



MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Diseño y Explotación de obras marítimas

Ingeniería de Costas

Profesora: Virginia Sánchez Rojas

E-mail: vschroj@uax.es

Despacho: A224



Ingeniería de Costas

1. Caracterización de sedimentos
2. Balance sedimentario. Profundidad de cierre
3. Transporte longitudinal. Fórmula del CERC
4. Perfil de equilibrio en una playa. Perfil de Dean
5. Dimensionamiento de una regeneración de playa



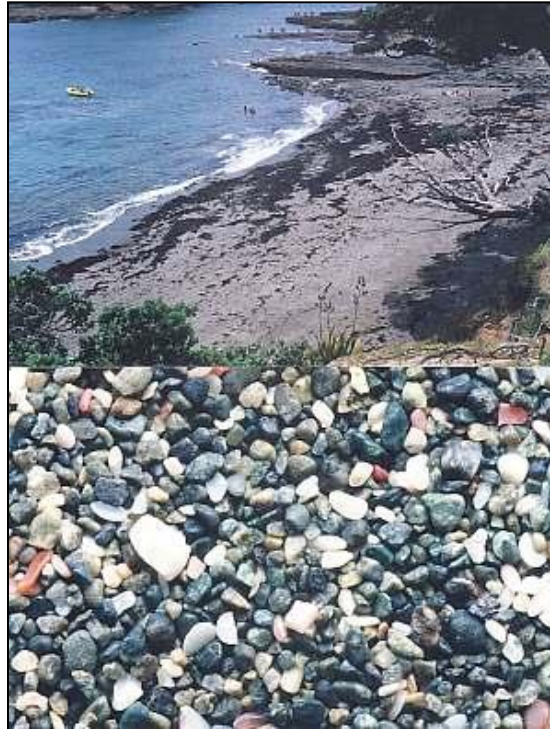
1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

- Las propiedades de interés de los sedimentos dependerán según el objeto del estudio (CEM, 1998)
 1. Estudio de transporte de sedimentos
 2. Alimentación artificial de arenas
 3. Dragado (extracción de sedimentos)
 4. Estudios medioambientales

- En este apartado se van a tratar las siguientes propiedades :
 1. Granulometría del sedimento
 2. Forma
 3. Velocidad de caída



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS





1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS





1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

1. Análisis granulométrico de sedimentos





1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

1. Análisis granulométrico de sedimentos



A.S.T.M.	TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
	mm.	Ø		
5	4.00	-2.00		
7	2.83	-1.50		
10	2.00	-1.00		
14	1.41	-0.50		
18	1.00	0.00		
25	0.71	0.50	0,0001	0,1
35	0.50	1.00	0,0001	0,2
40	0.42	1.25	0,0002	0,4
50	0.30	1.75	0,0096	10,0
70	0.21	2.25	0,0626	72,6
100	0.15	2.75	0,0256	98,2
140	0.10	3.25	0,0017	99,9
170	0.09	3.50	0,0001	100,0
200	0.07	3.75		
230	0.06	4.00		

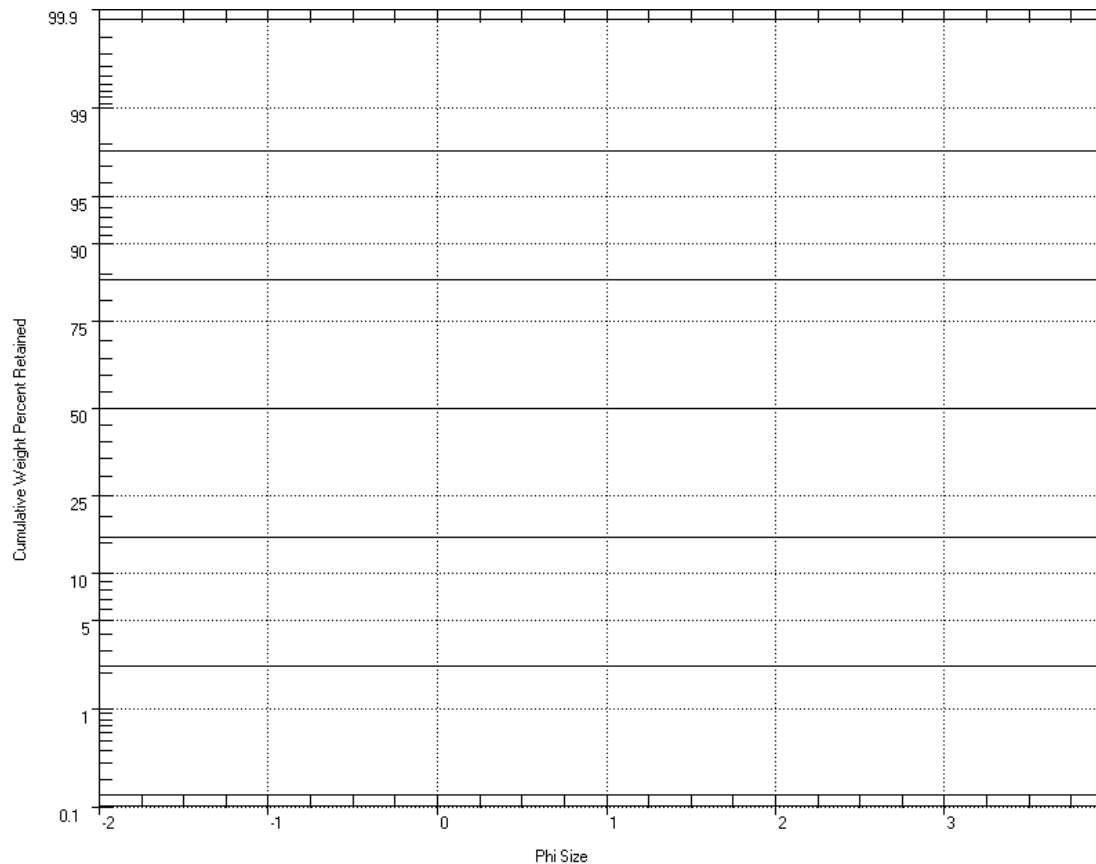


1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

1. Análisis granulométrico de sedimentos

Unidades ϕ Krumbein (1934)

$$\phi = -\log_2 D \quad D \text{ (mm)}$$



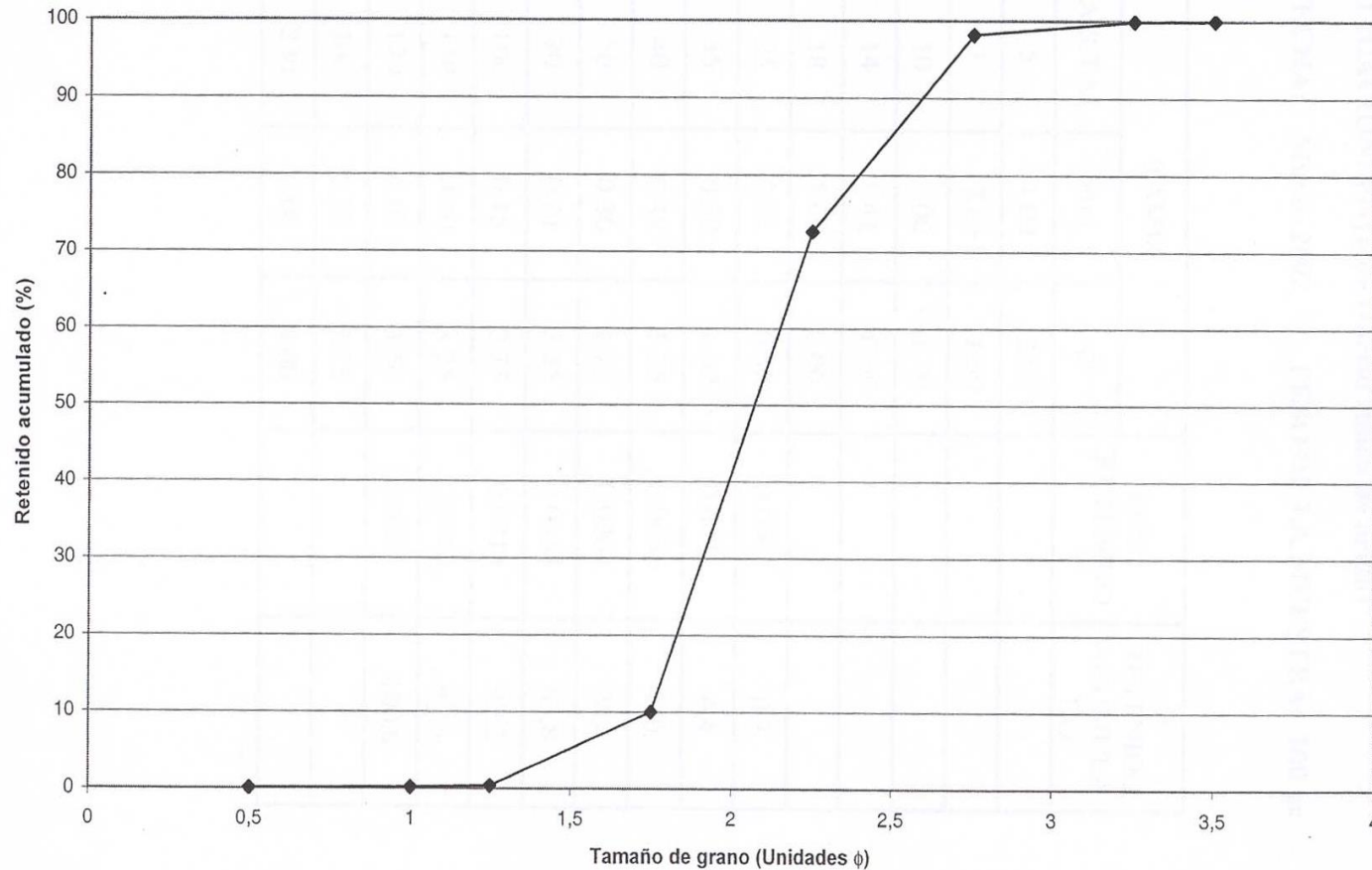
TAMIZ		
A.S.T.M.	mm.	ϕ
5	4.00	-2.00
7	2.83	-1.50
10	2.00	-1.00
14	1.41	-0.50
18	1.00	0.00
25	0.71	0.50
35	0.50	1.00
40	0.42	1.25
50	0.30	1.75
70	0.21	2.25
100	0.15	2.75
140	0.10	3.25
170	0.09	3.50
200	0.07	3.75
230	0.06	4.00



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

1. Análisis granulométrico de sedimentos

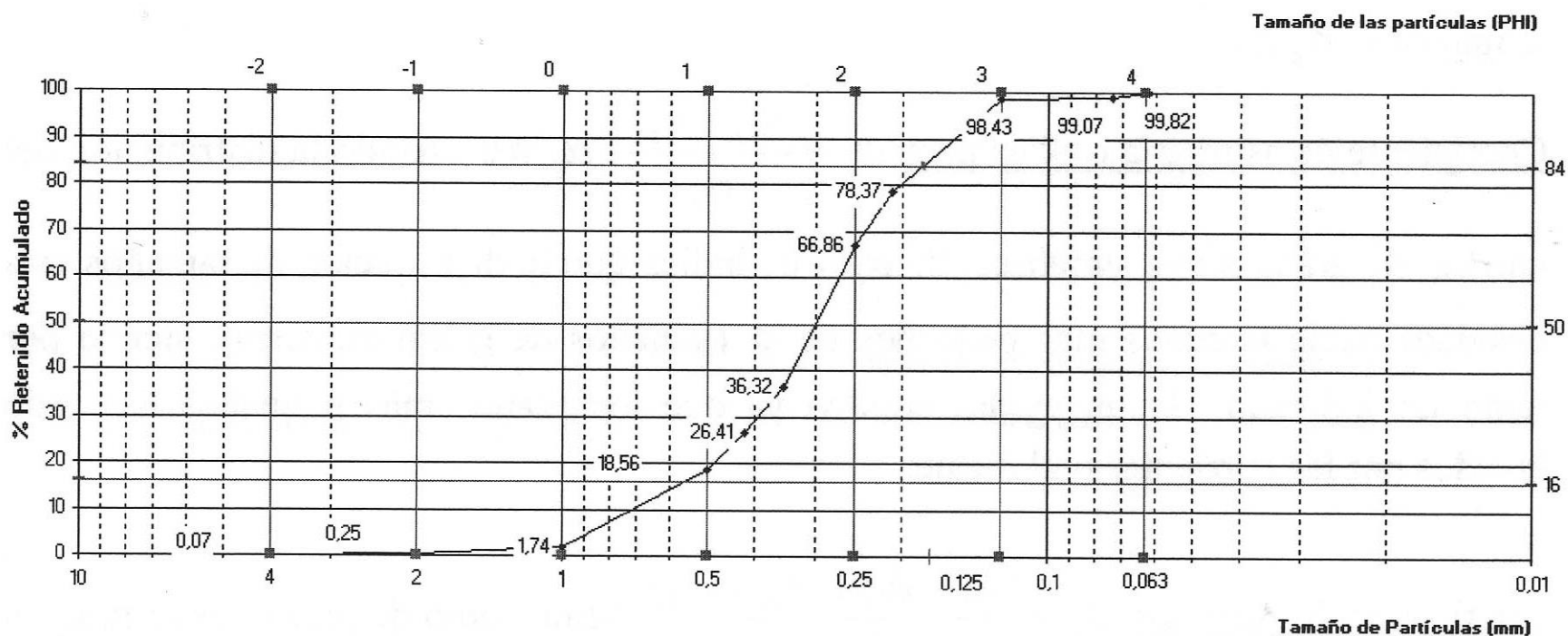
Figura IV.1 Curva granulométrica de la muestra 1





1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

1. Análisis granulométrico de sedimentos





1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

2. Sistemas de Clasificación

- ASTM (American Society for Testing and Materials)
- MWC (Modified Wentworth Classification)



Table III-1-2 Sediment Particle Sizes				
ASTM (Unified) Classification ¹	U.S. Std. Sieve ²	Size in mm	$-\log_{10} D$ Phi Size	Wentworth Classification ³
Boulder		4096.	-12.0	
	12 in. (300 mm)	1024.	-10.0	Boulder
		256.	-8.0	
Cobble		128.	-7.0	Large Cobble
		107.64	-6.75	
	3 in. (75 mm)	90.51	-6.5	Small Cobble
		76.11	-6.25	
		64.00	-6.0	
		53.82	-5.75	
Coarse Gravel		45.26	-5.5	Very Large Pebble
		38.05	-5.25	
		32.00	-5.0	
		26.91	-4.75	
	3/4 in. (19 mm)	22.63	-4.5	Large Pebble
		19.03	-4.25	
		16.00	-4.0	
		13.45	-3.75	
		11.31	-3.5	Medium Pebble
		9.51	-3.25	
Fine Gravel	2.5	8.00	-3.0	
	3	6.73	-2.75	
	3.5	5.66	-2.5	Small Pebble
	4 (4.75 mm)	4.76	-2.25	
	5	4.00	-2.0	
Coarse Sand	6	3.36	-1.75	
	7	2.83	-1.5	Granule
	8	2.38	-1.25	
	10 (2.0 mm)	2.00	-1.0	
	12	1.68	-0.75	
	14	1.41	-0.5	Very Coarse Sand
	16	1.19	-0.25	
	18	1.00	0.0	
Medium Sand	20	0.84	0.25	
	25	0.71	0.5	Coarse Sand
	30	0.59	0.75	
	35	0.50	1.0	
	40 (0.425 mm)	0.420	1.25	
	45	0.354	1.5	Medium Sand
	50	0.297	1.75	
	60	0.250	2.0	
	70	0.210	2.25	
Fine Sand	80	0.177	2.5	Fine Sand
	100	0.149	2.75	
	120	0.125	3.0	
	140	0.105	3.25	
	170	0.088	3.5	Very Fine Sand
	200 (0.075 mm)	0.074	3.75	
Fine-grained Soil:	230	0.0625	4.0	
Clay if $PI \geq 4$ and plot of PI vs. LL is on or above "A" line and the presence of organic matter does not influence LL .	270	0.0526	4.25	
	325	0.0442	4.5	Coarse Silt
	400	0.0372	4.75	
		0.0312	5.0	Medium Silt
		0.0156	6.0	Fine Silt
		0.0078	7.0	Very Fine Silt
Silt if $PI < 4$ and plot of PI vs. LL is below "A" line and the presence of organic matter does not influence LL .		0.0039	8.0	Coarse Clay
		0.00195	9.0	Medium Clay
		0.00098	10.0	Fine Clay
		0.00049	11.0	
(PI = plasticity limit; LL = liquid limit)		0.00024	12.0	
		0.00012	13.0	
		0.000061	14.0	

¹ ASTM Standard D 2487-92. This is the ASTM version of the Unified Soil Classification System. Both systems are similar (from ASTM (1994)).

