REGIONE LIGURIA
PROCEDIMENTI CONCERTATIVI
Allegato alla Nota n. .....
del 24 MAR 2009
Il Dirigente del Servizio

DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA MARZO 2009

STUDIOGAGGERO
SAVONA Via Pia, 130R
Tel 019 829463 – Fax 019 8386702 - Cell 335/303133
Email ing.gaggero@libero.it

Elab. A

# COMUNE DI SANREMO

# O.I.T. S.r.l.

## PROGETTO DI DIFESA E CONSOLIDAMENTO DELLA SPIAGGIA LIBERA "TIRO A VOLO LEVANTE„

## RELAZIONE INTEGRATIVA

NP 1513 | Novembre 2008 | Dott. Ing. Paolo GAGGERO

NP 1513

# COMUNE DI SANREMO

# O.I.T. S.r.l.

## PROGETTO DI DIFESA E CONSOLIDAMENTO DELLA SPIAGGIA LIBERA "TIRO A VOLO LEVANTE„

**ELABORATI INTEGRATIVI:**

A. **RELAZIONE INTEGRATIVA (il presente elaborato)**
B. **RELAZIONE PAESISTICA**
C. **PLANIMETRIE E SEZIONI DI RAFFRONTO E FOTOMONTAGGIO**

Marzo 2009

Dott. Ing. Paolo Gaggero

# A)RELAZIONE INTEGRATIVA

## $A_1$) SCELTA DI PROGETTO

La relazione principale del progetto individua una serie di soluzioni alternative e/o complementari:

A. solo ripascimento
B. sbarramento alla bocca con diga emersa esterna ai due pennelli laterali
C. sbarramento della bocca con geotubi sommersi
D. sbarramento della bocca con soglia sommersa
E. incremento delle difese emerse dei pennelli
F. incremento parziale delle difese emerse, sopraelevazione della bocca con soglia sommersa
G. soluzione F con rialzamento del fondale e ripascimento.

Per ogni soluzione, brevemente descritta, sono stati indicati aspetti qualitativi di ordine tecnico.

La successione degli scenari è stata identificata secondo un criterio logico: dalla semplice difesa morbida alle opere rigide emerse per trovare un compromesso che realizzasse i diversi effetti desiderati:

- incremento dell'arenile
- decremento dell'energia
- maggiore stabilità del materiale sabbio/ghiaioso di apporto.

Il disegno di opere fisse emerse è stato limitato al solo rimodellamento dei pennelli esistenti; il corpo principale dell'opera fissa è infatti costituito da una soglia sommersa con berma di ampiezza importante rispetto alla lunghezza (6.00 ml su 25.00 ml) e ridotta sommergenza (- 1.00 ml).

La soglia funge anche da appoggio per il materiale interno (spaccato di cava) che regolarizza il fondale a quota - 1.00, riempiendo gli avallamenti presenti e realizzando, insieme alla soglia, un livello costante di bassa profondità sul quale l'onda si evolve, frangendo e/o rifrangendo ed accompagnando il moto con dinamiche tipiche "surf-zone".

La difesa morbida terminale è costituita dalla stessa spiaggia incrementata con il ripascimento.

Poiché il sistema è soggetto a fenomeni di set-up, run-up e correnti "long-shore", "cross-shore" ed infine "rip currents", la scelta del materiale di apporto è ricaduta su ghiaie con granuli di diametro 5/8 mm, delle quali abbiamo sperimentato buona stabilità in analoghi siti artificializzati.

Quindi, riassumendo, la scelta ha scartato:

- ✓ ripascimento semplice perché certamente non stabile, qualunque ne sia il volume ragionevolmente proporzionato al sito;
- ✓ opere fisse emerse per valutazioni di ordine paesistico (un'emersione di buona protezione potrebbe significare sopraelevazioni di berma di 3/3.5 ml sul l.m.m.);
- ✓ l'impiego di geotubi per motivi di morfologia locale (profondità ridotte e quindi geotubi troppo leggeri in rapporto ai movimenti ondosi locali).

# $A_2$) VERIFICA DI STABILITÀ DELL'OPERA

Ogni opera marittima deve essere valutata in rapporto alla sua vita presunta, tenendo conto delle sue caratteristiche funzionali.

