

Corso di  
REGIME E PROTEZIONE DEI LITORALI

**ESERCITAZIONE N°8**

**(A. A. 2014 – 2015)**

**DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI SEDIMENTI DI RIPASCIMENTO**

Allo scopo di ripristinare il volume di sedimenti necessario alla dinamica della spiaggia di La Playa (Cagliari-Capoterra) si intende effettuare un intervento di ripascimento.

Sono note l'altezza d'onda significativa con frequenza di superamento pari allo 0.137 %, la sezione trasversale della zona litoranea dalla spiaggia emersa alla zona sottomarina, le ripartizioni granulometriche dei sedimenti in situ e quelle dei sedimenti della cava di prestito (Tab I).

Assegnata la posizione media della nuova linea di riva, nell'ipotesi che il ripascimento venga eseguito da mare a mezzo di rifluimento con draga:

1. calcolare il nuovo profilo di equilibrio che si otterrà dopo il ripascimento;
2. progettare il profilo del sedimento versato;
3. determinare il volume per unità di lunghezza di spiaggia necessario;
4. determinare il tempo necessario al ripristino.

Dati:

Altezza onda significativa (superata solo per 12 ore/anno):  $H_{s\ 0.137} = 1.8\ m$ ;

Avanzamento linea di riva:  $b = 70\ m$ ;

Profilo trasversale originario della spiaggia (Tab. II).

**Tab. I.** Pesì percentuali cumulati del passante in funzione del diametro in unità  $\phi$

<i>situ</i>	$\phi$	0.73	1.74	2.06	2.32	2.47	2.64	3.64
	passante (%)	95	84	75	50	25	16	5
<i>cava</i>	$\phi$	0.52	1.43	1.84	2.00	2.25	2.40	2.84
	passante (%)	95	84	75	50	25	16	5

**Tab. II.** Profilo trasversale originario della spiaggia

Distanza (m)	Quota (m)	Distanza (m)	Quota (m)	Distanza (m)	Quota (m)	Distanza (m)	Quota (m)
0,0	1,20	180,0	-2,10	380,0	-4,70	580,0	5,35
20,0	1,20	200,0	-2,50	400,0	-4,80	600,0	5.40
40,0	1,20	220,0	-2,80	420,0	-4,90	620,0	5.45
54,45	0,00	240,0	-3,20	440,0	-5,00	640,0	5.50
54,45	0,00	260,0	-3,60	460,0	-5,05	660,0	5.55
80,0	-0,80	280,0	-3,85	480,0	-5,10	680,0	5.60
100,0	-1,50	300,0	-4,00	500,0	-5,15	682,0	-5.62
120,0	-1,85	320,0	-4,20	520,0	-5.20	684,0	-5.64
140,0	-2,10	340,0	-4,35	540,0	-5,25	686,0	-5.66
160,0	-2,20	360,0	-4,50	560,0	5.30	688,0	-5.68

### Schema di soluzione

Occorre in primo luogo individuare la fascia della spiaggia sottomarina che presumibilmente sarà interessata dal ripascimento. Tale zona rimane compresa tra la quota della berma e la linea di riva e tra la linea di riva e le due profondità al limite della zona litoranea  $d_1$  e della zona di transizione  $d_i$ :

$$d_1 = 1.75H_{s0.137};$$

$$d_i = 3.50H_{s0.137}.$$

Il profilo che assumeranno le sezioni trasversali dopo il ripascimento si ottiene per similitudine con l'assegnato profilo attuale.

Per la determinazione della scarpata tra la berma e la linea di riva si può adottare la formula derivata dai rilievi riportati dallo Shore Protection Manual (1984):

$$s_F = 0.367 D_{50} - 0.038, \quad (1)$$

valida per i limiti  $0.185 < D_{50} < 0.58$  mm, ove  $s_F$  è la pendenza della battigia fuori acqua..