² Note that British Standard, French, and German DIN mesh sizes and classifications are different.

³ Wentworth sizes (in inches) cited in Krumbein and Sloss (1963).

ASTM

MWC

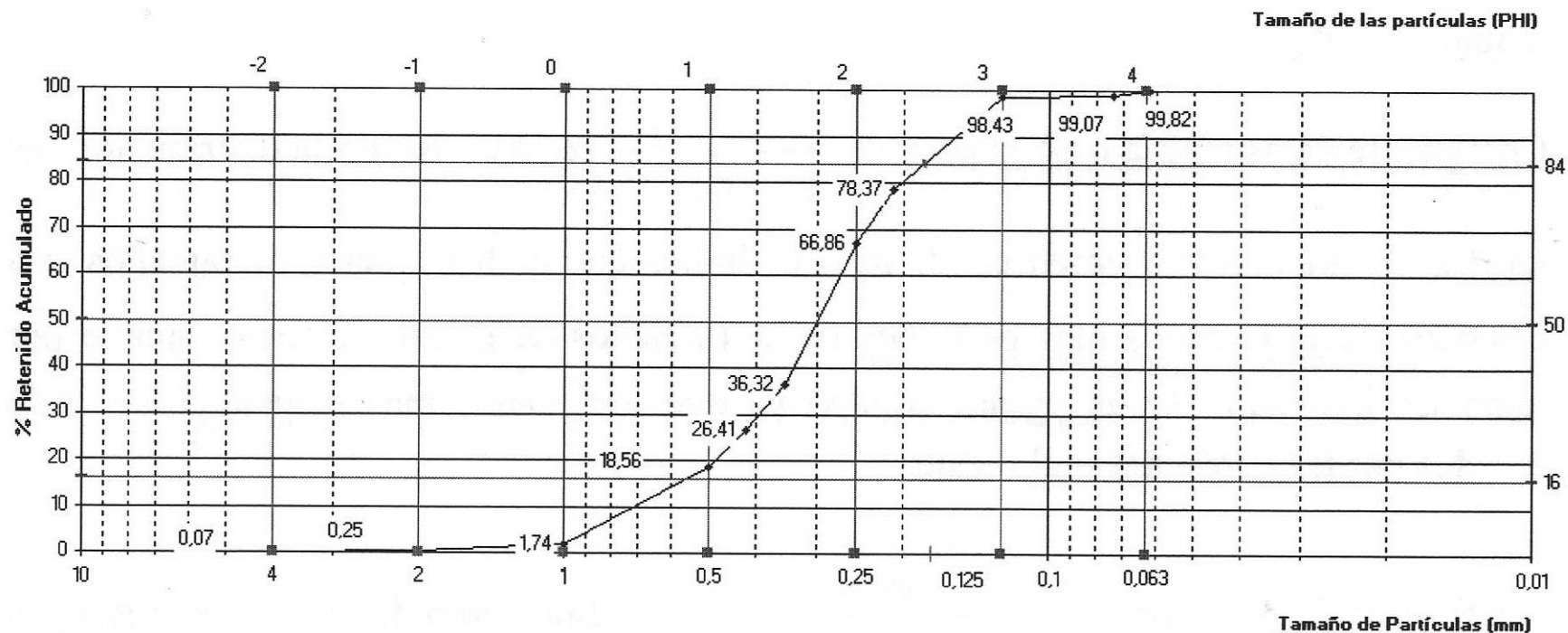


Table 2.1 Wentworth Scale of Sediment Size Classification

Wentworth Scale Size Description		Phi Units (ϕ)	Grain Diameter d (mm)	U.S. Standard Sieve Size	Unified Soil Classification (USC)			
Boulder		−8	256	3 in	Cobble			
Cobble			76.2					
Pebble		−6	64.0	3/4 in	Coarse	Gravel		
			19.0					
		−2.25 −2	4.76	No. 4	Fine			
			4.0		Coarse			
Granular		−1	2.0	No. 10	Sand			
Sand	Very coarse	0	1.0	2.0				
	Coarse	1	0.5	Medium				
	Medium	1.25	0.42				No. 40	
	Fine	2	0.25	Fine				
		2.32	0.20				No. 100	
		3	0.125					No. 140
	Very Fine		3.76	0.074			No. 200	Silt or Clay
		4	0.0625					
Silt		8	0.00391					
Clay		12	0.00024					
Colloid								



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS





1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

3. Indicadores estadísticos

- D_{50}

- MEDIA (M_ϕ)

$$M_\phi = \frac{\phi_{84} + \phi_{16}}{2}$$

$$M_\phi = \frac{\phi_{84} + \phi_{50} + \phi_{16}}{3}$$

- DESVIACIÓN TÍPICA (σ_ϕ)

$$\sigma_\phi = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{2}$$

$$\sigma_\phi = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6}$$

- SESGO (α_ϕ)

$$\alpha_\phi = \frac{M_\phi - \phi_{50}}{\sigma_\phi}$$

$$\alpha_\phi = \frac{\phi_{84} + \phi_{16} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} + \phi_5 - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

- CURTOSIS (β_ϕ)

$$\beta_\phi = \frac{(\phi_{16} - \phi_5) + (\phi_{95} - \phi_{84})}{2\sigma_\phi}$$

$$\beta_\phi = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$



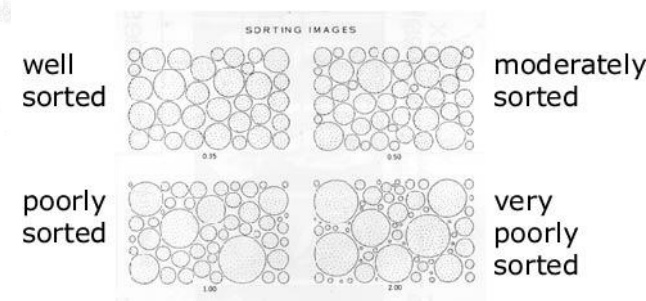
1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

TABLA 4.4.2: CLASIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DE SEDIMENTO

Rango (unidades ϕ)	Descripción
Desviación típica o estándar Folk y Ward (1957)	
< 0'35	Muy bien clasificada
0'35 - 0'50	Bien clasificada
0'50 - 0'71	Moderadamente bien clasificada
0'71 - 1	Moderadamente clasificada
1 - 2	Pobremente clasificada
2 - 4	Muy pobremente clasificada
> 4	Extremadamente pobre clasificada
Sesgo	
< -0'3	Muy desviada a tamaños gruesos
-0'3 a -0'1	Desviada a tamaños gruesos
-0'1 a 0'1	Próximo a la simetría
0'1 a 0'3	Desviada a tamaños finos
> 0'3	Muy desviada a tamaños finos
Kurtosis o aplastamiento	
< 0'65	Muy platikúrtica (muy aplastada)
0'65 - 0'9	Platikúrtica (aplastada)
0'9 - 1'11	Mesokúrtica (normal)
1'11 - 1'5	Leptokúrtica (picuda)
1'5 - 3	Muy leptokúrtica (muy picuda)
> 3	Extremadamente leptokúrtica (extremadamente picuda)

Comparison chart for sorting and sorting classes.

(from Pettijohn, Potter, and Siever, 1972)





1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

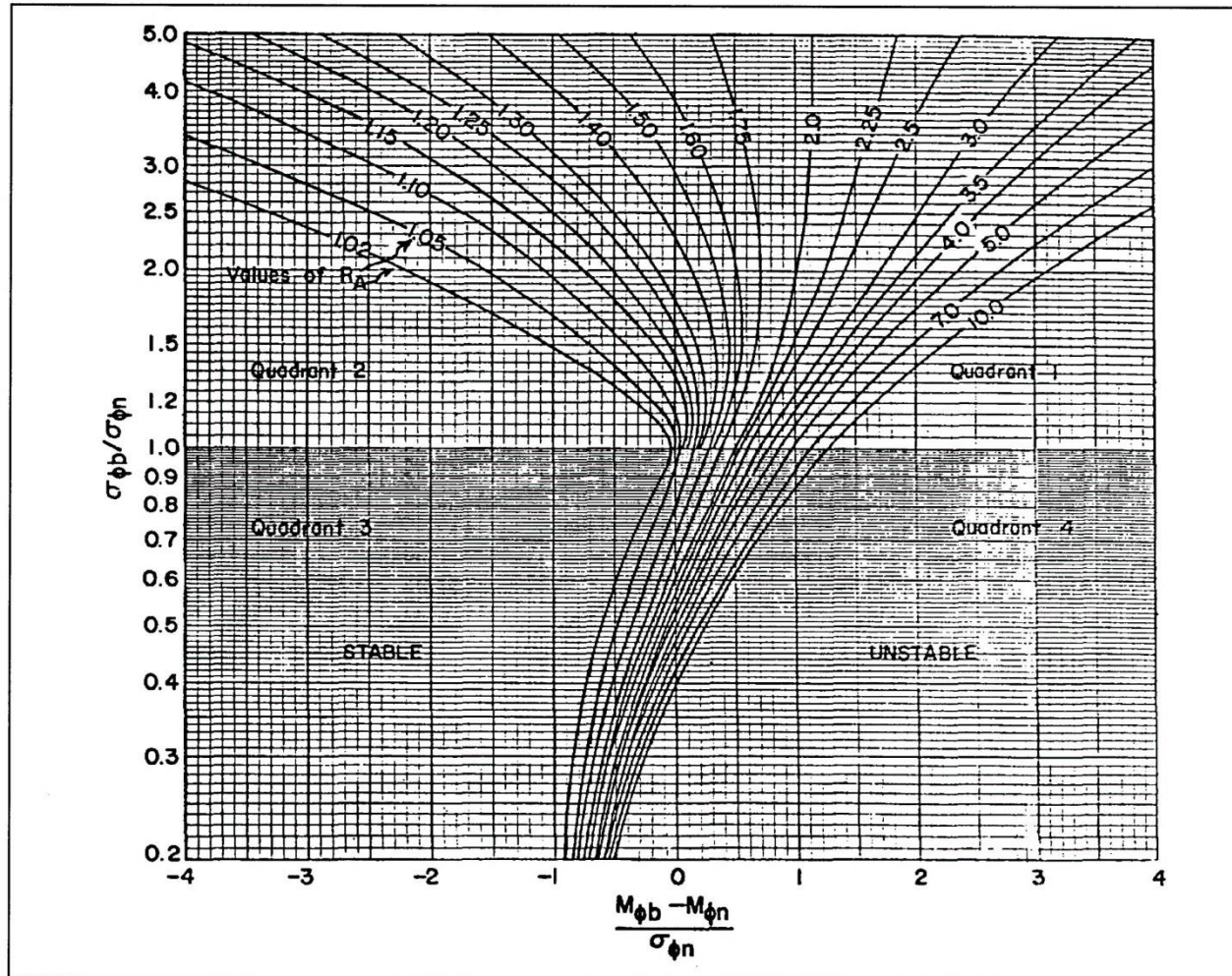


Figure 3-7. Isolines of the adjusted overfill ratio (R_A) for values of ϕ mean differences and ϕ sorting ratio (*Shore Protection Manual* 1984)

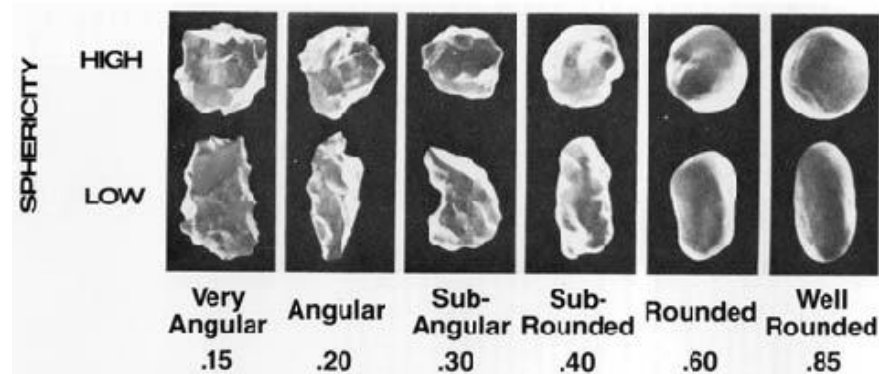


1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

4. Forma del sedimento

- Clasificación por la forma (Powers (1953) y Krumbein y Sloss (1963))

