

# **ANEJO 5**

# **BASES DE DISEÑO**

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	CONDICIONES DE DISEÑO .....	3
3	METODOLOGÍA DE CÁLCULO .....	3
3.1	Orientación de la costa .....	3
3.2	Periodo .....	5
3.3	Longitud de onda en aguas profundas.....	5
3.4	Sigma .....	6
3.5	Longitud de onda.....	6
3.6	Celeridad en aguas profundas.....	7
3.7	Celeridad .....	7
3.8	Ángulo de incidencia refractado respecto de la normal a la línea de costa .....	7
4	COEFICIENTE DE SHOALLING (ASOMERAMIENTO).....	8
5	COEFICIENTE DE REFRACCIÓN .....	9
6	ALTURA DE OLA .....	9
7	FLUJO MEDIO DE ENERGÍA.....	10

## 1 INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se recogen las características y condicionantes considerados para el Proyecto Básico de Regeneración Dunar de Cala Baeza, El Campello, (Alicante).

En primer lugar, se establecen los criterios generales del Proyecto, en los que se definen los condicionantes generales de diseño.

A continuación, se realizará a partir del Régimen Medio y Extremal el cálculo adecuado para obtener la dirección del flujo medio de energía para el posterior y futuro diseño de la playa.

Finalmente se enumeran las principales normas y recomendaciones técnicas que se han utilizado para la realización del anteproyecto.

## 2 CONDICIONES DE DISEÑO

Los criterios y consideraciones de carácter técnico y ambiental surgidos con anterioridad a la redacción del Proyecto, y que deben de ser tenidos en cuenta por éste, se han descrito en el *Anejo nº1. Antecedentes*.

Además de las anteriores, por indicación de la Dirección del Proyecto, las soluciones para la Regeneración Dunar tienen en cuenta la inclusión de características antirreflejantes que reduzcan posibles fenómenos de agitación y resonancia.

A indicación de la Confederación Hidrográfica del Júcar, se ha de considerar la posible afección de la desembocadura del Barranco de la Solana en el Puerto de Cala Baeza.

## 3 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

### 3.1 Orientación de la costa

Mediante Google Earth y la batimetría correspondiente a la situada en Cala Baeza, a profundidad -10 se obtiene la orientación de la línea de costa respecto del Norte (formando 51º respecto este), ya que es suficientemente constante y da lugar a una fácil representación y simplicidad para la realización del cálculo.



Figura 1. Orientación de la costa de Cala Baeza

Conviene señalar que para determinar el ángulo de incidencia en aguas profundas se ha de considerar no sólo la dirección teórica asociada en la rosa de oleaje, sino también el ángulo concreto que con respecto al norte geográfico forma la línea de playa analizada. Así, y en el caso de la playa de Cala Baeza, El Campello, (Alicante), ésta forma con respecto al norte geográfico un ángulo  $\theta = 51^\circ$  (medidos en sentido horario) por lo que el ángulo  $\alpha_0$  correspondiente a la dirección efectiva será:

$$\alpha_0 = \theta + 90 - \beta$$

De forma análoga procederemos para el resto de direcciones efectivas, y de esta forma iremos obteniendo los diferentes valores  $\alpha_0$  asociados a cada dirección efectiva dentro de la playa. La figura muestra un esquema explicativo del motivo que nos lleva a determinar de esta manera los diferentes ángulos de incidencia en aguas profundas.

*En el caso de la figura, tanto  $\alpha_0$  como  $\theta$  no significan lo mismo que en trabajo actual, pero la figura simplemente es para quede bien claro el concepto.*

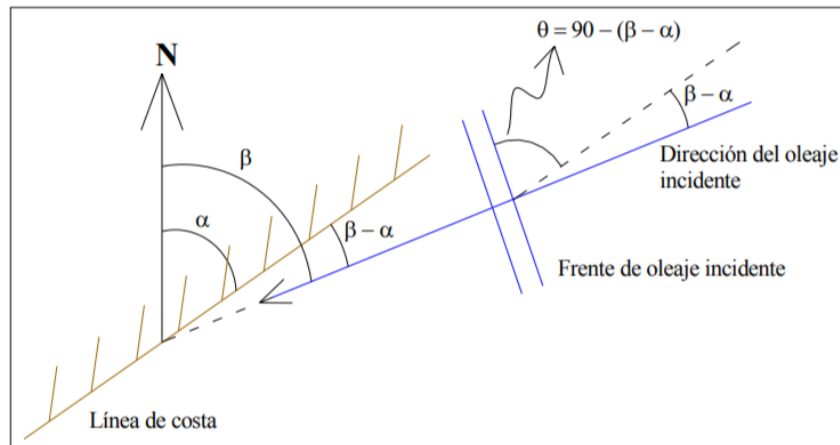


Figura 2. Determinación del ángulo formado en aguas profundas entre el frente de oleaje efectivo incidente y la línea de costa

A continuación, para obtener tanto el **Coeficiente de Shoalling** como el de **Refracción** se necesitarán determinar una serie de parámetros.

Para cada altura de ola significativa, se tendrá que hallar sus respectivos periodos picos, sigmas, longitudes de onda, celeridad y de los dos últimos mencionados sus respectivos en aguas profundas con el fin de hallar el ángulo de incidencia refractado respecto de la normal de la línea de costa aplicando la Ley de Snell.