Le istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti edite dal Consiglio Superiore dei LLPP (1996) consigliano i valori di durata $T_V$ raccolti nel seguente specchietto:

| DURATA MINIMA DI VITA PER OPERE O STRUTTURE DI CARATTERE DEFINITIVO $T_V$ | | | |
|---|---|---|---|
| **TIPO D'OPERA** | **Livello di sicurezza richiesto** | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| | **VITA DI PROGETTO (ANNI)** | | |
| *INFRASTRUTTURE DI USO GENERALE* | 25 | 50 | 100 |
| *INFRASTRUTTURE AD USO SPECIFICO* | 15 | 25 | 50 |

L'opera in oggetto, integrativa di opere esistenti, può essere considerata

- infrastruttura di uso specifico
- livello di sicurezza 1 ÷ 2

secondo le definizioni riportate nel testo citato cautelativamente il tempo di vita viene assunto pari a $T_V = 25$ anni.

Per l'onda di progetto si assumono le probabilità corrispondenti al danneggiamento incipiente alla distruzione totale in relazione alle deformazioni – modificazioni subite dall'opera in caso di danneggiamento ed alle difficoltà di riparare il danno.

Per strutture flessibili o comunque riparabili (come la diga a gettata in esame) si assumono i parametri corrispondenti al danneggiamento incipiente inteso come livello di danneggiamento predefinito in relazione al tipo di struttura al di sopra del quale il danno è apprezzabile e risulta necessario intervenire con lavori di manutenzione.

Vale il seguente quadro:

| MASSIMA PROBABILITÀ DI DANNEGGIAMENTO $\mathcal{P}_f$ AMMISSIBILE NEL PERIODO DI VITA OPERATIVA<br>DANNEGGIAMENTO INCIPIENTE | | |
|---|---|---|
| **RIPERCUSSIONE ECONOMICA** | **RISCHIO PER LA VITA UMANA** | |
| | **Limitato** | **Elevato** |
| Bassa | 0,50 | 0,30 |
| Media | 0,30 | 0,20 |
| Alta | 0,25 | 0,15 |
| **RIPERCUSSIONE ECONOMICA** | Distruzione totale<br>**RISCHIO PER LA VITA UMANA** | |
| | **Limitato** | **Elevato** |
| Bassa | 0,20 | 0,15 |
| Media | 0,15 | 0,10 |
| Alta | 0,10 | 0,05 |

La combinazione del tempo di vita TV e della probabilità di danneggiamento $\mathcal{P}_f$ determina il tempo di ritorno dell'evento di progetto $T_{rp}$

$$T_{rp} = T_V / [ - \ln (1 - \mathcal{P}_f)]$$

Nel caso in esame si può considerare un rischio limitato di perdita di vita umana ed una ripercussione economica medio-bassa. Assumendo il principio del danno incipiente si impone

$$\mathcal{P}_f = 0,4 \text{ e quindi } T_{rp} = 25 / [ - \ln (0,6)] = 48,9 \text{ anni} \sim 50$$

Nel paragrafo 5 del compendio delle relazioni è stata riportata la verifica di stabilità delle opere elaborata sulla base dell'onda massima valutata con la teoria dell'onda solitaria. Su profondità di 3.00 ml con sopraelevazione di marea di 50 cm, l'onda di progetto è risultata ml 2.75 e la conseguente dimensione dei massi di scarpata superiore a 3.05 ton.

Con una migliore approssimazione si può determinare l'onda di progetto utilizzando i grafici di Boccotti (1986), ricavati per il Mar Ligure con riferimento allo spettro di frequenza JONSWAP.

La traversia principale del paraggio ha sviluppo di fetch di circa 800 km e si estende tra CAP CAMARAT (232° N) e l'isola di S. Pietro (1476° N).

Viene utilizzato il grafico di Boccotti per direzioni comprese nel settore 195° N ÷ 225° N.

L'altezza dell'onda al largo per un tempo di ritorno di 50 anni è pari ad

$$H_{SO} = 8{,}20 \text{ m}$$

Con periodo significativo pari a

$$T_P = 9\ \pi \sqrt{\frac{H_{SO}}{4g}} = 12{,}9 \text{ sec}$$

$$T_S = 0{,}95\ T_P = 12{,}27$$

Sempre dal grafico di Boccotti può dedursi anche la durata della mareggiata con altezze significative al largo ≥ del valore $H_{SO}$

$$DUR = 4{,}8 \text{ ore}$$

La lunghezza d'onda al largo vale

$$L_{po} = \frac{gT^2_p}{2\pi} = 260{,}0 \text{ ml}$$

Nel passaggio dell'onda dal largo verso riva si può individuare la condizione di frangimento alle diverse profondità, ove