Sediments: Grain Shapes



- Coeficiente de forma

$$C_f = \frac{Vol. real}{Vol. esfera}$$



1 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

5. Velocidad de caída

De manera aproximada, y para arenas de densidad $\rho_s = 2,65 \text{ tn/m}^3$, la velocidad de caída del grano puede obtenerse como:

$$w \text{ (m/s)} = 1,1 * 10^6 D^2 \text{ (m)} \quad D < 0,1 \text{ mm}$$

$$w \text{ (m/s)} = 273 D^{1,1} \text{ (m)} \quad 0,1 < D < 1 \text{ mm}$$

$$w \text{ (m/s)} = 4,36 D^{0,5} \text{ (m)} \quad D > 1 \text{ mm}$$

D = Diámetro del sedimento



Ingeniería de Costas

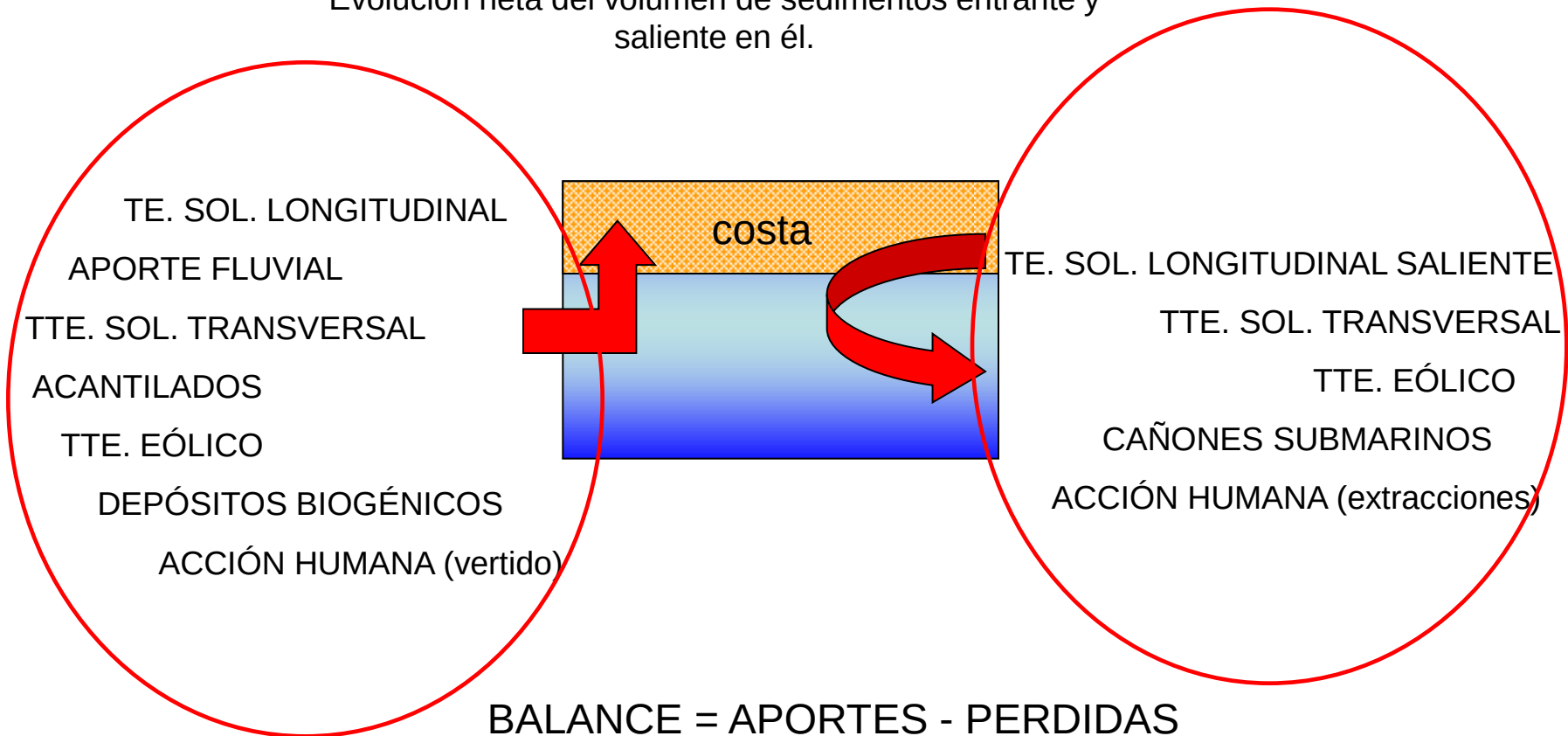
1. Caracterización de sedimentos
2. Balance sedimentario. Profundidad de cierre
3. Transporte longitudinal. Fórmula del CERC
4. Perfil de equilibrio en una playa. Perfil de Dean
5. Dimensionamiento de una regeneración de playa



2 BALANCE SEDIMENTARIO

1. Definición/Componentes

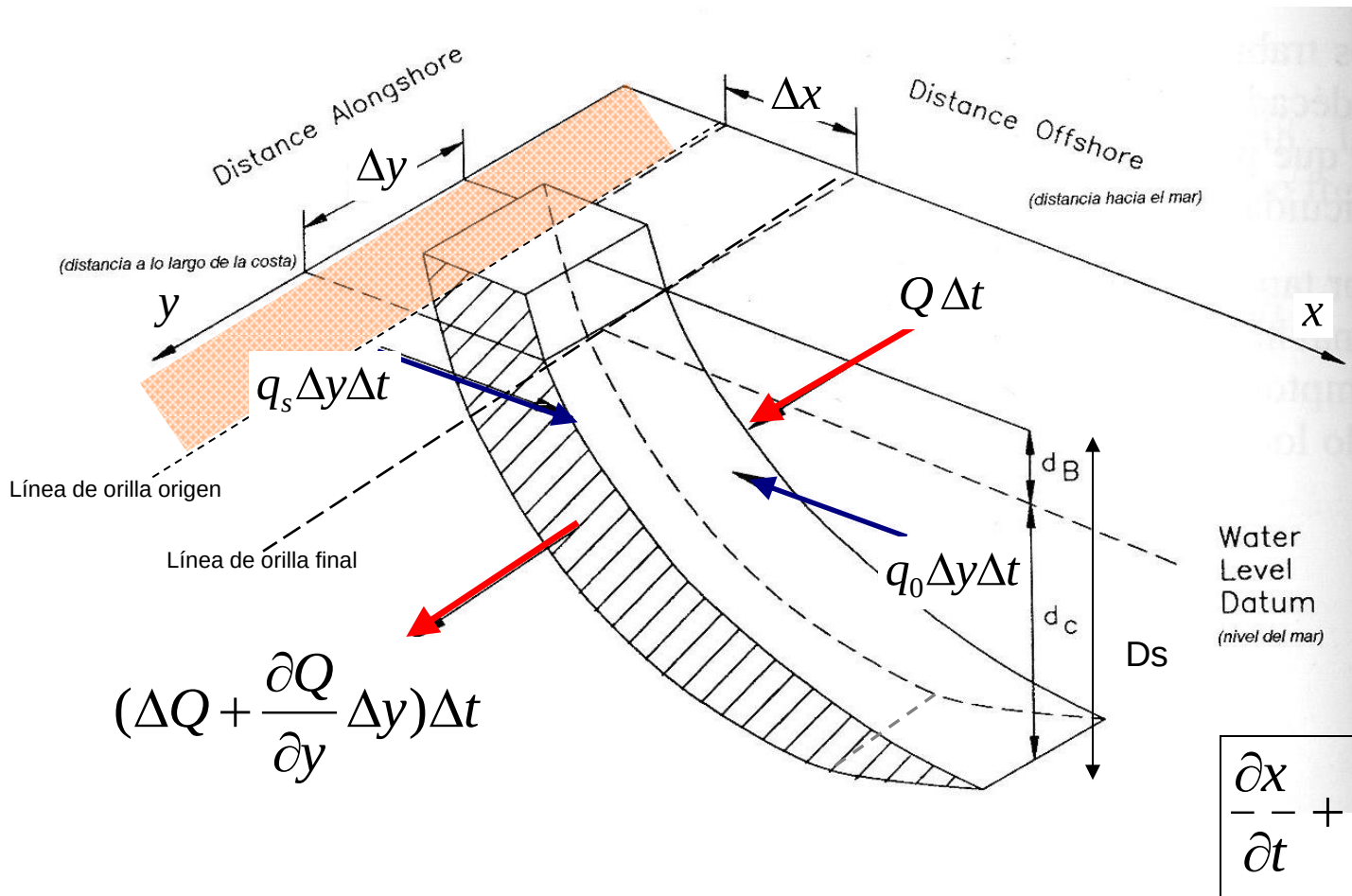
BALANCE SEDIMENTARIO de un tramo de costa
Evolución neta del volumen de sedimentos entrante y saliente en él.





2 BALANCE SEDIMENTARIO

2. Ecuación de continuidad

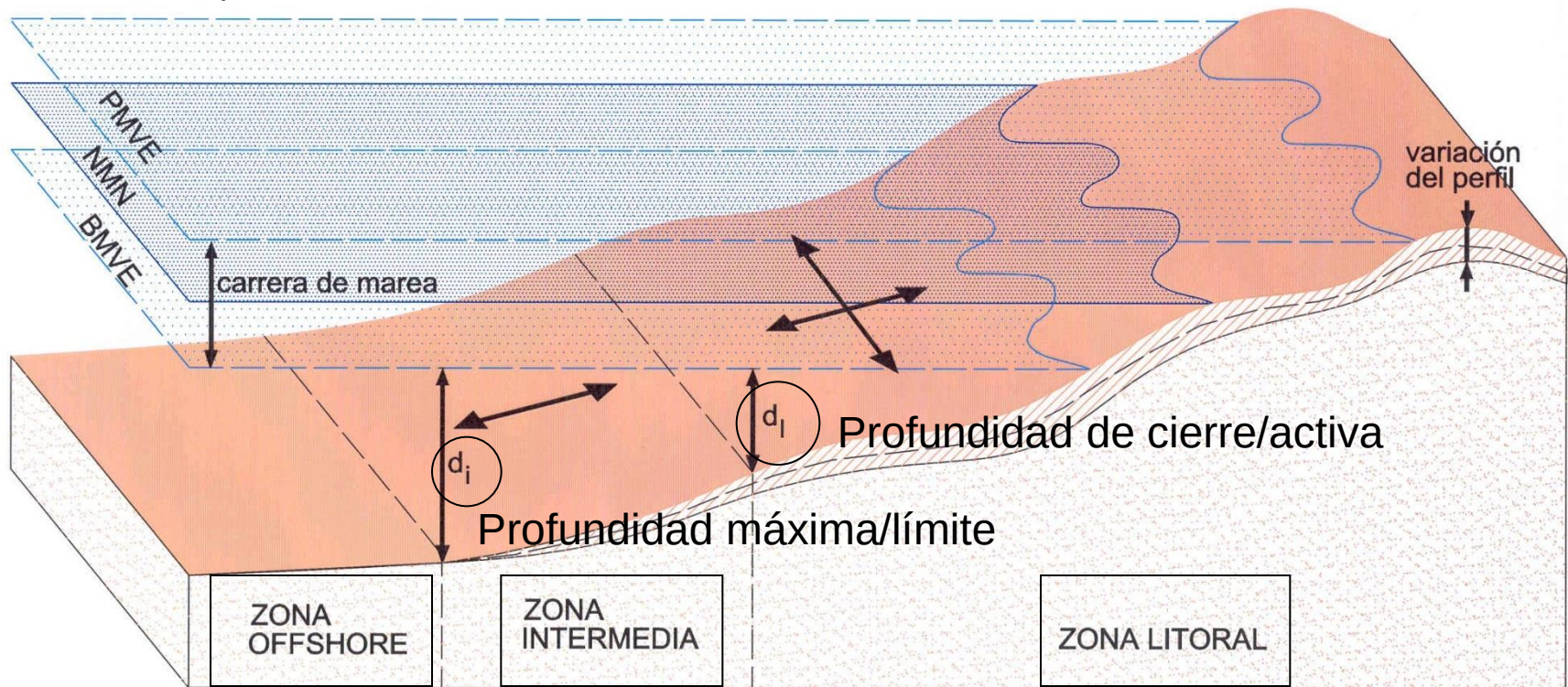




2 BALANCE SEDIMENTARIO

3. Profundidad de cierre

Límite morfodinámico que separa una zona más cercana y activa de la costa de otra menos activa más profunda *para el periodo definido por las observaciones del perfil usadas para la definición del cierre.*





2 BALANCE SEDIMENTARIO

4. Formulación de la PdC

- Hallermeier (1978,1980)

$$d_l = 2,28 H_s - 68,5 \frac{H_s^2}{g T_s^2}$$

- Birkermeier (1985)

$$d_l = 1,75 H_s - 57,9 \frac{H_s^2}{g T_s^2}$$

$\left\{ \begin{array}{l} H_s: \text{Altura de ola significativa superada 12 horas al año [m].} \\ T_s: \text{Periodo del oleaje asociado a dicha altura de ola.[s]} \\ g: \text{Aceleración de la gravedad [m/s]} \end{array} \right.$



2 BALANCE SEDIMENTARIO

- Manual de regeneración del CUR (1987)

TIPO DE ESPECTRO	$\sqrt{H_s / g} T_s$	d_l (Hallermeier)	d_l (Birkermeier)
JONSWAP	7.1×10^{-2}	$1.95 H_{s,0.137}$	$1.46 H_{s,0.137}$
PIERSON-MOSKOVITZ	6.4×10^{-2}	$2.00 H_{s,0.137}$	$1.51 H_{s,0.137}$

$$d_l = 1.75 H_{s,0.137}$$

$$d_i = 2d_l = 3.5 H_{s,0.137}$$

- Losada y Medina (1995)

