COMUNE DI IMPERIA
PROVINCIA DI IMPERIA

Spostamento Sperone

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA
I° revisione

FERRI GUIDO
2025.11.22 18:46:44
CN=FERRI GUIDO
C=IT
2.5.4.4=FERRI
2.5.4.42=GUIDO

Ing. Guido Ferri Ingegneria Idraulica e Marittima
Civezza via Dante n°15/a tel 0183.92673

Novembre 2025

COMUNE DI IMPERIA

PROVINCIA DI IMPERIA

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLE STRUTTURE BALNEARI A SEGUITO DI AGGIUDICAZIONE STABILIMENTO BALNEARE ON56 DEL PUD

RELAZIONE IDRAULICA

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE 2

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 2

3. SETTORE DI TRAVERSIA GEOGRAFICO. 2

4. CLIMA METEO MARINO 4

5. BATIMETRIA E SEDIMENTOLOGIA 4

6. FANEROGAME 5

7. LIVELLO DEL MARE 5

8. CORRENTI 5

9. IMPOSTAZIONE DEL PROGETTO 8

9.1.1 Verifica Dimensionamento della mantellata esterna 11

10. CONCLUSIONI 14

1. Introduzione

In seguito di aggiudicazione dello stabilimento balneare ON56 del PUD di Imperia denominato Koko beach, l'aggiudicatario si è impegnato ad effettuare delle migliorie sulle opere di difesa costiera esistenti in particolare con la presente relazione si intende illustrare le opere previste

2. Inquadramento geografico

Il tratto costa interessato dai lavori, si presenta pressoché rettilineo, ed è compreso tra i 43°53'14'', di latitudine Nord e 8°02'56'' e 8°03'00'' di longitudine Est con orientamento di 164 °N.

3. Settore di traversia geografico.

Il settore di traversia del paraggio in esame è compreso tra 78°N (Capo Berta) e 235°N (Cap Camarat) con una apertura di circa 157° ed è interessato dai mari provenienti dal I°, II° e III° quadrante.