Per il profilo sommerso si adotta la legge di similitudine che è data dalla relazione:

$$\ell_2 = \ell_1 \left( \frac{w_1}{w_2} \right)^{0.56}, \quad (2)$$

essendo  $\ell_1$  la distanza orizzontale tra la linea di riva originaria e la batimetria di assegnata profondità,  $\ell_2$  la corrispondente distanza tra la nuova linea di riva e il nuovo punto cui corrisponde la stessa profondità relativa alla lunghezza  $\ell_1$ ,  $w_1$  la velocità di caduta libera del granulo di diametro  $D_{501}$  del sedimento della spiaggia e  $w_2$  la corrispondente velocità del sedimento della cava di prestito di diametro  $D_{502}$ . Per la spiaggia si ha:

$$D_{501} = 2^{-\phi_{501}}.$$

Per la cava di prestito si ha:

$$D_{502} = 2^{-\phi_{502}}.$$

La velocità di caduta libera dei granuli dipende dall'indice di galleggiamento

$$B = \left( \frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) g D_{50}^3 / \nu^2.$$

Poiché, sia per la sabbia in situ che per la sabbia della cava di prestito, si ha  $0.105 < D_{50} < 1.06$  mm, la legge della caduta libera dei granuli è data dalla relazione:

$$w = \left[ \left( \frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) g \right]^{0.7} \frac{D_{50}^{1.1}}{6\nu^{0.4}}.$$

Dunque il rapporto tra le velocità di caduta dei granuli in situ rispetto alla velocità di caduta dei granuli della cava di prestito vale:

$$\frac{w_1}{w_2} = \left( \frac{D_{501}}{D_{502}} \right)^{1.1}.$$

Introducendo questo valore nell'eq. (2) e tenuto conto dell'allargamento della spiaggia ( $b = 70$  m) si ottiene la relazione:

$$\ell_2 = \ell_1 \left[ \left( \frac{D_{501}}{D_{502}} \right)^{1.1} \right]^{0.56} + 70.$$

Per eseguire il calcolo della precedente formula e per disegnare i profili è agevole servirsi del foglio elettronico. Sempre con il foglio elettronico, con il metodo delle sezioni raggiate, si può calcolare l'area del ripascimento e quindi il volume di sedimento necessario per unità di lunghezza. Questo volume deve essere incrementato dell'aliquota desumibile dal grafico di James che richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

$$\frac{M_{\phi_2} - M_{\phi_1}}{\sigma_{\phi_1}}; \quad (3)$$

$$\frac{\sigma_{\phi 2}}{\sigma_{\phi 1}} \quad (4)$$

I termini dei precedenti due rapporti sono il valor medio del diametro dei sedimenti della cava di prestito e in situ e le relative deviazioni standard che si calcolano applicando formule approssimate:

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

$$M_{\phi 1} = \frac{D_{\phi 16 1} + D_{\phi 84 1}}{2};$$

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

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{D_{\phi 16 1} - D_{\phi 84 1}}{2}.$$

Si possono quindi ricavare i parametri delle eq. (3) e (4):

$$\frac{M_{\phi 2} - M_{\phi 1}}{\sigma_{\phi 1}} \cdot \frac{\sigma_{\phi 2}}{\sigma_{\phi 1}}.$$

Entrando con questi valori nel diagramma di Figura I si osserva che non è praticamente necessario prevedere alcun incremento del volume.

La colmata realizzata con il rifluimento a mezzo draga sarà un terrapieno a quota uguale alla quota della berma con la scarpata lato mare uguale alla pendenza della battigia fino al livello medio del mare e alla pendenza di naturale declivio dal l. m. m. all'intersezione con il fondale originario.