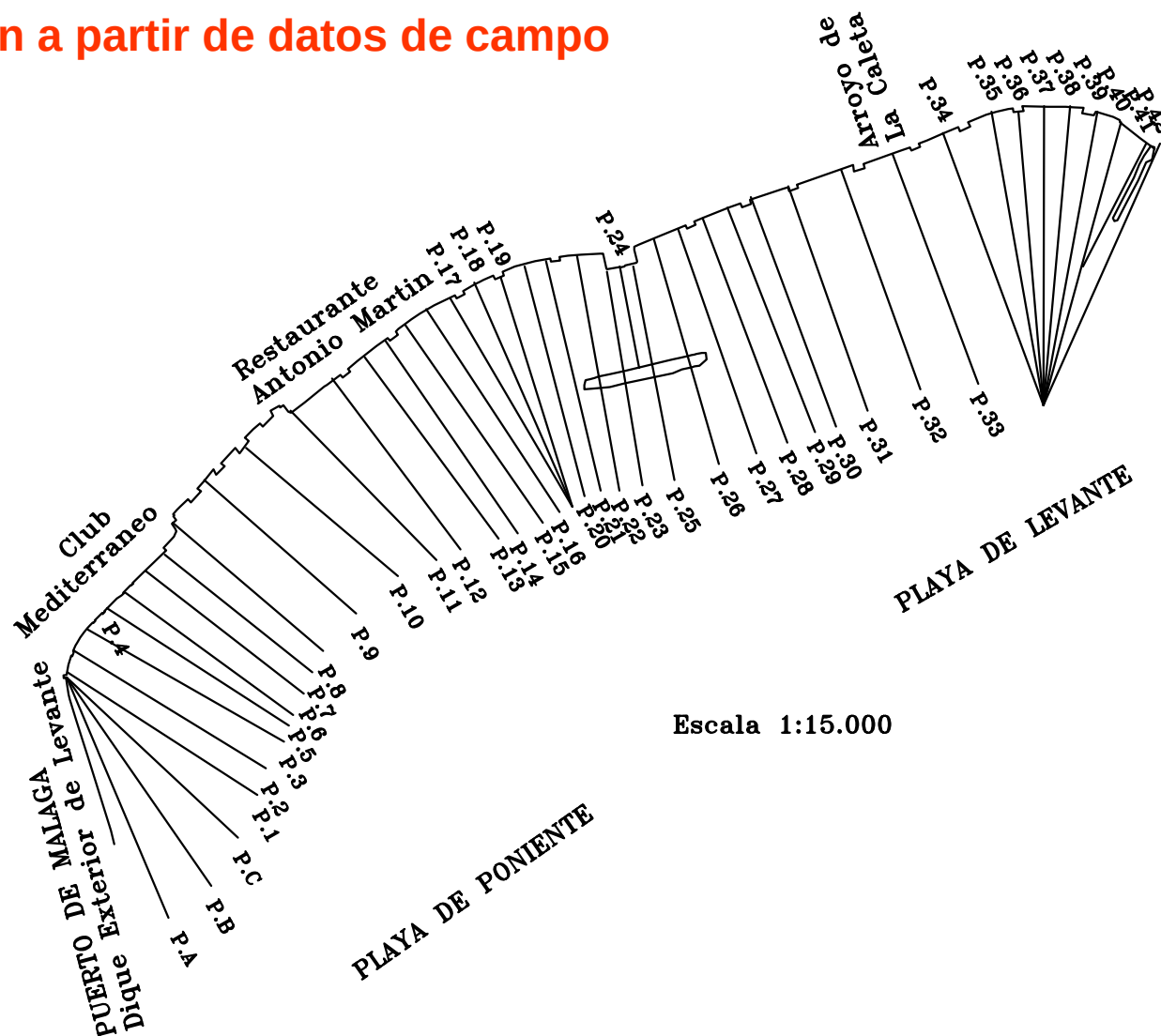
$$T_s \cong 5.7 \sqrt{H_s}$$

$$d_l = 1.57 H_{s,12}$$



2 BALANCE SEDIMENTARIO

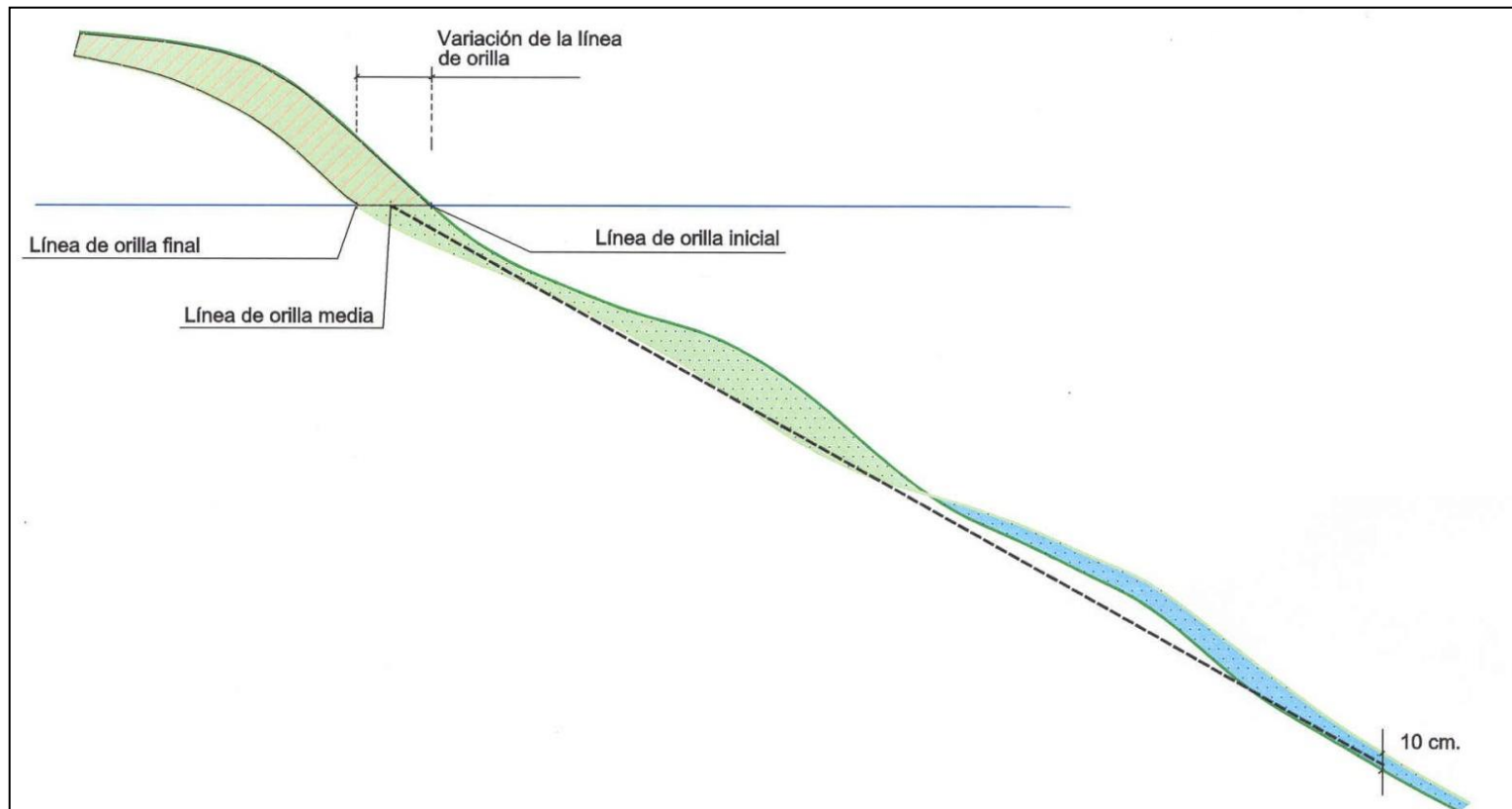
5. Estimación a partir de datos de campo





2 BALANCE SEDIMENTARIO

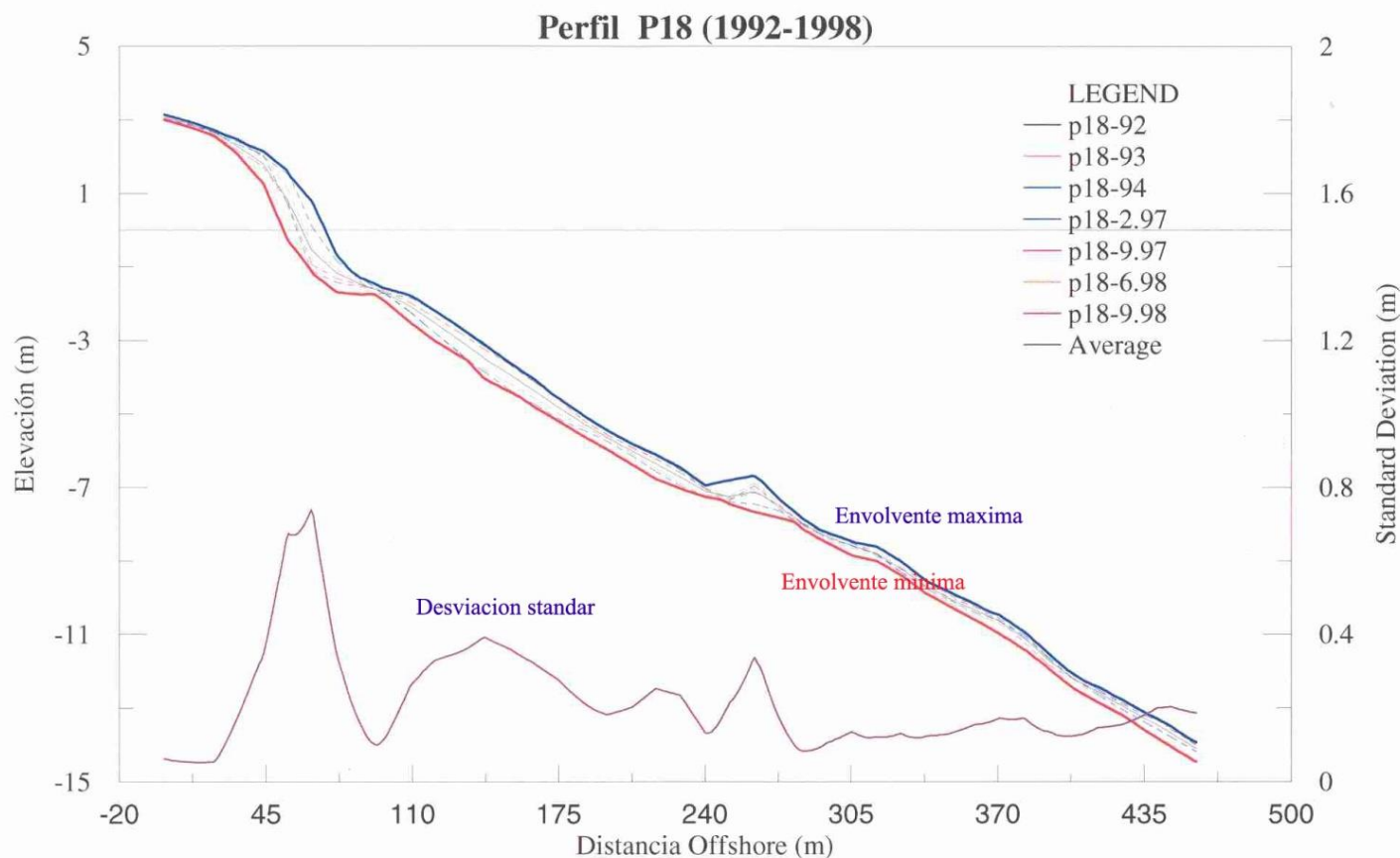
Cambios significativos de los perfiles considerando un valor crítico de ajuste de perfiles. Pueden por tanto definirse varias profundidades de cierre según consideremos como insignificante el cambio de perfiles para valores inferiores a 6, 10, 15 cm, siempre en función de la precisión de los aparatos de medida.





2 BALANCE SEDIMENTARIO

Desviación estándar vertical En la gráfica en la que se enfrenta desviación con profundidad, se considerará profundidad de cierre aquella en la que la desviación sufre un fuerte descenso, ya que se considera que es éste el límite de lo considerado cambio de perfil significativo.





2 BALANCE SEDIMENTARIO

6. Aplicación PdC

1. Ubicación boyas de medida
2. Alcance campaña batimétrica
3. Regeneración de playas
4. Dragado de yacimientos marinos de arenas
5. Diseño de obras de defensa costera
6. Modelos numéricos de variación de la línea de costa



Ingeniería de Costas

1. Caracterización de sedimentos
2. Balance sedimentario. Profundidad de cierre
3. Transporte longitudinal. Fórmula del CERC
4. Perfil de equilibrio en una playa. Perfil de Dean
5. Dimensionamiento de una regeneración de playa



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

1. Transporte sólido longitudinal. Concepto

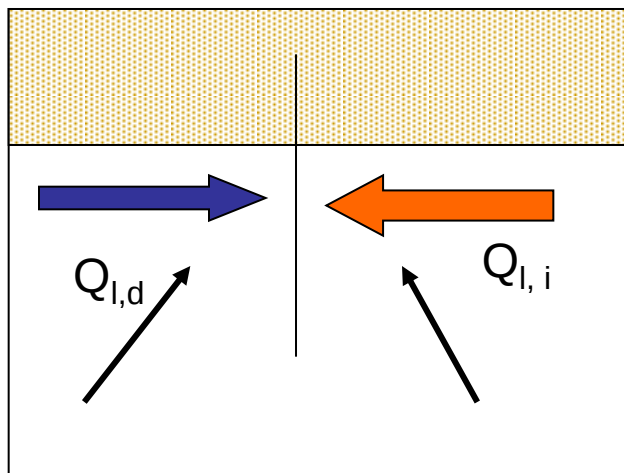
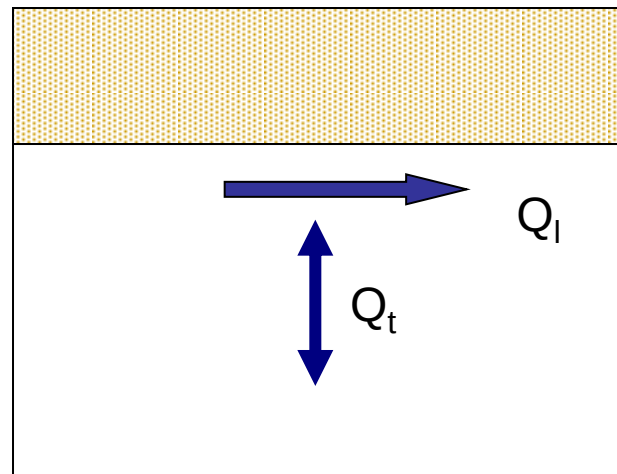
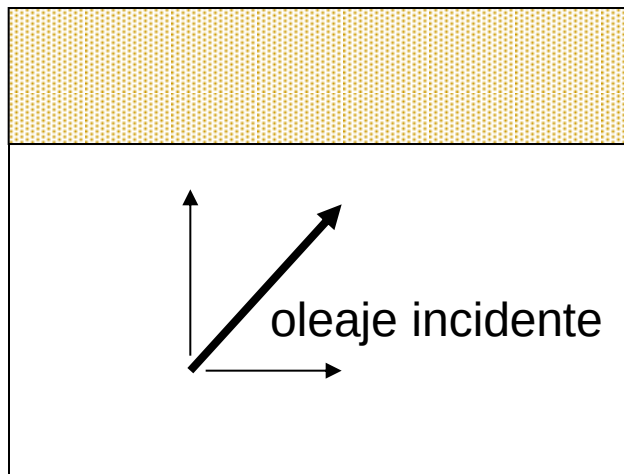
Los mecanismos de generación de transporte sólido son debidos a:

- OBLICUIDAD DE OLEAJE EN ROTURA
- GRADIENTE DE SOBREELEVACIÓN DE ALTURA DE OLA A LO LARGO DEL FRENTE





3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

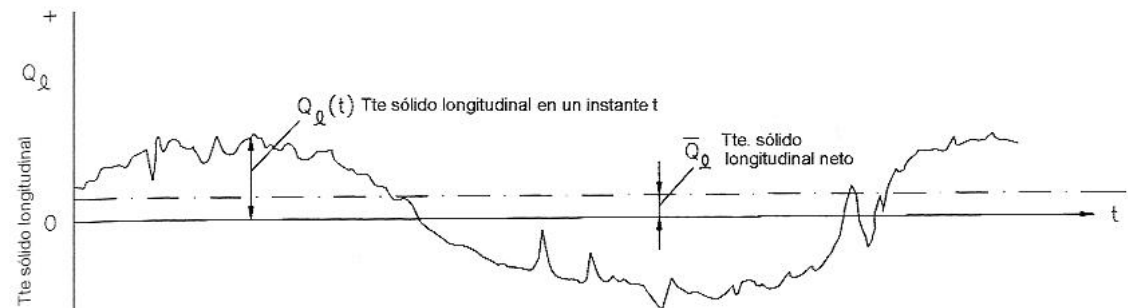
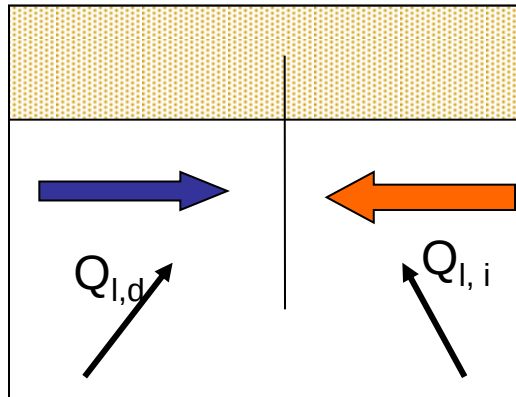


$$Q_{l,BRUTO} = |Q_{l,i}| + |Q_{l,d}|$$

$$Q_{l,NETO} = Q_{l,i} + Q_{l,d}$$



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL



$$\bar{Q}_l(\text{neto}) = \frac{1}{T_o} \int_0^{T_o} Q_l(t) dt$$

$$Q_l(\text{bruto}) = \frac{1}{T_o} \int_0^{T_o} |Q_l(t)| dt$$

Variación del transporte longitudinal a lo largo del tiempo (CEM, 1998).