$$\frac{Hf}{2} = 0{,}14\ L \times Tgh\ (3.14 \times P/L)$$

$Hf_{(4)} = 3{,}44$

$Hf_{(3.50)} = 3.02$

$Hf_{(3)} = 2{,}60$

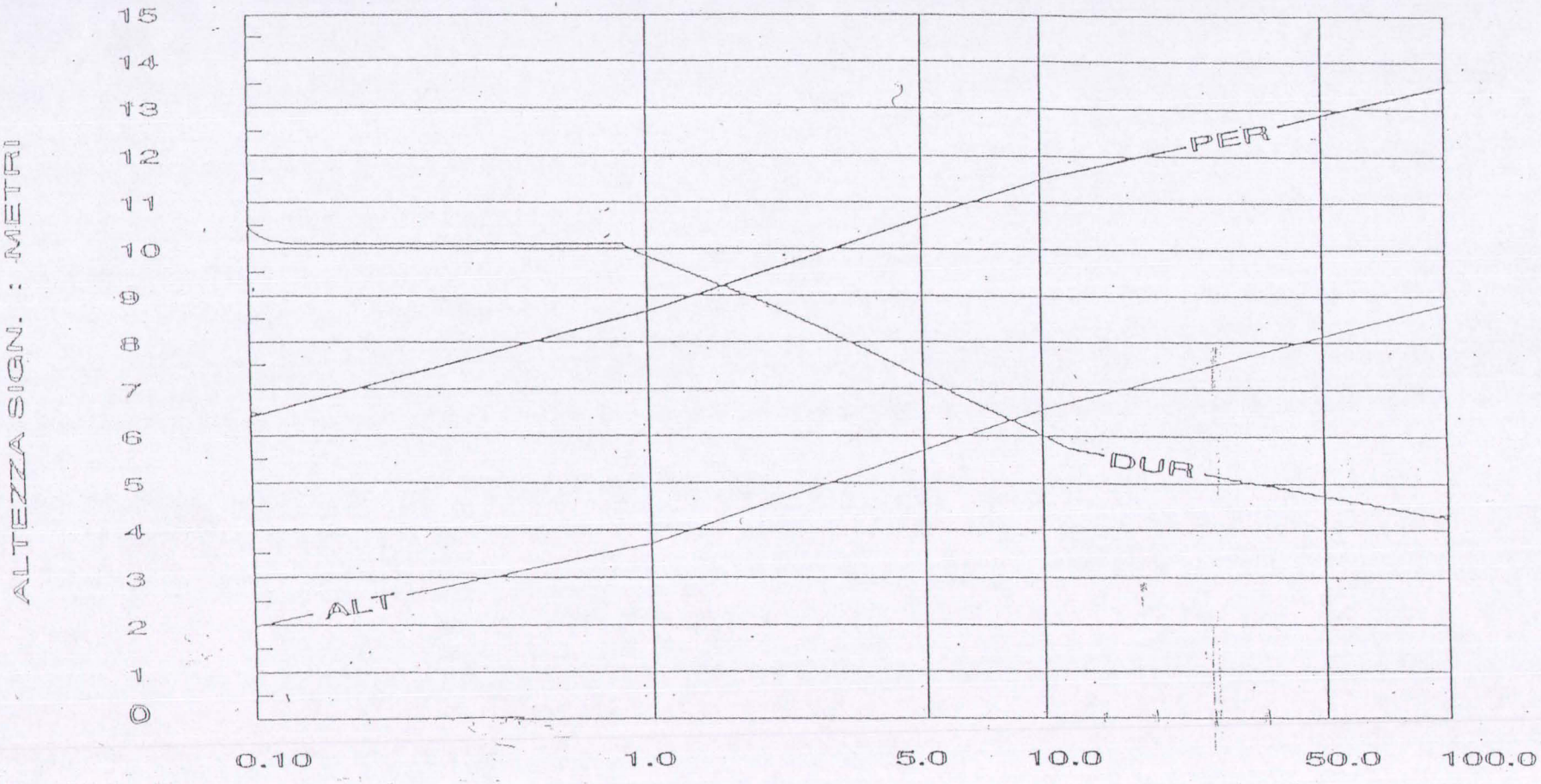
Si utilizza per la verifica l'onda all'incipiente frangimento su profondità di 3.50 ml (ml 3.00 + 0.50 di sopraelevazione).

L'altezza d'onda calcolata è superiore a quella già adottata nella relazione principale (3.02 > 2.75 per circa 10%).