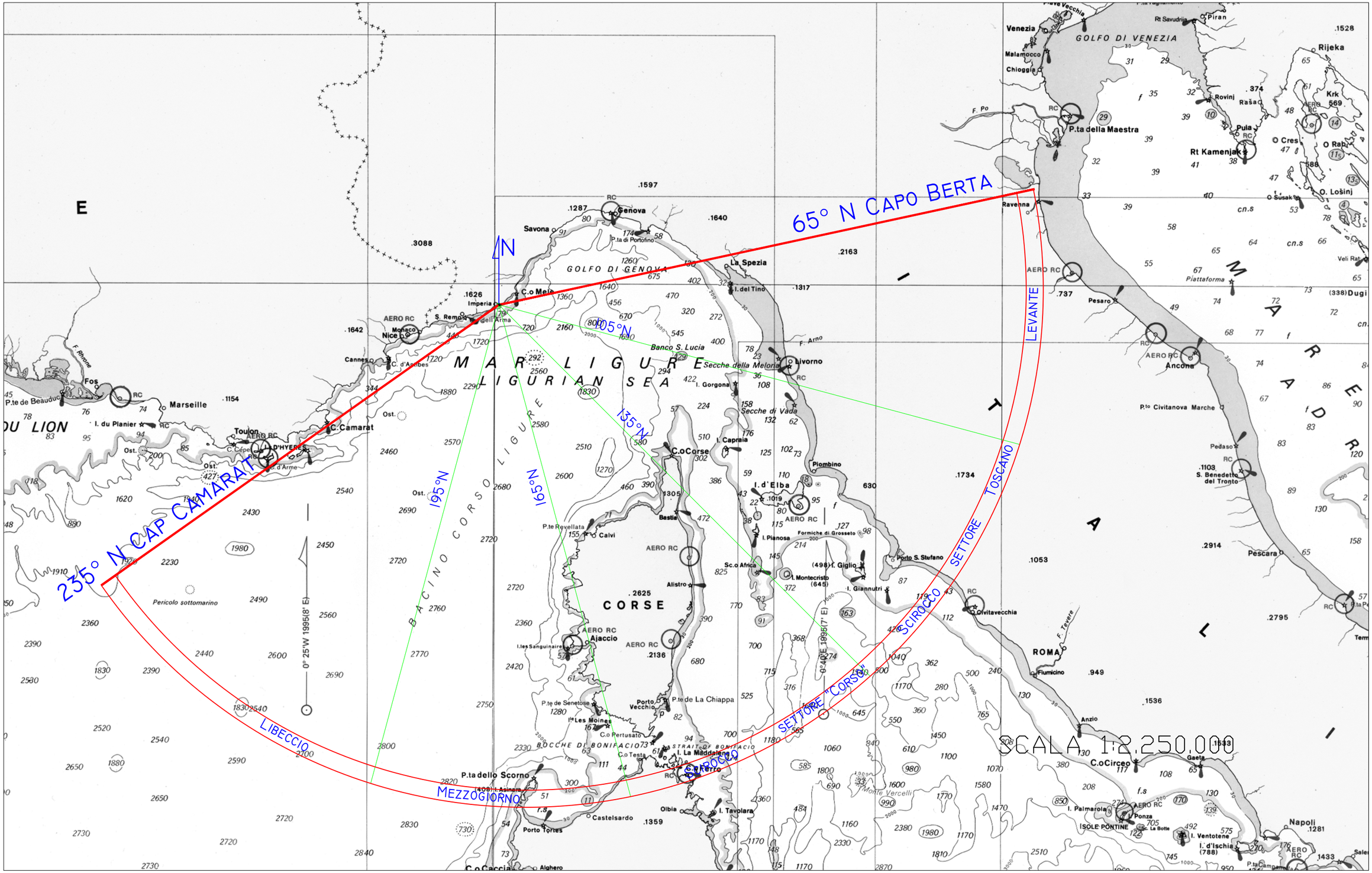
Il settore è stato suddiviso in sei settori parziali a seconda della direzione di provenienza del moto ondoso, Settore di Libeccio e settore di Levante di ampiezza 40° e i settori di Scirocco e Mezzogiorno di ampiezza 30°:

Moto ondoso da:	**Compreso tra:**	**Fetch[1] (Km)**
Libeccio	235°N – 195°N	863
Mezzogiorno	195°N – 165°N	557
Scirocco settore Corso	165°N – 135°N	162
Scirocco settore Toscano	135°N – 105°N	300
Levante	105°N – 65°N	181

Il settore di Libeccio (direzione media 220°) ed il settore di Scirocco (direzione media 135°) sono quellida cui provengono le ondazioni di maggiore entità.

Vedasi cartina allegata alla pagina successiva.

[1] Si definisce Fetch la distanza di mare libero nella direzione di provenienza del moto ondoso.


65° N CAPO BERTA
235° N CAP CAMARAT
195°N
165°N
135°N
105°N
N
LEVANTE
SETTORE TOSCANO
SCIROCCO
SETTORE "CORSO"
LIBECCIO
MEZZOGIORNO
BACINO CORSO LIGURE
MAR LIGURE
LIGURIAN SEA
GOLFO DI GENOVA
GOLFO DI VENEZIA
CORSE
ROMA
Genova
Savona
La Spezia
Livorno
Venezia
Ancona
Pescara
Napoli
Marseille
Toulon
Nice
Monaco
Bastia
Ajaccio
Porto Vecchio
Olbia
Castelsardo
Porto Torres
Alghero
Rijeka
Pula
Rovinj
Rt Kamenjak
P.ta della Maestra
Pesaro
Civitavecchia
Fiumicino
Anzio
C.o Circeo
Gaeta
Ponza
I. Ventotene
I. d'Ischia
Pedaso
Piombino
I. d'Elba
Formiche di Grosseto
Porto S. Stefano
I. Giglio
I. Giannutri
I. Montecristo
I. Pianosa
I. Capraia
I. Palmarola
Monte Vercelli
Banco S. Lucia
Secche della Meloria
Secche di Vada
Pericolo sottomarino
Piattaforma
SCALA 1:2,250,000