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

2. Métodos de obtención

1. Campañas de toma de datos en la naturaleza
2. Evidencias morfológicas de la costa
3. Evolución de la línea de costa
4. Cálculo teórico mediante formulaciones empíricas





3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

2.1 Campañas de toma de datos en la naturaleza

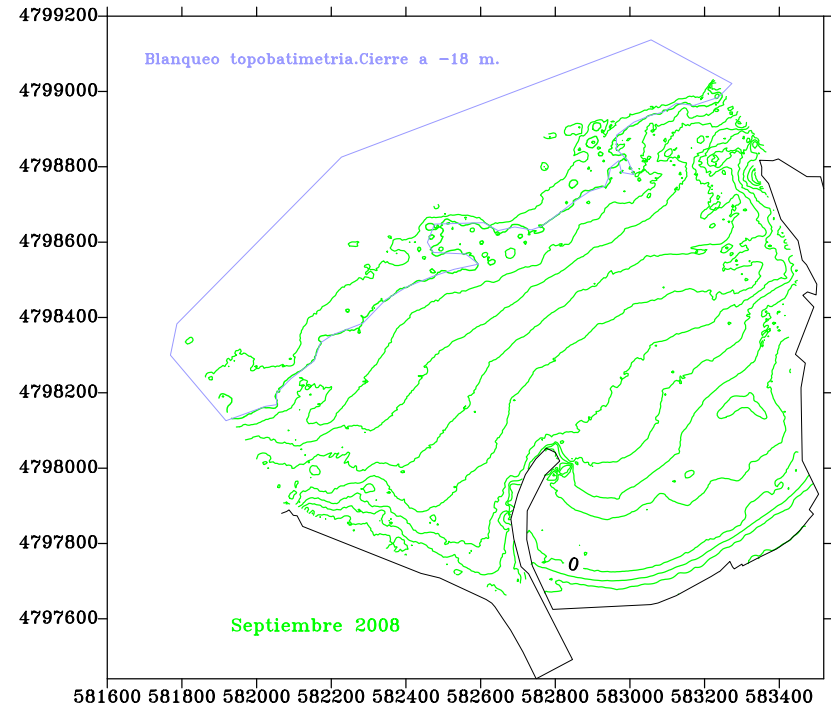
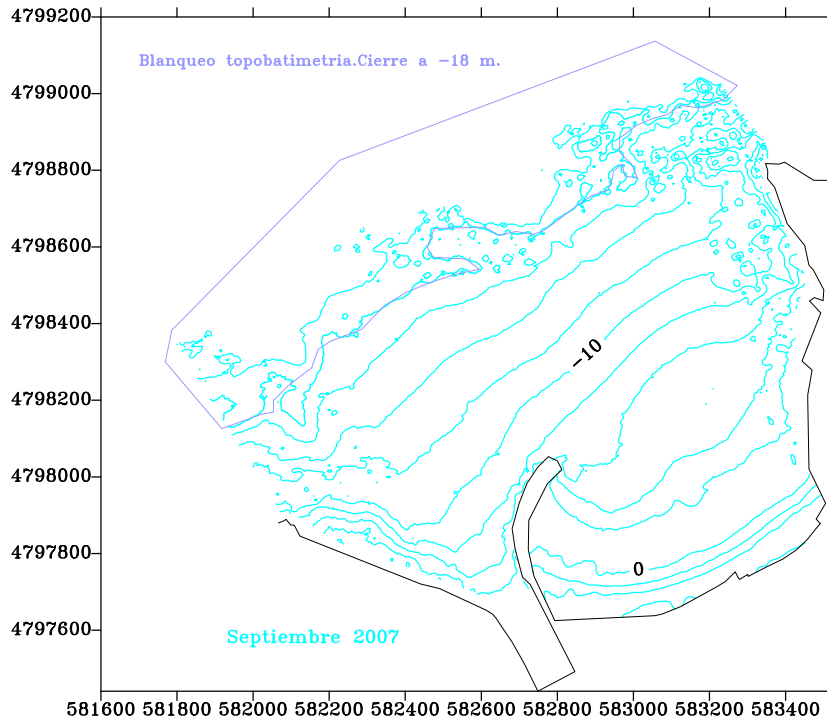
- Trampas de arena
- Trazadores





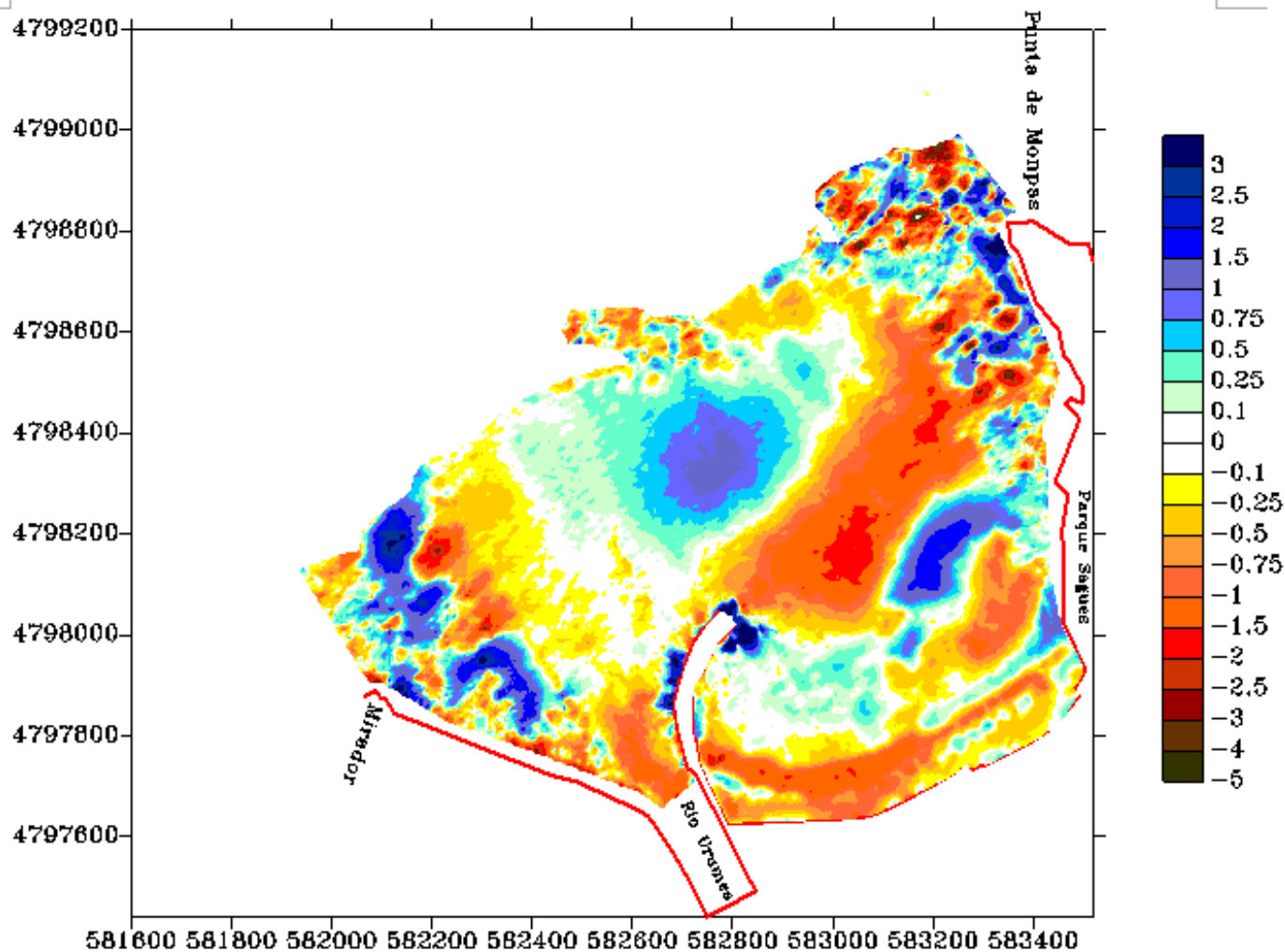
3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

- Campañas topo-batimétricas





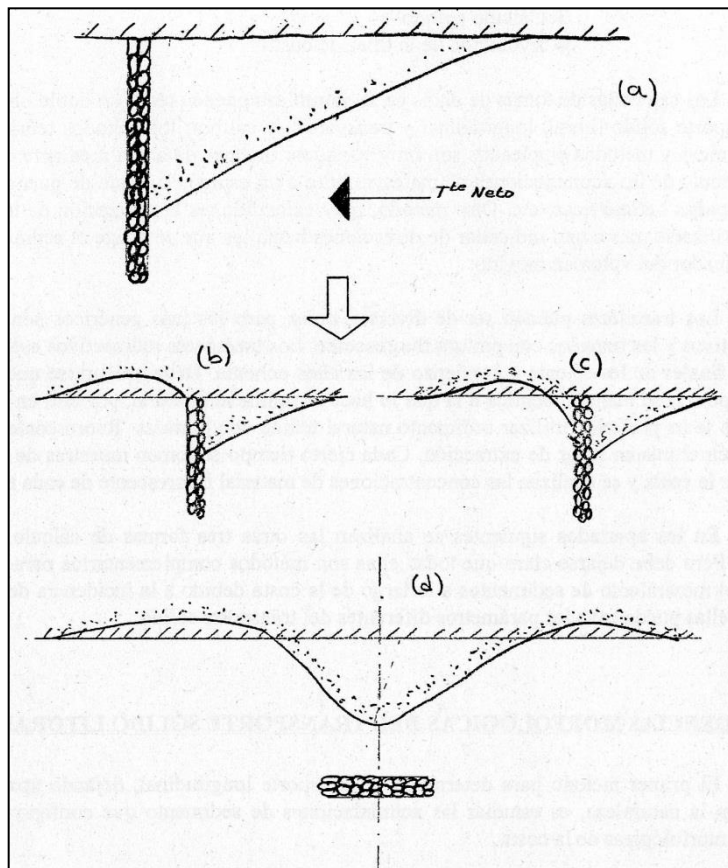
3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL



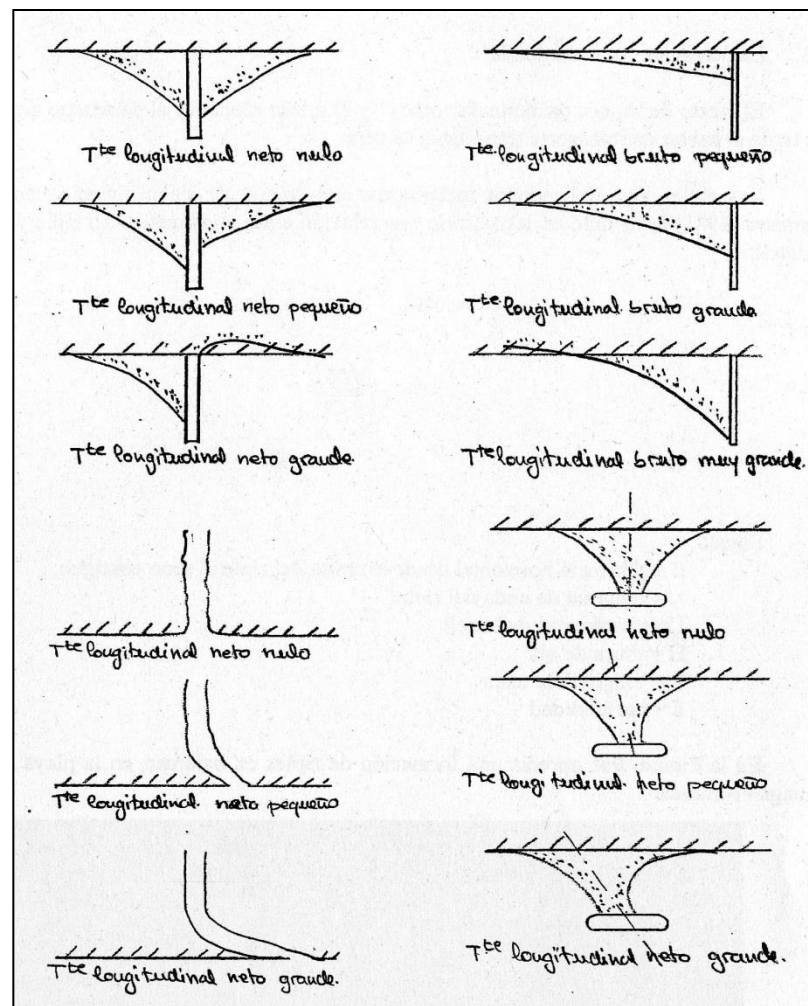


3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

2.2 Evidencias morfológicas de la costa



(De la Peña, 2007)





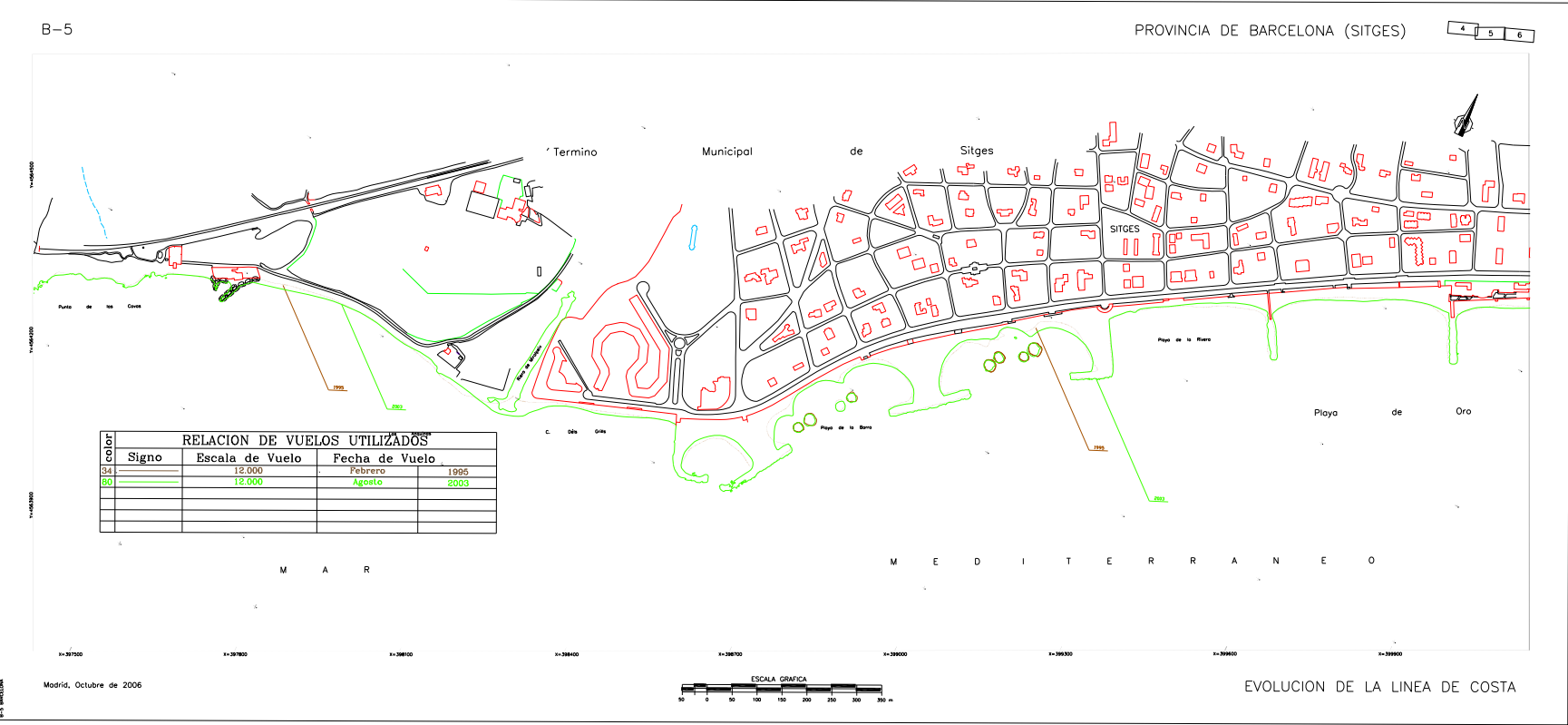
3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