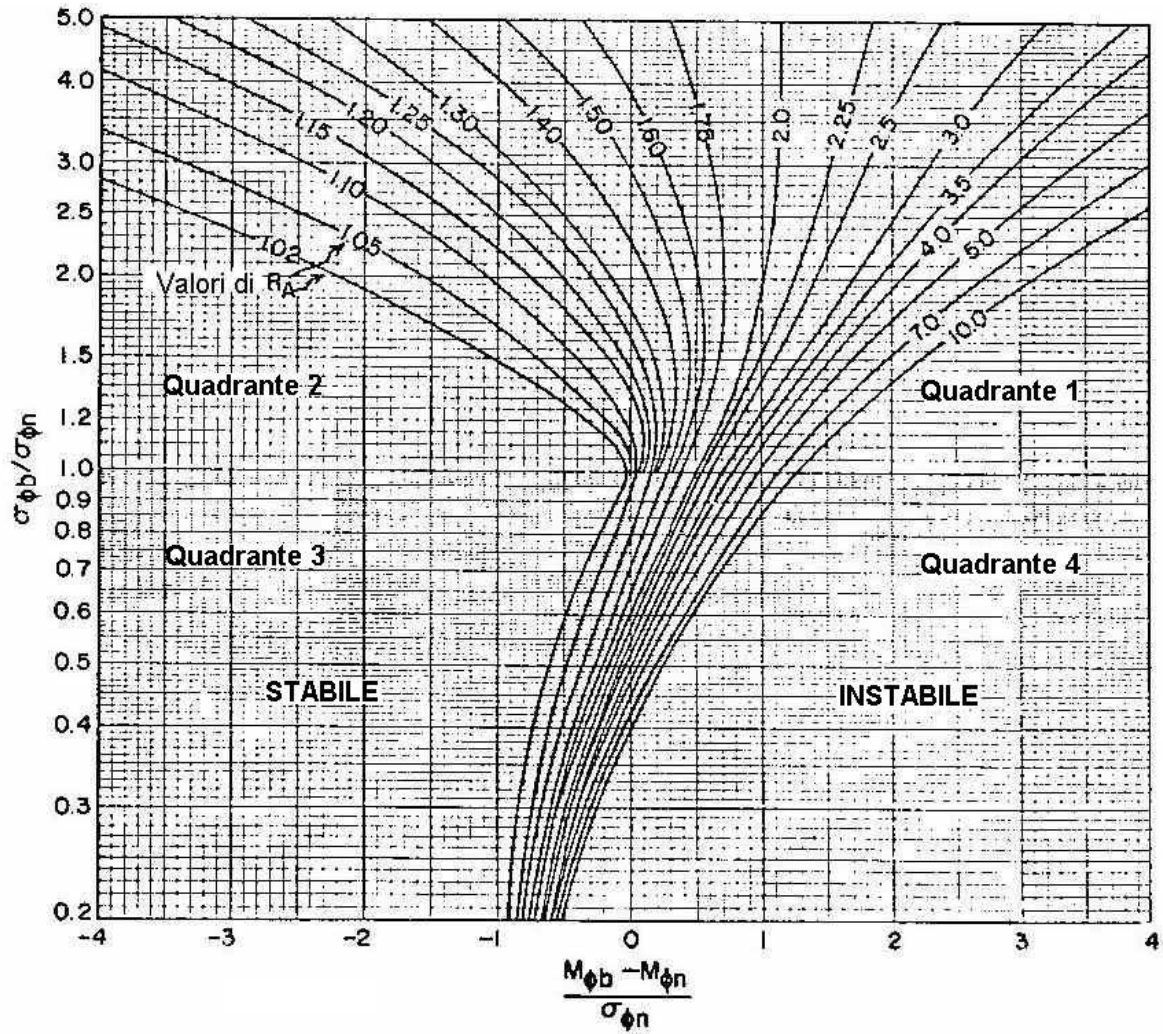
Imponendo che il volume della colmata realizzata con la draga sia uguale al volume necessario per ottenere il nuovo profilo di equilibrio si ottiene la posizione che deve avere il limite superiore della scarpata.

