



Medio Marino, Costero y Portuario, y otras Áreas Sensibles



POLITÉCNICA

TEMA 3. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

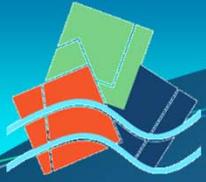
Dr. José Santos López Gutiérrez
Dra. María Dolores Esteban Pérez
Dr. Vicente Negro Valdecantos

Ingeniería del Litoral
Grado en Ingeniería Civil y Territorial



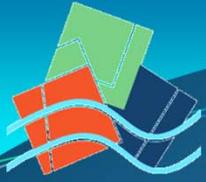
TIPOS DE COSTA SEGÚN SU COMPOSICIÓN

- Según la energía del agua en el medio
 - Zonas de curso bajo: velocidad de corriente reducida, tamaños pequeños (finos),... ➔ cohesivos
 - Zonas de rotura del oleaje: velocidad de corriente significativa, arenas, gravas, etc., ➔ no cohesivos



ORIGEN DEL MATERIAL SEDIMENTARIO

- **En su mayoría, de origen terrígeno**
 - **Descomposición de rocas interiores, arrastre de suelos (aporte fluvial)**
 - **Descomposición de rocas costeras (acantilados), mediante acción química ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) y mecánica**
- **Otros orígenes, como puede ser el biológico (restos de organismos como moluscos, corales, etc.)**



CARACTERÍSTICAS DE LOS SEDIMENTOS COSTEROS

➤ **Composición, minerales**

- El mineral más común es el cuarzo (70% de los sedimentos de playa)
- En latitudes templadas, las partículas de arena están compuestas por cuarzo y feldespatos (90% del total del sedimento)
- Los feldespatos están más presentes en arenas situadas cerca de fuentes de rocas ígneas y metamórficas
- El cuarzo es más común en la composición de sedimentos alejados de la fuente rocosa (montañas), y más afectadas por el clima reduciéndose la proporción de feldespatos y silicatos



CARACTERÍSTICAS DE LOS SEDIMENTOS COSTEROS

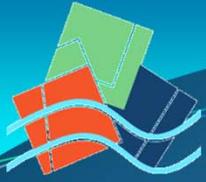
- **Composición, minerales**
 - **Los sedimentos compuestos por carbonatos (cálcicos) deben su formación a organismos (animales y vegetales) que han precipitado carbonato cálcico en un ambiente químico propicio**
 - **El predominio de arenas de carbonato de calcio se produce en lugares en los que los aportes de origen terrestre son mínimos**



MODOS DE TRANSPORTE DE LA PARTÍCULA

- **Transporte de fondo**
 - **Arrastre**
 - **Rodadura**
 - **Saltación**

- **Transporte en suspensión**



Cálculo del transporte sólido longitudinal

Fórmula del CERC

$$P_l = (E C_g)_b \cos \alpha_b \sin \alpha_b$$

$$E = \frac{\rho g H_b^2}{8}$$
$$C_{gb} = \sqrt{g d_b} = \sqrt{\frac{g H_b}{K}}$$

$$P_l = \frac{\rho g H_b^2}{8} \sqrt{\frac{g H_b}{K}} \sin \alpha_b \cos \alpha_b = \frac{\rho g^{\frac{3}{2}}}{16 \sqrt{K}} H_b^{\frac{5}{2}} \sin(2\alpha_b)$$

$$Q_l = K \frac{\rho \sqrt{g}}{16 \sqrt{K} (\rho_s - \rho) (1 - p)} H_b^{\frac{5}{2}} \sin(2\alpha_b)$$



Cálculo del transporte sólido longitudinal

Fórmula del CERC

Coeficientes de la fórmula del CERC:

- Komar e Inman (1970): $K = 0,77$
- Shore Protection Manual (1984): $K = 0,92$

que se convierte al utilizar alturas de ola significativa:

$$K = 0,39$$



Cálculo del transporte sólido longitudinal

Fórmula del CERC

Para valores medios de arena de cuarzo:

➤ ρ_s 2.650 kg/m³

➤ ρ 1.025 kg/m³

➤ p 0,4

➤ \mathcal{K} 0,78

➤ K 0,39

$$Q_l = 28,66 \cdot 10^5 H_b^{\frac{5}{2}} \sin(2\alpha_b) \quad \left(\frac{m^3}{año} \right)$$



Cálculo del transporte sólido longitudinal

Fórmula del CERC (profundidades indefinidas)

1) Constancia del flujo de energía

$$P_b = P_o \rightarrow (EC_g)_b \cos \alpha_b = (EC_g)_o \cos \alpha_o$$

2) Ley de Snell

$$\sin \alpha_b = \frac{C_b}{C_o} \sin \alpha_o$$

3) Relación de celeridades de grupo y ola

- Altamar
- Rotura

$$C_{go} = \frac{1}{2} C_o \quad C_{gb} = C_b$$



Cálculo del transporte sólido longitudinal

Fórmula del CERC (profundidades indefinidas)

4) Relación entre altura de ola en rotura y en indefinidas

$$H_b = k_s k_r H_o \quad H_b = 1,07 \quad k_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_o}{\cos \alpha_b}}$$

Para valores medios de arena:

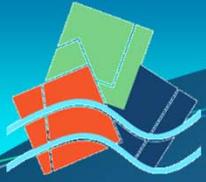
$$Q_l = 16,34 \cdot 10^5 H_o^{\frac{5}{2}} (\cos \alpha_o)^{\frac{1}{4}} \sin(2\alpha_o) \quad \left(\frac{m^3}{año} \right)$$



Limitaciones fundamentales de la fórmula del CERC

- **Aplicable cuando el transporte de sedimentos es inducido principalmente por el oleaje, incidiendo oblicuamente, y con similares propiedades a lo largo de la costa**
- **No aplicable cuando el efecto de las corrientes no debidas al oleaje son significantes**
- **No aplicable en zonas próximas a canales dragados, vertederos, etc.**
- **No considera la pendiente. Sólo aplicable a playas de pendiente suave**
- **No considerar tamaño y distribución granulométrica del sedimento ni tipo de rotura del oleaje**

Mares oceánicos, no marea, arena



Cálculo del transporte sólido longitudinal

Fórmula de Kamphuis

$$Q_l = 6,4 \cdot 10^4 H_{sb}^4 T_{op}^{1,5} m_b^{0,75} D_{50}^{-0,25} (\sin(2\alpha_{bs}))^{0,6} \left(\frac{m^3}{año} \right)$$

H_{sb} altura de ola significativa en rotura

α_{bs} ángulo del frente de oleaje en rotura con respecto a la línea de costa

T_{op} periodo de pico en profundidades indefinidas

D_{50} tamaño de grano del sedimento

m_b pendiente de la playa en la zona de rotura



ZONIFICACIÓN DEL TRANSPORTE

- **Hallermeier (1981):** $d_l = 2,28H_{s12} - 68,5 \left(\frac{H_{s12}^2}{gT_s^2} \right)$
- **Bikermeier (1985):** $d_l = 1,75H_{s12} - 57,9 \left(\frac{H_{s12}^2}{gT_s^2} \right)$

Simplificación : $d_l \approx 1,75H_{s12}$ $d_i \approx 3,5H_{s12}$

H_{s12} es la altura de ola significativa excedida 12 h/año