2.3 Evolución de la línea de costa





3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL





3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

2.4 Formulaciones empíricas

$$Q = K \frac{\rho \sqrt{g}}{16 k^{1/2} (\rho_s - \rho)(1-n)} H_b^{5/2} \operatorname{sen} 2\alpha_b$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{K\&I,rms} = 0,77 \\ K_{SPM,rms} = 0,92 \\ K_{SPM,sig} = 0,39 \end{array} \right.$$



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

$$Q(m^3 / \text{año}) = 16,34 \cdot 10^5 H_0^{5/2} (\cos \alpha_0)^{1/4} \cdot \sin(2\alpha_0)$$

- H_0 = altura de ola significativa en profundidades indefinidas (m)
- α_0 = oblicuidad en profundidades indefinidas ($^\circ$)



3 TRANSPORTE SÓLIDO LONGITUDINAL

$$Q(\alpha_1, \alpha_2) = 1,453 \cdot 10^5 H_0^{5/2} F(\alpha_1, \alpha_2)$$

$$F(\alpha_1, \alpha_2) = \frac{(\cos \alpha_1)^{9/4} - (\cos \alpha_2)^{9/4}}{(\alpha_2 - \alpha_1) \frac{\pi}{180}}$$

- H_0 = altura de ola significativa en profundidades indefinidas (m)
- α_0 = oblicuidad en profundidades indefinidas ($^\circ$)



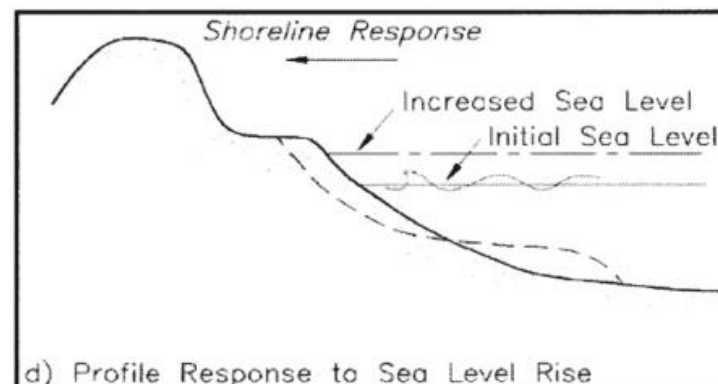
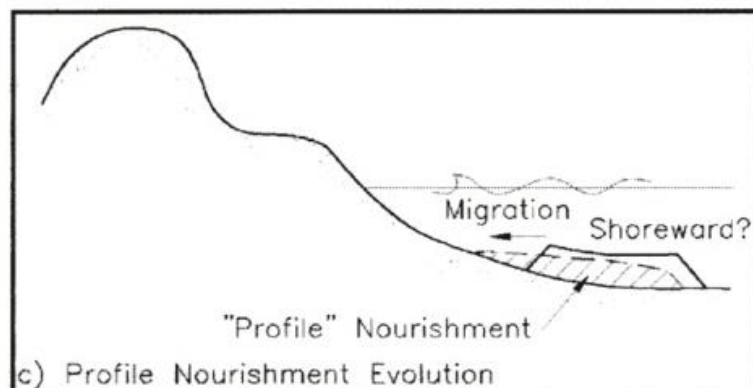
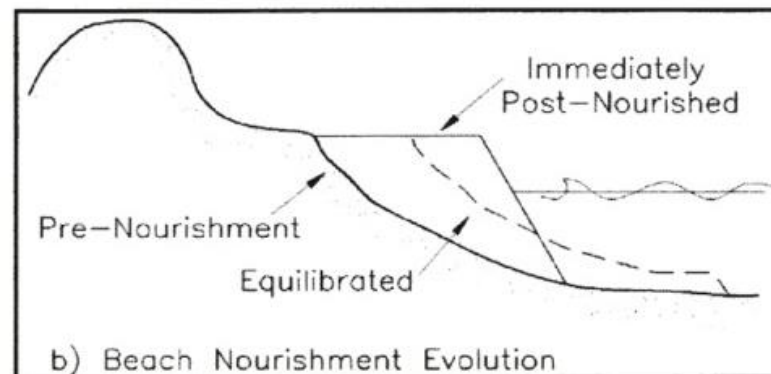
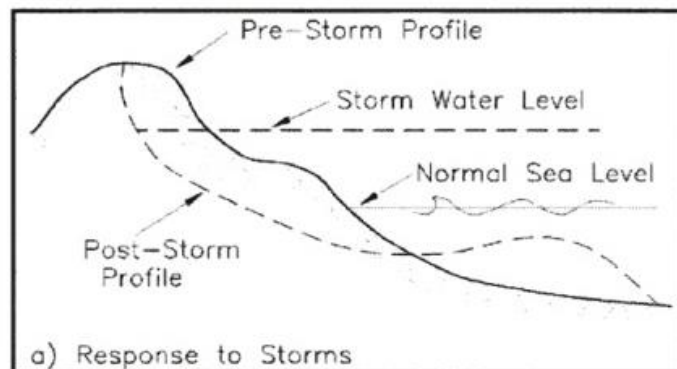
Ingeniería de Costas

1. Caracterización de sedimentos
2. Balance sedimentario. Profundidad de cierre
3. Transporte longitudinal. Fórmula del CERC
4. Perfil de equilibrio en una playa. Perfil de Dean
5. Dimensionamiento de una regeneración de playa



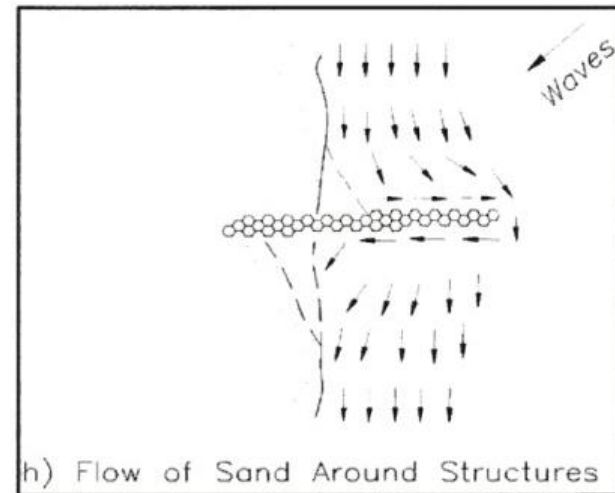
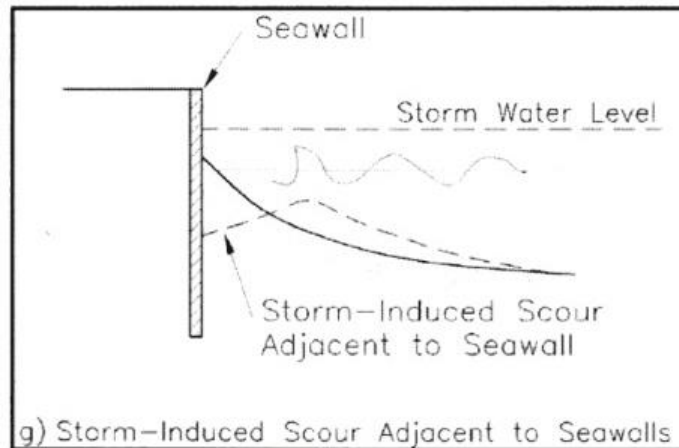
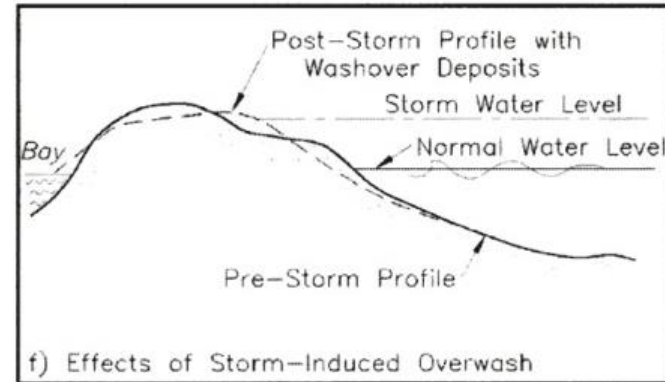
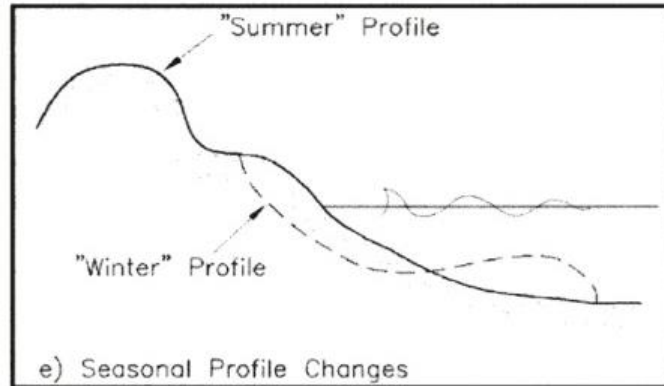
4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

1. Transporte transversal





4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

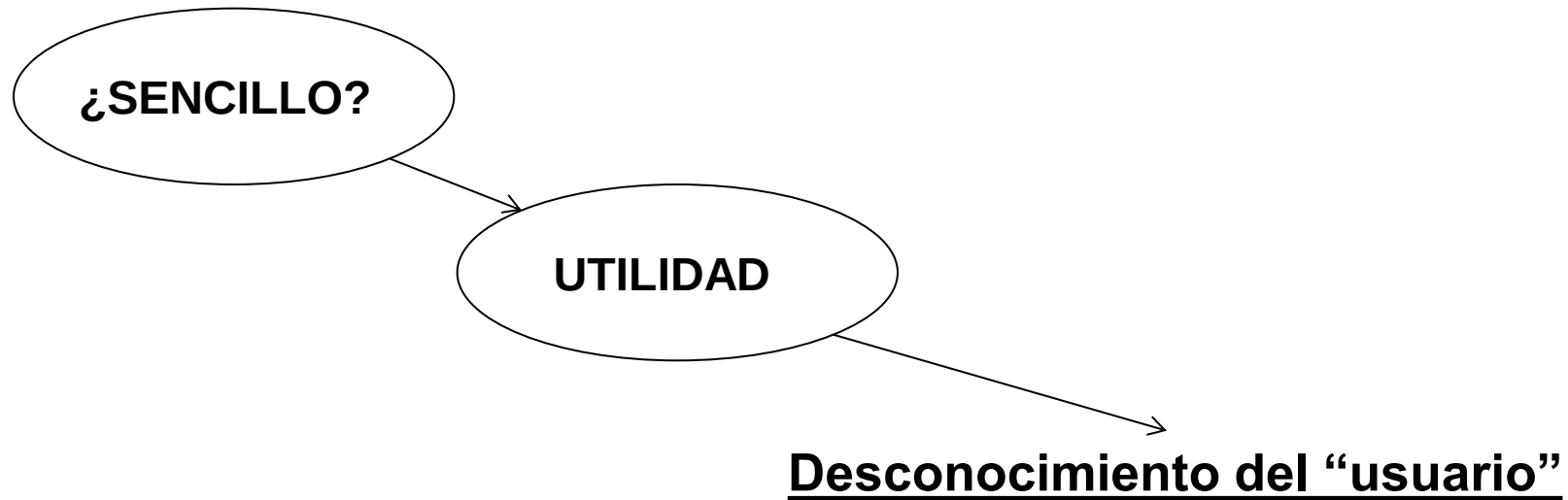




4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

2. Perfil de equilibrio

- Definición perfil
- Definición perfil equilibrio → oleaje → grano
- ¿existe realmente? → promedio estadístico





4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

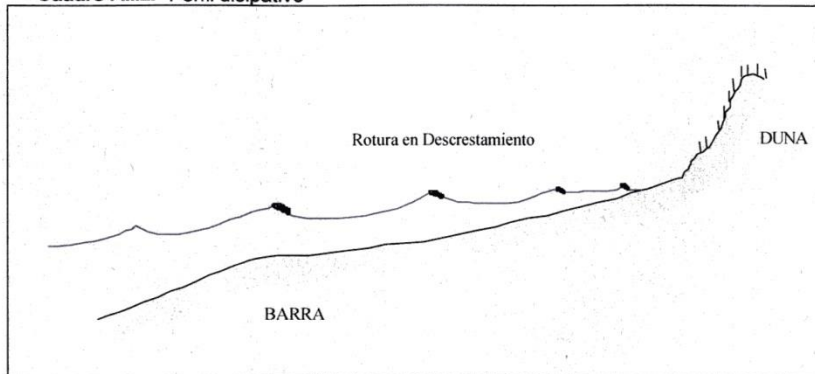
3. Estados morfológicos de una playa

- $Q_t \rightarrow$ Variación perfil $\rightarrow$ CAMBIOS MORFOLÓGICOS

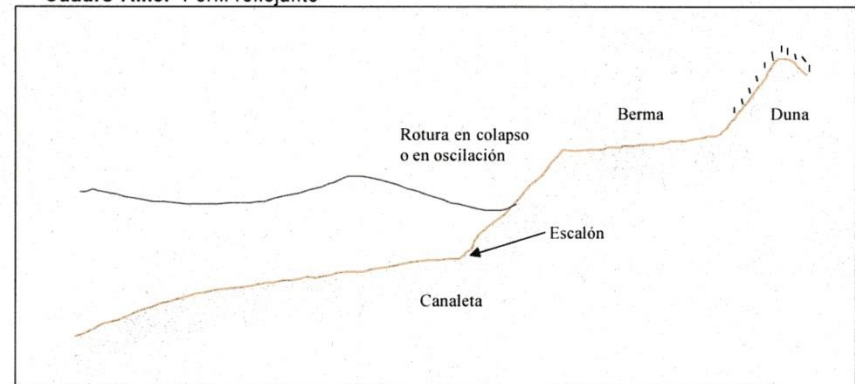


FORMAS EXTREMAS

Cuadro A.I.2. Perfil disipativo



Cuadro A.I.3. Perfil reflejante



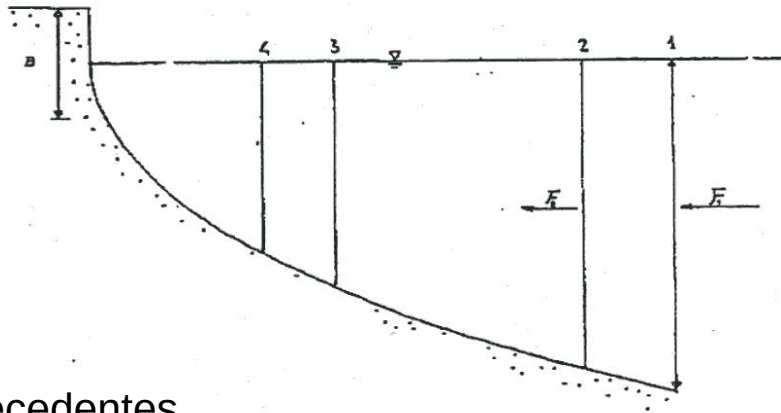
4. Variaciones estacionales del perfil de playa



