una estructura modular de menor altura y más alejado de la playa, en comparación con el dique más alto en el cual solo se observa deslizamiento en la berma. Para el perfil B se observó mayor deslizamiento cerca del dique aguas arriba cuando las estructuras se encuentran alejadas de la playa. Asociado a esto se observan cambios notables con respecto a la disminución del volumen de arena en el perfil B, mientras que en el perfil A existe un equilibrio relativo en cuanto a ganancia y pérdida de material.

Referencias bibliográficas

- Donnelly, C.**(2007). "Morphologic change by overwash: establishing and evaluating predictors". Journal of Coastal Research, Volume 50, pp. 520-526.
- Mansard E.P.D. and Funke E.R.** (1980) "The Measurement of Incident and Reflected Spectra Using a least Squares Method". COASTAL ENGINEERING-1980, pp.154-172.
- Mariño T. I. and Acevedo M. C.** "Guide to restore coastal protection services provided by coral reefs". Coastal Processes and Physical Oceanography Laboratory, CINVESTAV-Mérida, G-MX-010416 CINVESTAV.
- Monroy B. J. E.**(2013). "Desarrollo de una nueva tipología de dique sumergido a partir de piezas homogéneas". Tesis, pp148.
- Odériz M.I.**(2014). "Análisis morfodinámico de duna y perfil de playa en presencia de vegetación". Tesis, pp 119.
- R.Medina J., J. Muñoz J.,Begoña Tejedor, Gregorio Gomez Piña**(2006). "Actuación experimental con diques modulares en Santa Ma. Del mar (Cadiz). Redes neuronales, socavación y licuefacción de arenas. II Congreso Nacional de la Asociación Técnica de Puertos y Costas, pp. 301-323.
- Sallenger, A. H.**(2000). "Storm Impact Scale for Barrier Islands". Journal of Coastal Research, pp. 890-895.