4. Clima meteo marino

In questo paragrafo vengono illustrati i dati del clima meteomarino estratti dai valori pubblicati nel documento di "MAPPATURA DELLA PERICOLOSITA' DA INONDAZIONEMARINA NELLE AREE COSTIERE DELLA REGIONE LIGURIA", Prodotto da Regione Liguria nel 2014. Tali dati sono da considerarsi idonei ai fini dello studio qui descritto in quanto riferiti ad un'area geograficamente limitrofa e con la medesima esposizione.

4.1 Dati meteo-marini di riferimento

Per questo studio sono stati impiegati i seguenti parametri del moto ondoso:

Altezza d'onda spettrale H_o [m]	Periodo di picco T_p [s]	Direzione [°N]	Periodo di ritorno T_R [anni]
1.1	6.9	135 Scirocco	1
2.9	7.2	135 Scirocco	50
3.8	8.3	220 Libeccio	1
6.7	11	220 Libeccio	50

Tabella 1 - Parametri moto ondoso

I dati disponibili sono stati elaborati da regione Liguria applicando il modello matematico STWAVE (Steady-state spectral wave model).

Si tratta di un modello stazionario spettrale alle differenze finite per l'analisi della propagazione verso riva delle onde generate da vento.

Il modello descrive il cambiamento delle caratteristiche delle onde (altezza, periodo, direzione e forma spettrale) nella propagazione da largo verso riva, tenendo conto dei fenomeni di rifrazione e shoaling indotti dalla profondità e dalle correnti, di frangimento, diffrazione, interazione tra onde e whitecapping.

I dati di partenza sono statti utilizzati come dati di input della modellazione numerica realizzata dalla società Geoscape per determinare la propagazione dell'onda verso riva e gli effetti sulle opere ante e post lavori.

5. Batimetria e sedimentologia

Prima della progettazione è stato realizzato un rilievo della spiaggia emersa ed un rilievo batimetrico single beam della zona oggetto di intervento spinto sino alla batimetrica -8m eseguito dal geometra Domenico Benedetto di Albenga.

6. Fanerogame

Dalla tavola delle fanerogame marine, dalla tavola n° 15 del nuovo atlante degli Habitat marini della Liguria che la prateria di posidonia oceanica , nel tratto interessato dai lavori, si trova ad una distanza superiore a 200 metri dalla riva, e quindi è lecito affermare che gli interventi previsti non andranno ad influire sulla vitalità della flora marina esistente.

7. Livello del mare.

In tutta Liguria occidentale l'escursione di marea astronomica è modesta, dell'ordine di 0.3 metri; forti depressioni atmosferiche accompagnate da venti provenienti dal II e III quadrante, possono provocare fenomeni di acqua alta, con sopraelevazione complessiva del livello medio del mare (l.m.m.) anche dell'ordine di 0.5 metri.

8. Correnti.

In Liguria, per quanto attiene l'equilibrio della spiaggia, le correnti litoranee non hanno alcuna influenza, possono tuttavia avere un certo interesse in ordine allo spostamento di eventuali materiali inquinanti in sospensione che possono costituire una situazione di rischio per la balneazione.

Non sono disponibili dati riguardanti le correnti sulla fascia costiera, che sono comunque nel paraggio di modesta entità.

Solo le correnti indotte dal moto ondoso sono in grado di movimentare le sabbie.

Una certa parte dell'energia dell'onda, quando si frange, genera una corrente lungo la costa (Longshore current) avente direzione e intensità conforme alle caratteristiche delle onde.