Il calcolo della larghezza del rilevato alla quota della berma, ovvero dell'avanzamento della linea di riva dovuto alla colmata, può essere condotto ancora con il foglio elettronico uguagliando le aree campite in Figura II.

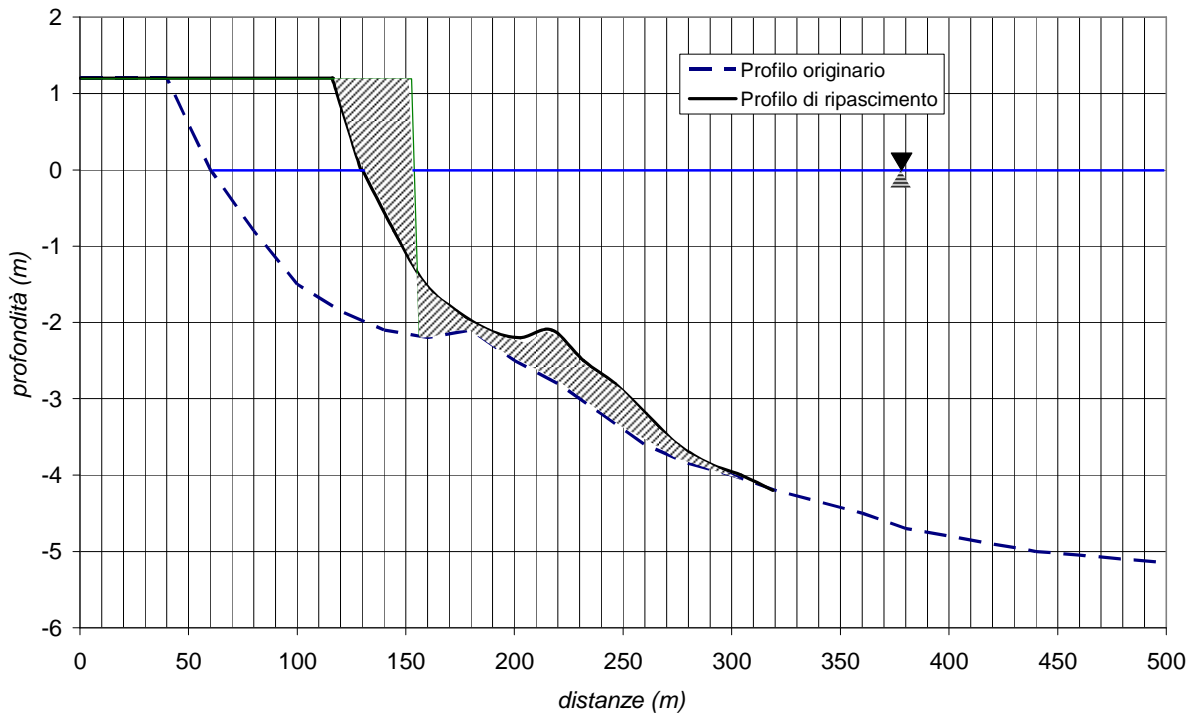
La frequenza del ripristino si calcola mediante la formula di James:

$$R_J = \exp \left[ \frac{M_{\phi 2} - M_{\phi 1}}{\sigma_{\phi 1}} - \frac{1}{2} \left( \frac{\sigma_{\phi 2}^2}{\sigma_{\phi 1}^2} - 1 \right) \right].$$

Tale risultato deve essere interpretato come il rapporto tra il tempo necessario per il ripristino con il materiale della cava di prestito rispetto a quello necessario per il ripristino con un materiale uguale a quello in situ.



**Fig. I.** Famiglia delle curve di isomaggiorazione del volume di sedimento del ripascimento in funzione dei parametri tessiturali dei sedimenti della cava di prestito e in situ (Fonte: James, 1975)



**Fig. II.** Profili trasversali della spiaggia