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

5. Modelos conceptuales del perfil de equilibrio

- Análisis de perfiles
- Ecuación Conservación de Flujo de Energía



$$\frac{dF}{dx} = -\varepsilon$$

- Antecedentes

1. BRUUN (1954)
2. HUGHES Y CHIU (1978)



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

6. Perfil de equilibrio de Dean (1977)

$$\begin{array}{c}
 \boxed{\frac{dF}{dx} = -\varepsilon} \quad + \quad \boxed{
 \begin{array}{l}
 \bullet \text{ Índice de rotura} \quad k=H/h \\
 \bullet \text{ Disipación/ud. volumen} \quad \frac{\varepsilon}{h} = cte = D^*
 \end{array}
 } \\
 \underbrace{\hspace{10em}} \\
 \boxed{y = A x^{2/3}} \\
 \\
 A = \left(\frac{24 D^*}{5 \rho g^{3/2} k^2} \right)^{2/3}
 \end{array}$$



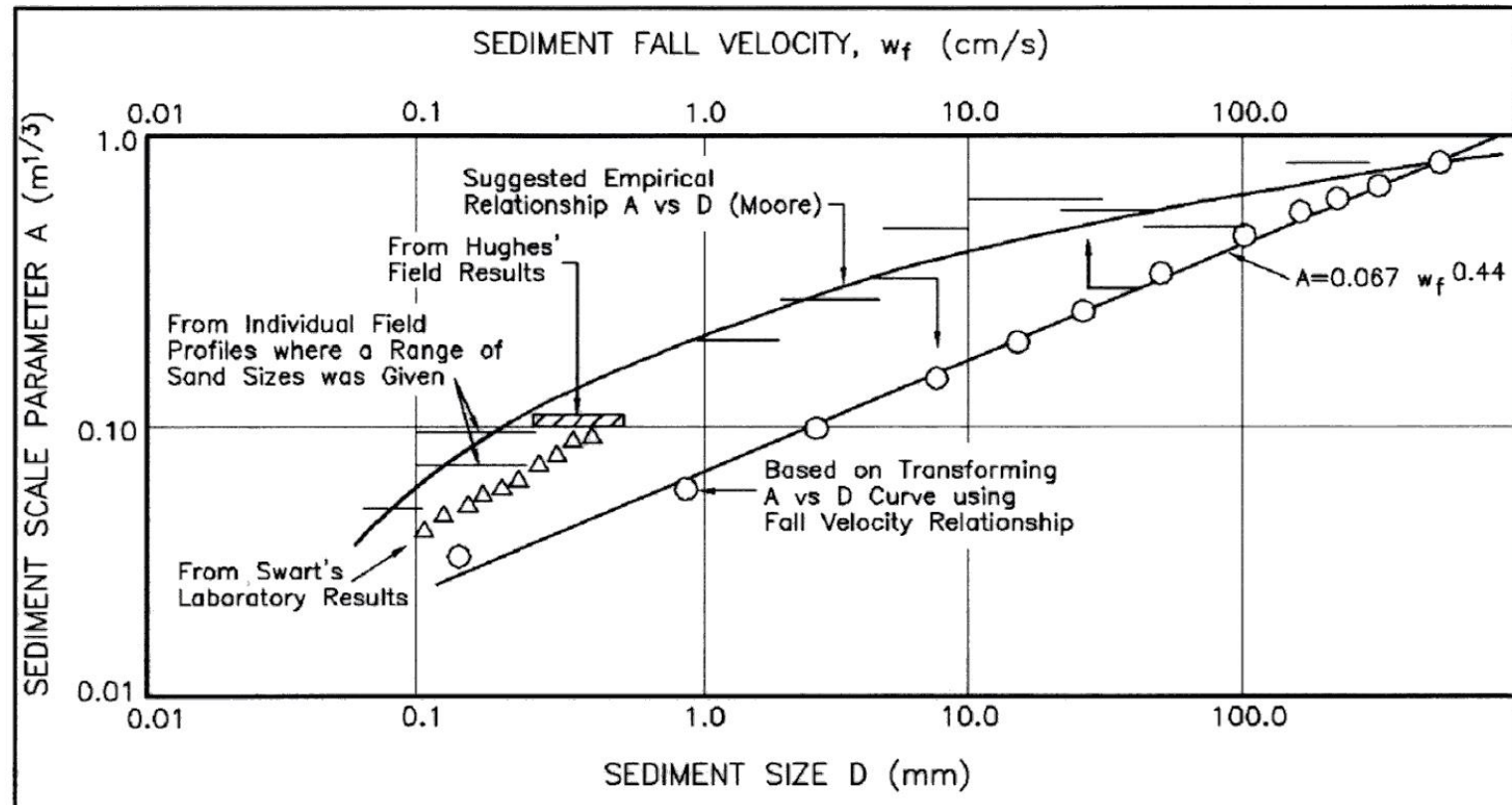
4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

A : Parámetro de forma

$$A = \left(\frac{24 D^*}{5 \rho g^{3/2} k^2} \right)^{2/3}$$

• Moore (1982)

• Dean (1987)





4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

A : Parámetro de forma

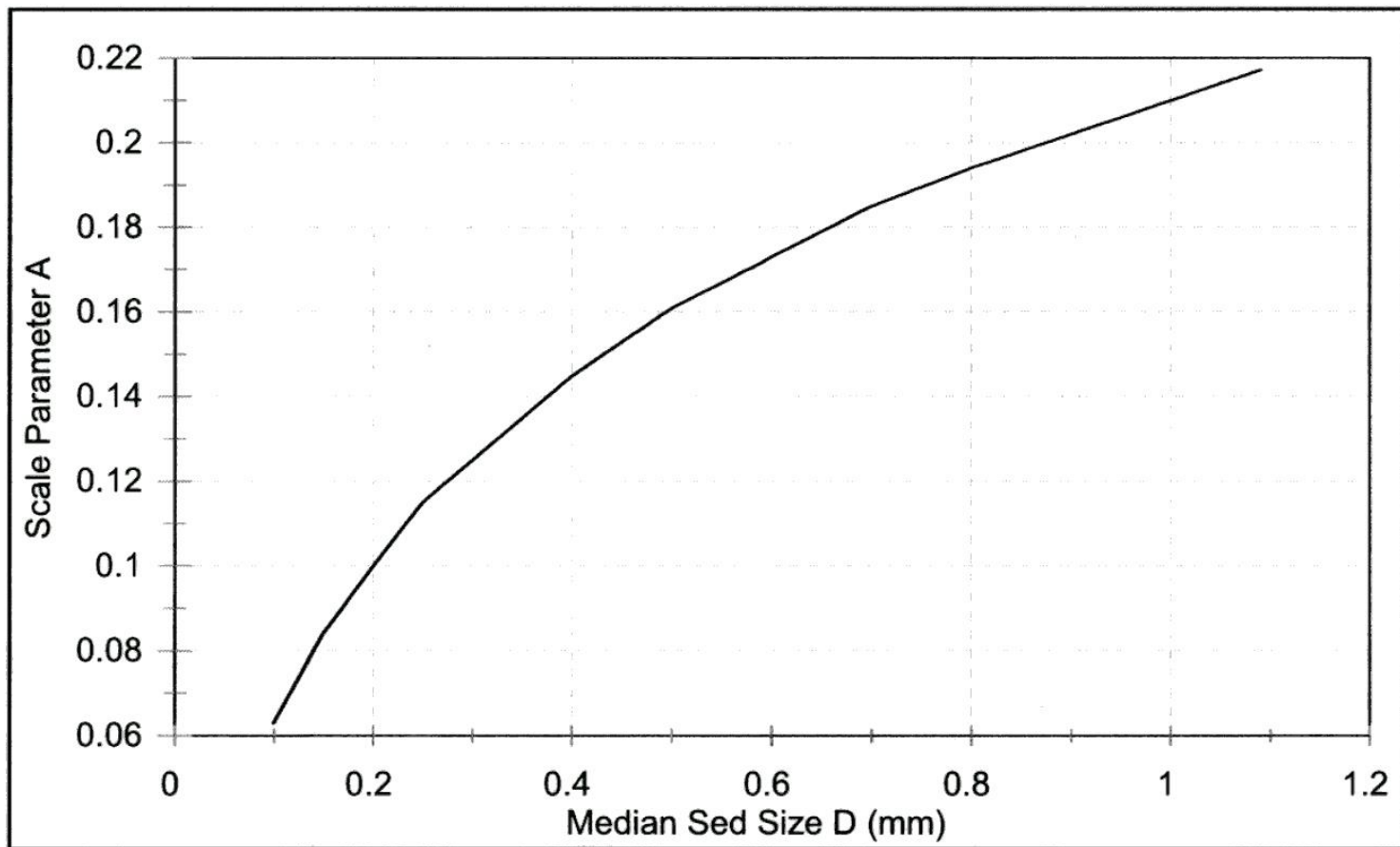
Table III-3-3
Summary of Recommended A Values (Units of A Parameter are $m^{1/3}$)

D(mm)	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.1	0.063	0.0672	0.0714	0.0756	0.0798	0.084	0.0872	0.0904	0.0936	0.0968
0.2	0.100	0.103	0.106	0.109	0.112	0.115	0.117	0.119	0.121	0.123
0.3	0.125	0.127	0.129	0.131	0.133	0.135	0.137	0.139	0.141	0.143
0.4	0.145	0.1466	0.1482	0.1498	0.1514	0.153	0.1546	0.1562	0.1578	0.1594
0.5	0.161	0.1622	0.1634	0.1646	0.1658	0.167	0.1682	0.1694	0.1706	0.1718
0.6	0.173	0.1742	0.1754	0.1766	0.1778	0.179	0.1802	0.1814	0.1826	0.1838
0.7	0.185	0.1859	0.1868	0.1877	0.1886	0.1895	0.1904	0.1913	0.1922	0.1931
0.8	0.194	0.1948	0.1956	0.1964	0.1972	0.198	0.1988	0.1996	0.2004	0.2012
0.9	0.202	0.2028	0.2036	0.2044	0.2052	0.206	0.2068	0.2076	0.2084	0.2092
1.0	0.210	0.2108	0.2116	0.2124	0.2132	0.2140	0.2148	0.2156	0.2164	0.2172



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

A : Parámetro de forma





4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

A : Parámetro de forma

- KRIEBEL, KRAUSS Y LARSON (1991)

$$A = 2,25 \left(\frac{w_f^2}{g} \right)^{1/3}$$

De manera aproximada, y para arenas de densidad $\rho_s = 2,65 \text{ tn/m}^3$, la velocidad de caída del grano puede obtenerse como:

$$\begin{array}{ll} w \text{ (m/s)} = 1,1 \cdot 10^6 D^2 \text{ (m)} & D < 0,1 \text{ mm} \\ w \text{ (m/s)} = 273 D^{1,1} \text{ (m)} & 0,1 < D < 1 \text{ mm} \\ w \text{ (m/s)} = 4,36 D^{0,5} \text{ (m)} & D > 1 \text{ mm} \end{array}$$

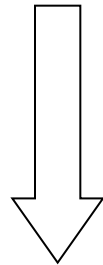
D = Diámetro del sedimento



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

Principales características

- Perfil monoparábólico continuo → barra
- $A = f(D_{50})$ → pendientes
- Perfil universal → diferente exposición = perfil → Modelos modificados de Dean
- Perfiles de erosión → Vellinga



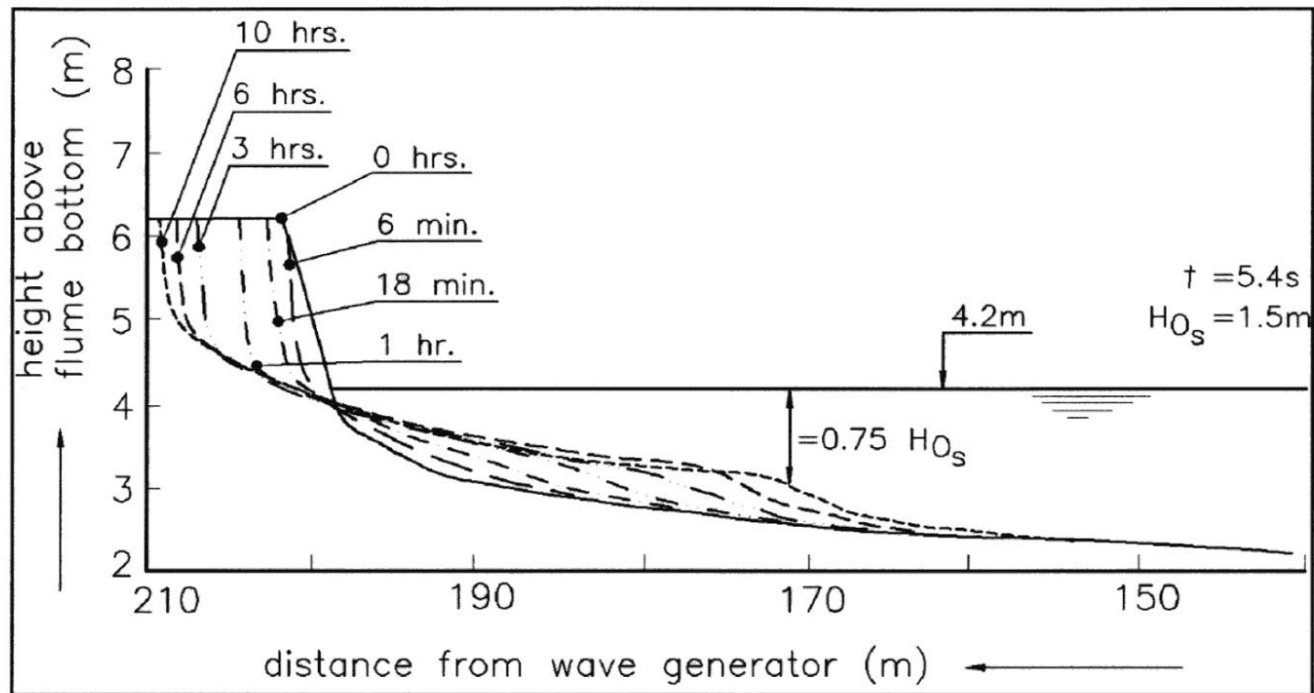
sencillez



4 PERFIL DE EQUILIBRIO DE UNA PLAYA

7. Perfil erosivo de Vellinga (1985)

- Ensayos tanque
- Playas holandesas



$$y = B x^{0,78} \quad B = 0,70 \left(\frac{H_0}{L_0} \right)^{0,17} w_f^{0,44}$$