La velocità della corrente così generata è definita con la seguente

$$V_b = \frac{5\pi}{32 C_f} \quad (g \bullet D_b)^{0,5} \tan\beta \operatorname{sen} 2\alpha b$$

equazione da Longuet Highins:

dove:

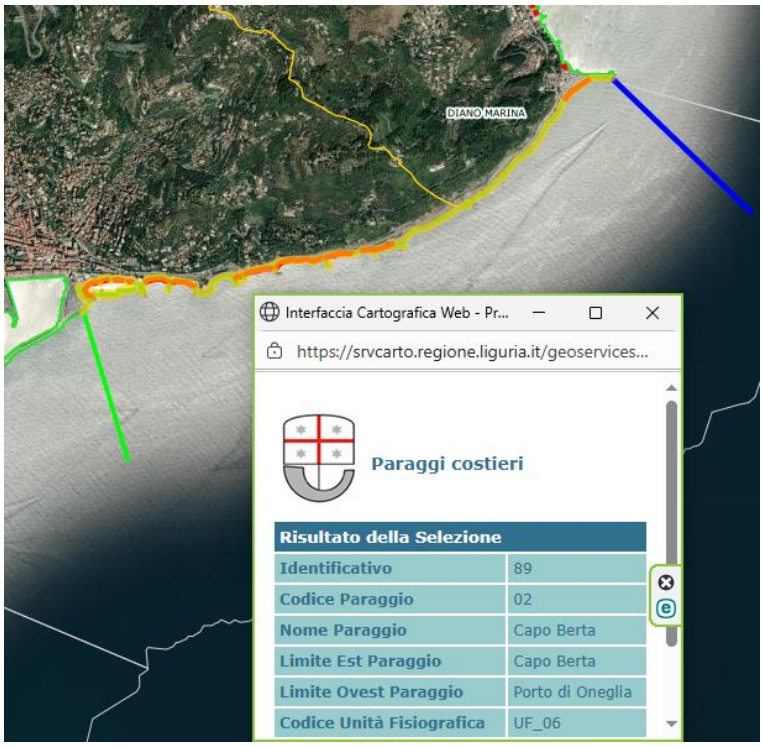
- V_b = velocità della corrente
- C_f = coefficiente di attrito = 0,01
- g = accelerazione di gravità
- D_b = profondità al frangimento
- β = angolo di pendenza del fondo
- αb = angolo di incidenza delle onde al frangimento