Con la valutazione di HUDSON valida per le strutture emerse dei pennelli ed estesa a quella dell'opera sommersa a vantaggio di sicurezza risulta che il peso del masso deve essere superiore a ton 4.04 e quindi sempre di 3° categoria, ma con un minimo prefissato di ton 4.00.

# DIAGRAMMA DI BOCCOTTI

## SETTORE 195° - 225° N



FORMULA di HUDSON

sanremo spiaggia del tiro a volo di levante pennelli e soglia

La formula di Hudson e rappresentata dalla seguente espressione

$$W=(Wr/(Sr-1)^3*A^3/(Kctg@))$$

dove

| | | |
|---|---|---|
| Wr e' il peso specifico del litotipo usato per la scarpata | = t/mc | 2,6 |
| A e' l'altezza d'onda incidente sull'opera | = m | 3,02 |
| ctg@ e' la inclinazione della scarpata sull'orizzontale | = | 2,5 |
| K e' un coefficiente | K = | 2 |

volume masso mc. 1,56

diametro sfera equivalente 1,44

per cui nel caso in esame il valore del peso del singolo masso W risulta =ton 4,04

Viene fornita peraltro una tabella di variazione dei valori di W al variare di A e di ctg@

| | altezza d' onda incidente | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pendenza | 1,5 | 1,75 | 2 | 2,25 | 2,5 | 2,75 | 3 | 3,25 | 3,5 | 3,75 | 4 | 4,25 | 4,5 | 4,75 | 5 |
| 1/1 | 1,24 | 1,97 | 2,94 | 4,18 | 5,74 | 7,63 | 9,91 | 12,60 | 15,74 | 19,36 | 23,49 | 28,18 | 33,45 | 39,34 | 45,88 |
| 1.5/1 | 0,83 | 1,31 | 1,96 | 2,79 | 3,82 | 5,09 | 6,61 | 8,40 | 10,49 | 12,91 | 15,66 | 18,79 | 22,30 | 26,23 | 30,59 |
| 2/1 | 0,62 | 0,98 | 1,47 | 2,09 | 2,87 | 3,82 | 4,96 | 6,30 | 7,87 | 9,68 | 11,75 | 14,09 | 16,72 | 19,67 | 22,94 |
| 2.5/1 | 0,50 | 0,79 | 1,17 | 1,67 | 2,29 | 3,05 | 3,96 | 5,04 | 6,30 | 7,74 | 9,40 | 11,27 | 13,38 | 15,74 | 18,35 |
| 3/1 | 0,41 | 0,66 | 0,98 | 1,39 | 1,91 | 2,54 | 3,30 | 4,20 | 5,25 | 6,45 | 7,83 | 9,39 | 11,15 | 13,11 | 15,29 |
| 3.5/1 | 0,35 | 0,56 | 0,84 | 1,19 | 1,64 | 2,18 | 2,83 | 3,60 | 4,50 | 5,53 | 6,71 | 8,05 | 9,56 | 11,24 | 13,11 |
| 4/1 | 0,31 | 0,49 | 0,73 | 1,05 | 1,43 | 1,91 | 2,48 | 3,15 | 3,93 | 4,84 | 5,87 | 7,04 | 8,36 | 9,84 | 11,47 |
| 4.5/1 | 0,28 | 0,44 | 0,65 | 0,93 | 1,27 | 1,70 | 2,20 | 2,80 | 3,50 | 4,30 | 5,22 | 6,26 | 7,43 | 8,74 | 10,20 |
| 5/1 | 0,25 | 0,39 | 0,59 | 0,84 | 1,15 | 1,53 | 1,98 | 2,52 | 3,15 | 3,87 | 4,70 | 5,64 | 6,69 | 7,87 | 9,18 |

| categorie | | |
|---|---|---|
| | 1ª | da 50 kg a ton 1 |
| | 2ª | da ton 1.01 a ton 3.0 |
| | 3ª | da ton 3.01 a ton 7.0 |
| | 4ª | oltre 7.01 ton |

| pendenza | onda incidente prevista 3,02 |
|---|---|
| 1/1 | 10,11 |
| 1.5/1 | 6,74 |
| 2/1 | 5,06 |
| 2.5/1 | 4,04 |
| 3/1 | 3,37 |
| 3.5/1 | 2,89 |
| 4/1 | 2,53 |
| 4.5/1 | 2,25 |
| 5/1 | 2,02 |