Ingeniería de Costas

1. Caracterización de sedimentos
2. Balance sedimentario. Profundidad de cierre
3. Transporte longitudinal. Fórmula del CERC
4. Perfil de equilibrio en una playa. Perfil de Dean
5. Dimensionamiento de una regeneración de playa



5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

1. Actuaciones en la costa

1. BLANDAS
2. DURAS
3. MIXTAS





5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

2. Planificación y diseño de una regeneración

1. Estudio del tramo a regenerar
2. Elección del material de aportación

Origen del árido { Arenas naturales
Arenas artificiales

3. Técnicas de emplazamiento del relleno
4. Otras consideraciones



5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

3. Estudio de estabilidad del árido de aportación

Árido NATIVO

VS

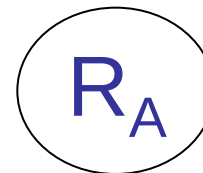
Árido APORTACIÓN

Métodos de estudio

1. Met. De Krumbein y James (1965)
2. Met. Dean (1974)
3. Met. James (1975)

Hipótesis

- Distribución granulométrica que se ajusta a la lognormal
- Función de densidad → función de Gauss

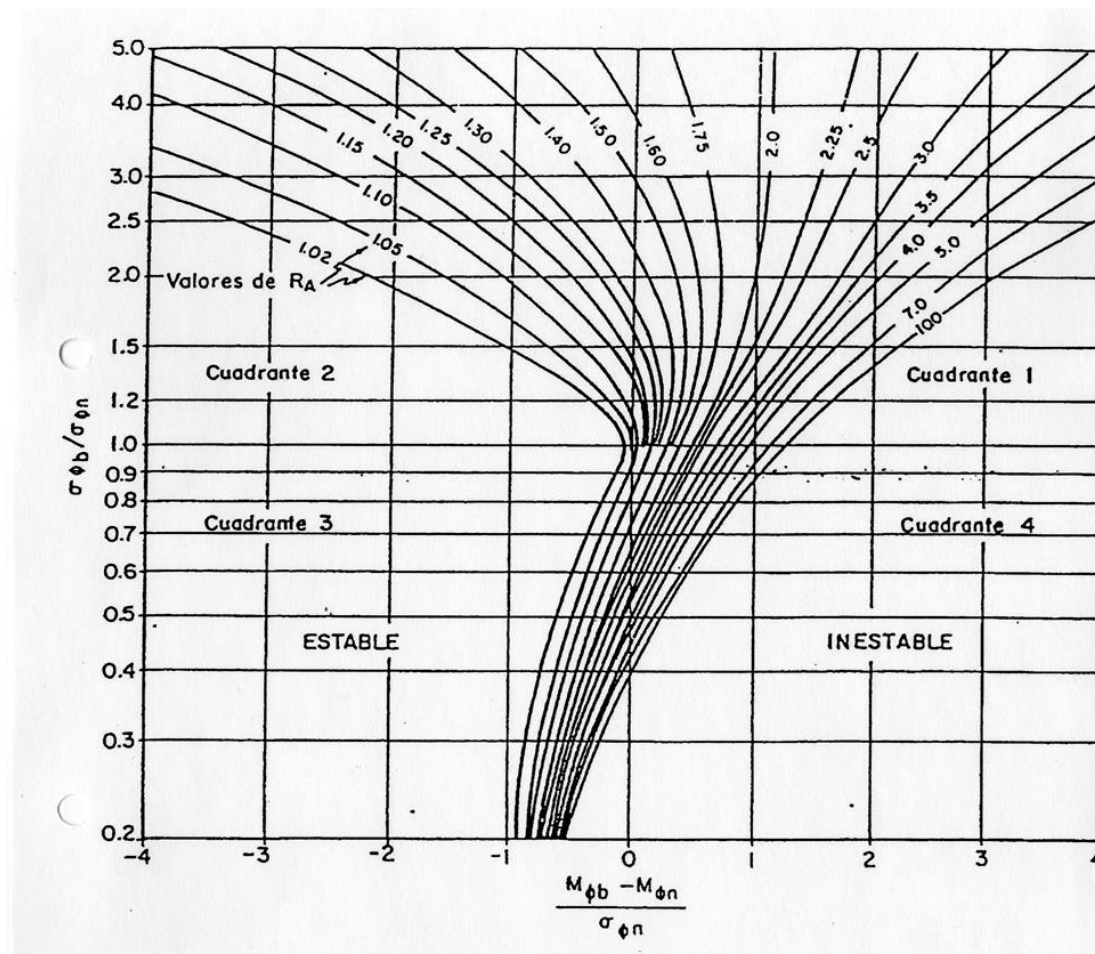




5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

Método de JAMES (1975)

- Factor de sobrellenado



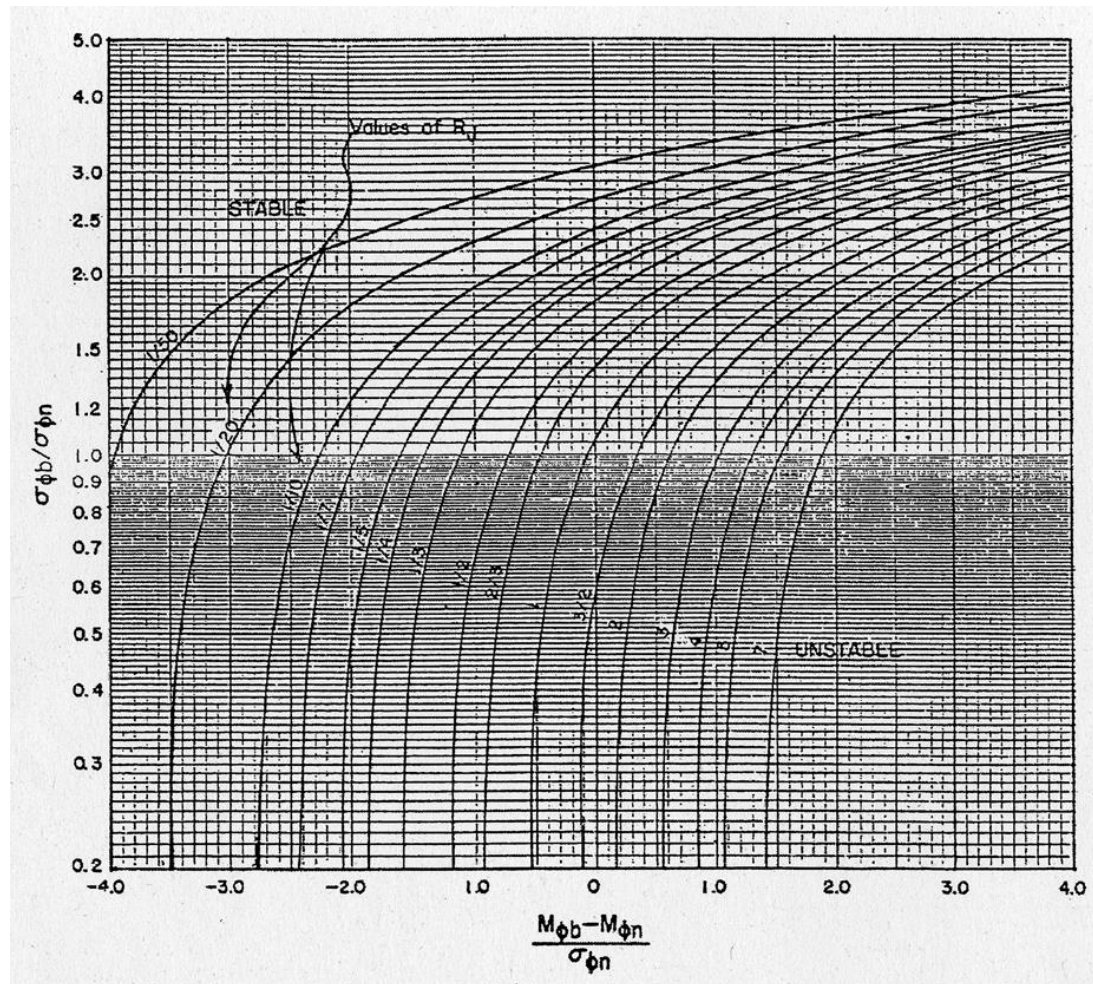


5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

Método de JAMES (1975)

- Factor de realimentación

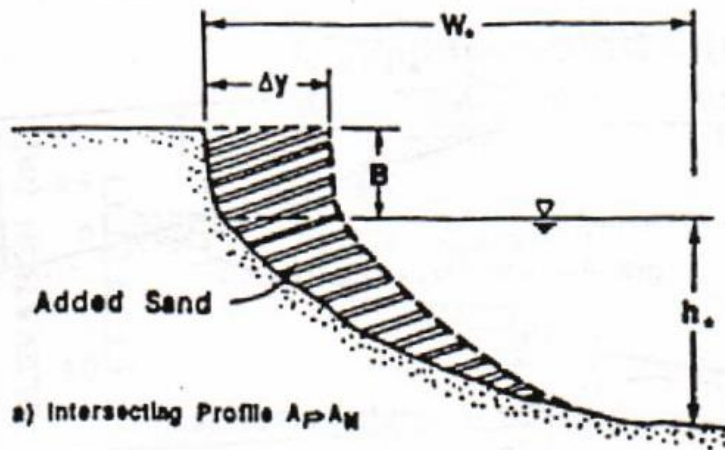
R_j



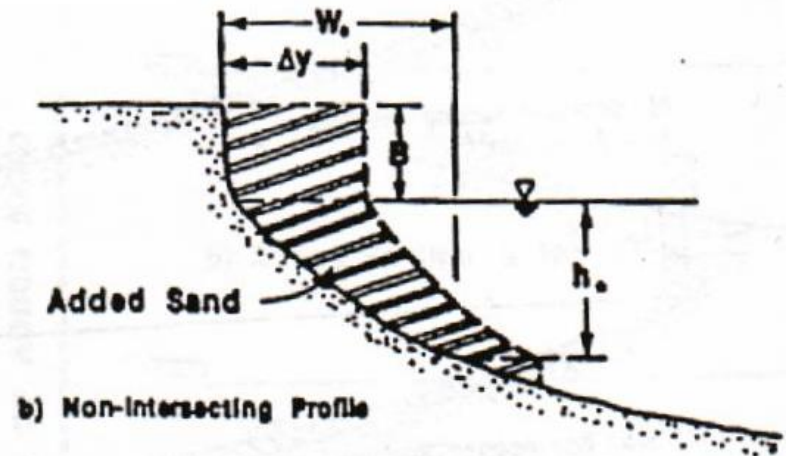


5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

4. Volumen de regeneración



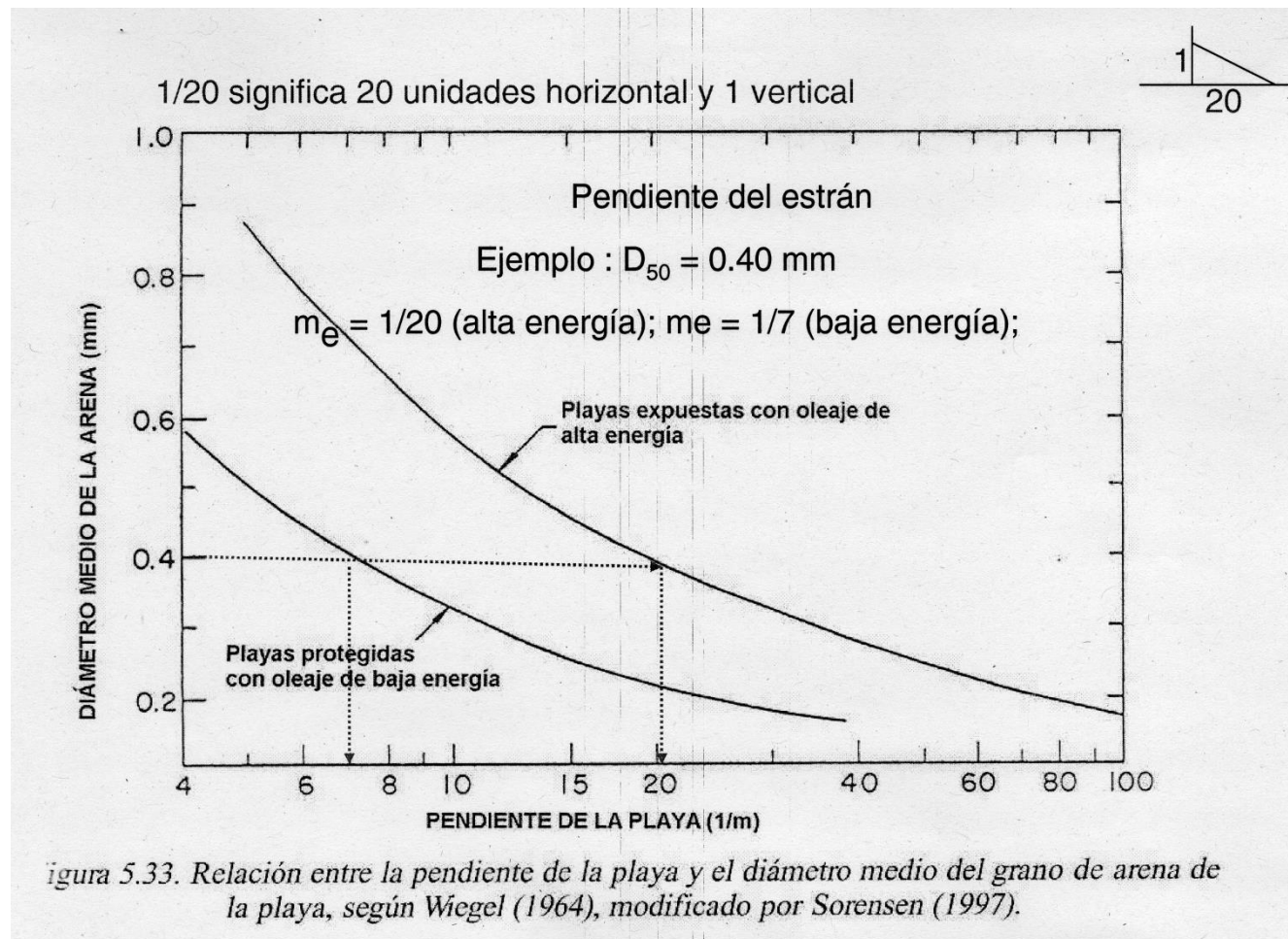
PERFILES SECANTES



PERFILES NO SECANTES



5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN



Pendiente del estrán



5 DIMENSIONAMIENTO DE UNA REGENERACIÓN

Ejemplo alimentación artificial



Salinas, Avilés (2004)











ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL (ejemplo)





ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL (ejemplo)