### 3.2 Periodo

Para cada altura de ola significativa ( $H_s$ ), se halla su periodo ( $T$ ) correspondiente.

$$Tp = 4,96 * H_s^{0,46}$$

$T$  = Periodo pico

$H_s$  = Altura de ola significativa

### 3.3 Longitud de onda en aguas profundas

Para cada periodo ( $T$ ), se halla su longitud de onda en aguas profundas ( $L_o$ ) correspondiente.

$$Lo = \frac{g * T}{2 * \pi}$$

(Lo) = Longitud de onda en aguas profundas

g = gravedad

### 3.4 Sigma

Para cada longitud de onda en aguas profundas (Lo), se halla su sigma ( $\sigma$ ) correspondiente.

$$\sigma = \frac{g * 2 * \pi}{Lo}$$

$\sigma$  = Sigma

Lo = Longitud de onda en aguas profundas

### 3.5 Longitud de onda

Al no estar referido este parámetro a aguas profundas, la longitud de onda en este caso dependerá de sigma ( $\sigma$ ), la longitud de onda en aguas profundas (Lo), y la profundidad (d).

$$L = Lo * \tanh \left[ \left( \frac{\sigma * d}{g} \right)^{3/4} \right]^{2/3}$$

L = Longitud de onda

Lo = Longitud de onda en aguas profundas

$\sigma$  = Sigma

$g$  = gravedad

### 3.6 Celeridad en aguas profundas

Está relacionado con la longitud de onda en aguas profundas ( $Lo$ ) y el periodo ( $T$ ).

$$Co = \frac{Lo}{T}$$

$Co$  = celeridad en aguas profundas

$Lo$  = Longitud de onda en aguas profundas

$T$  = Periodo pico

### 3.7 Celeridad

Está relacionada con la longitud de onda ( $L$ ) y el periodo ( $T$ ).

$$C = \frac{L}{T}$$

$L$  = Longitud de onda

$T$  = Periodo pico

### 3.8 Ángulo de incidencia refractado respecto de la normal a la línea de costa

Para un frente de olas que se acerca a una playa de pendiente uniforme con oblicuidad, un parte del frente decelerara de forma diferente que otro, resultando un cambio en la dirección de propagación del oleaje. Este proceso se denomina refracción del oleaje.

Para el cálculo de este ángulo incidente sobre la línea de costa utilizaremos la Ley de Snell.

Se trata de un tren de ondas que se desplaza sobre un escalón (ignorando la reflexión sobre este), la profundidad disminuye instantáneamente originando que la celeridad y la longitud de onda también lo hagan.

En este caso  $\alpha_0$  y  $\alpha_1$  son los ángulos entre el frente de onda y las batimétricas. C y  $C_0$  son las celeridades donde se miden  $\alpha_0$  y  $\alpha_1$  respectivamente.

Lo cual, se tiene que:

$$\alpha_1 = \arcsen \left[ \frac{\left( \sin \frac{\alpha_0 * \pi}{180} \right)}{\frac{C_0}{C}} \right] * \frac{180}{\pi}$$

Hallaremos  $\alpha_1$  para cada dirección de propagación del oleaje y altura de ola significativa considerada.

## 4 COEFICIENTE DE SHOALLING (ASOMERAMIENTO)

Cuando una ola penetra en profundidades intermedias, aparece un cambio de altura de ola debido a cambios de celeridad de grupo  $C_g$ . Esta velocidad, que está relacionada con la velocidad de propagación de la ola, es a la que se transmite la energía en un sistema de oleaje. El proceso se denomina Shoaling (asomeramiento).

Las expresiones que permiten conocer dicho coeficiente son las siguientes:

Celeridad de grupo  $C_g$ :

$$C_g = \frac{C_0}{2}$$

Para el caso de aguas profundas:

$$C_{go} = \left[ 1 + \frac{\left( \frac{4 * \pi}{d} \right)}{\sinh \left( \frac{4 * \pi}{d} \right)} \right] * C$$



Por lo tanto, se obtendrá el coeficiente de Shoalling para cada una de las alturas de olas significantes.

$$K_{sh} = \sqrt{\frac{C_{go}}{C_g}}$$

## 5 COEFICIENTE DE REFRACCIÓN

A partir de la Ley de Snell aplicada anteriormente para el cálculo del ángulo incidente refractado  $\alpha_1$  en el apartado 3.7 *Angulo de incidencia refractado respecto de la normal a la línea de costa*, se procede al cálculo del coeficiente de refracción.

Se obtendrá dicho coeficiente para cada dirección de propagación del oleaje y altura de ola significativa considerada.

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos\left(\alpha_0 * \frac{\pi}{180}\right)}{\cos\left(\alpha_1 * \frac{\pi}{180}\right)}}$$

## 6 ALTURA DE OLA

Considerando ambos fenómenos descritos anteriormente en el apartado 4. *Coeficiente de asomeramiento* y 5. *Coeficiente de refracción*, la altura de ola se obtiene a partir de la ecuación:

$$H_1 = H_0 * K_{sh} * K_r$$

Donde H es altura de ola ( $H_0$  en aguas profundas y  $H_1$  una vez propagada).

## 7 FLUJO MEDIO DE ENERGÍA

Para cada altura de ola significativa ( $H_1$ ) y dirección de propagación del oleaje  $\alpha_1$  se obtienen sus componentes X e Y, los cuales, cada una de estas componentes son vectores de energía con su correspondiente dirección y magnitud.

$$X = \cos\left(\alpha_1 * \frac{\pi}{180}\right) * H_1 * Cgo$$

$$Y = \sin\left(\alpha_1 * \frac{\pi}{180}\right) * H_1 * Cgo$$

Conseguidas ambas componentes ha de realizarse el sumatorio de cada una de ellas dando lugar a un único vector de energía en la componente horizontal y vertical con su propia magnitud y dirección.

Ambos vectores son la dirección promedio del flujo medio de energía.

Por lo tanto, el ángulo promedio del flujo medio de energía será:

$$\delta_{FME} = \text{atan}\left(\frac{Y}{X}\right) * \frac{180}{\pi}$$