9. Descrizione dei luoghi

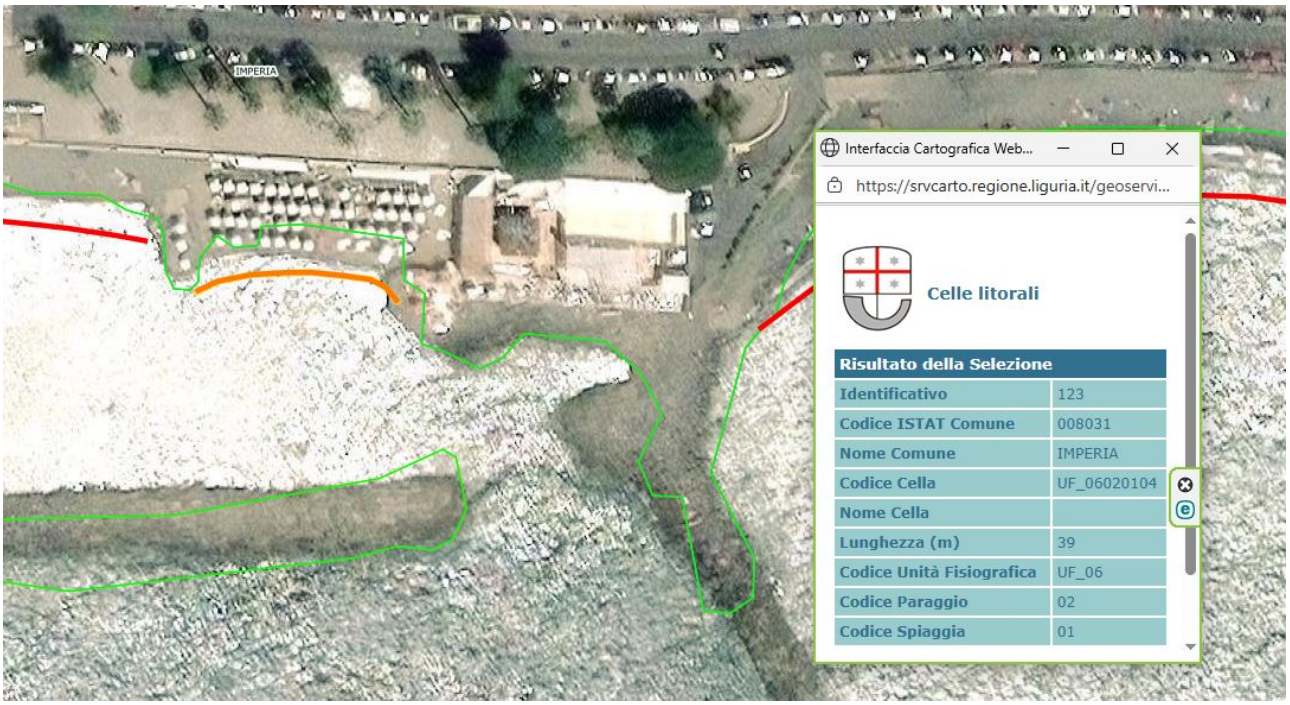
Il litorale oggetto di intervento fa parte dell'unità fisiografica (uf 06) compresa tra i limiti Id 21 - Molo di Porto Maurizio e id 129 - Capo Berta.



Il paraggio identificato con il nome Capo Berta ed il codice identificativo 89 è racchiuso tra il limite Est Capo berta ed il limite ovest Porto di Oneglia



La cella litoranea oggetto di intervento è identificata con il codice UF_06020104



10. Impostazione del progetto

In seguito all'aggiudicazione dello stabilimento balneare ON56 del PUD di Imperia denominato Koko beach, l'aggiudicatario si è impegnato ad effettuare delle migliorie sulle opere di difesa costiera esistenti in particolare:

1. Il pennello a Ponente dello stabilimento negli anni è stato consolidato realizzando un piano di berma in cemento (pratica ormai vietata dalle norme ambientali) si propone la demolizione del piano in cemento ed il rivestimento del pennello con massi naturali di II° e III° categoria che oltre a garantire una maggiore stabilità di quelli esistenti sono maggiormente compatibili, dal punto di vista ambientale, rispetto al piano in cemento.

   Si manterranno le dimensioni esistenti; prima della realizzazione dovrà essere inviata apposita richiesta ai sensi dell'art. 109 del DLGS 152 /2006 agli uffici competenti

2. Si è proposto infine di realizzare un ripascimento mediante il versamento di inerte da ripascimento avente $D_{50} > 4$ mm nella quantità di 400 m³ proveniente da cava.

   Il materiale sarà compatibile con il sito in oggetto, il colore del materiale usato per il ripascimento sarà simile a quello delle spiagge da ripascere con prevalenza di grigio.

   Il versamento verrà effettuato mediante versamento aderente in battigia. Il materiale verrà accumulato sulla spiaggia emersa facilmente raggiungibile dalla viabilità esistente, e poi verrà steso in battigia con l'ausilio di pala meccanica. Non è necessario per questo motivo la realizzazione di piste di cantiere.

   Si prevede di versare 10 m³ di materiale sul retro della scogliera al fine di livellare il piano esistente e di versare 390 m³ di materiale nella cella equivalente a 10m³/m di inerte rientrando quindi nella casistica dei ripascimenti stagionali.

   Prima del versamento sarà presentata regolare richiesta di compatibilità all'arpal.

3. La scogliera aderente posta a protezione del lato di Ponente dello stabilimento necessita di un intervento manutentivo che consiste nel rifiorire in parte la scogliera e riposizionare i massi esistenti mantenendo la forma e la sezione esistente e quindi senza aumento di sagoma.

Gli interventi elencati sopra ricadono nelle opere di manutenzione ordinaria e ripascimento stagionale, prima dell'inizio dei lavori verranno avviate le opportune procedure si sono citati solo per indicare per completezza tutte le opere di miglioramento del tratto di litorale proposte in sede di aggiudicazione della concessione .

L'unico intervento oggetto di valutazione assoggettabiltà alla via è il seguente.

10.1 Spostamento sperone

Per la protezione del tratto di costa di cui fa parte lo stabilimento Koko Beach furono costruite, alla fine degli anni sessanta, due strutture parallele alla costa che sono state continuamente rimaneggiate e/o modificate dopo il verificarsi di danneggiamenti dovuti a forti mareggiate fino alla configurazione attuale dopo ai lavori del ripristino dei danni causati dalla mareggiata del 2018.

Nella configurazione attuale la spiaggia in oggetto è soggetta durante le mareggiate invernali a forte erosione dovuta alla formazione di una rip current con direzione Ponente amplificata dalla posizione dello sperone realizzato sul pennello di levante



Foto 1 stato attuale sperone da allontanare

Per limitare il problema e quindi diminuire il fenomeno erosivo si propone di spostare lo sperone in corrispondenza dell'asse della scogliera parallela esistente.

La posizione attuale dello sperone comporta un maggior sovralzo dell'onda sulla costa retrostante (wave piling-up) causa primaria dell'aumento delle rip currents verso ponente , l'allontanamento garantirà inoltre anche una minore riflessione all'intersezione con il pennello perpendicolare esistente (clapotis gaufre).

La scogliera parallela (come precedentemente anticipato) è stata oggetto di ristrutturazione dopo gli eventi marini del 2018 che hanno creato ingenti danni su tutta la costa Ligure ed in questa occasione è stato disallineato lo sperone rispetto alla scogliera.



Sperone in asse con scogliera prima dei lavori di ripristino

I lavori non comporteranno ulteriore posa di massi ma, esclusivamente lo spostamento dei massi dello sperone, nella posizione di progetto, lavorando esclusivamente via terra.



Simulazione di progetto con nuova posizione sperone.

10.2 Verifica Dimensionamento della mantellata esterna

I massi costituenti la mantellata dello sperone attualmente sono di III° categoria con il 50 % dei massi aventi peso superiore alle 5 t.

Per la verifica dei massi della mantellata si verifica la stabilità sotto l'azione dell'onda frangente al piede della struttura, nel nostro caso dal rilievo batimetrico risulta una profondità al piede di 5 metri.

Si utilizza la nota formula di Hudson:

$$P = \frac{\gamma_s \cdot H^3}{k_d \cdot \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_o} - 1\right)^3} \cdot \frac{1}{\text{cotg}\,\alpha}$$

Dove :

P = peso dei massi intonnellate

H = altezza d'onda di progetto

γ_s = peso specifico dei massi utilizzati

γ_o = peso specifico dell'acqua

α = inclinazione dellamantellata

k_d = coefficiente numerico tabellato

Per determinare l'altezza d'onda che frange al piede della struttura si utlizza la relazione di Mc Cowen H= 0,78 h con h = profondità al piede

H = 0,78 X 5 l.m.m.m = 3,9 metri (Mc Cowen)

γ_o = 1,03 t/m³

γ_s = 2,7 t/m³

cot α = 3

k_d = 2,5

Si ricava P = circa 6 t , massi di III° categoria

11.Verifica run up

11.1.1 Stato di fatto

La vicinanza della scogliera alla linea di riva con conseguente sovralzo del livello dello specchio acqueo retrostante le onde incidenti l'opera, raggiungono la costa retrostante senza evidenti attenuazioni

Per calcolare Ru2% si utilizza la metodologia proposta nello Eurotop Manual (2018)

$$\frac{Ru_{2\%}}{H} = 1.0 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta \left(4 - \frac{1.5}{\sqrt{\gamma_b \cdot \xi}}\right)$$

Dove:

γ_f coefficiente che tiene conto della scabrezza mantellata

γ_β coefficiente che tiene conto dell'inclinazione media del moto incidente

γ_b coefficiente che tiene conto della geometria della berma

ξ = numero di Irribaren

Se le coste sono (molto) dolci e lunghe e l'altezza delle onde in acque più profonde è abbastanza alta, le onde possono infrangersi su gran parte della battigia e ridursi in modo significativo. Tali altezze delle onde di acque profonde possono ridursi a meno del 10%-20% della loro altezza originale, alla punta della struttura. Con onde così violente che si infrangono su coste molto basse o estremamente, iniziano altre influenze oltre all'altezza delle onde e al periodo delle onde Van Gent 1999 ha studiato il caso di altezze d'onda piccole con periodi molto lunghi (elevato numero di Irribaren) in questo caso la risalita dell'onda diventa effettivamente indipendente dalla pendenza dell'onda e dall'angolo di inclinazione. Per queste condizioni su coste molto basse, non fa differenza se la pendenza è 1:4, 1:2,5 o anche molto più ripida come 1:1. Con pendenza molto bassa dell'onda e probabilmente l'aumento del livello dell'acqua dovuto all'assetto delle onde, risulta :

$\frac{Ru_{2\%}}{H} = 3{,}6$ Considerando che la profondità al piede della struttura esistente è di circa 2 m considerando il sovralzo per venti di burrasca ed utilizzando la relazione di Mc Cowen risulta una altezza al frangimento sull'opera pari a 2 *0,78 = 1.6 m

e quindi **$Ru_{2\%}$** = 1.6 x 3,6 = **5,76 m**

11.1.2 Stato di Progetto

Nella condizione di progetto l'opera viene allontanata dalla riva e l'onda incidente al frangere sulla struttura stessa subirà una attenuazione valutabile tramite il coefficiente di trasmissione.

Per coefficiente di trasmissione si intende il rapporto tra altezza onda incidente e l'altezza dell'onda riflessa

si è utilizzato metodo semplificato (CIRIA/CUR, 1991)

$-2.00 < \frac{R_c}{H_s} < -1.13 \qquad C_t = 0.8$

$-1.13 < \frac{R_c}{H_s} < 1.2 \qquad C_t = 0.46 - 0.3 \frac{R_c}{Hs}$

$-1.2 < \frac{R_c}{H_s} < 2.0 \qquad C_t = 0.10$

Dove:

Ct = coefficiente di trasmissione

Rc = quota del piano di berma rispetto (livello medio + sovralzo)

Hs = altezza d'onda significativa

Nel nostro caso Rc = 1,5 m Hs = 3,9 m da cui risulta $\frac{R_c}{Hs}$ = 0.38 e Ct = 0.34

Da cui risulta un'onda trasmessa pari a circa 1,32 m

E per le considerazione viste prime risulta:

$Ru_{2\%}$ = 1,32 x 3,6 = **4,7 m**



Sperone da allontanare

Le considerazioni viste sopra sono state confermate dalla modellazione numerica realizzate dalla società cooperativa Geoscape di Genova nella persona del dott. Mucerino allegata alla presente a cui si rimandA.

12.Conclusioni

Con lo spostamento dello sperone si ottiene un miglioramento della scurezza e della fruibilità dello stabilimento senza alterare lo stato dei luoghi.

Novembre 2025

Il tecnico