COMUNE DI S. STEFANO AL MARE
C.A.P. 18010
PROVINCIA DI IMPERIA
Cod. Fisc.: 002 473 600 84
☎ 0184 / 48.64.88
Fax 0184 / 48.68.20

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ATTUALE DEL RIO TORRE NEL CENTRO ABITATO DI SANTO STEFANO AL MARE

CUP: D35H17000070001

(PRATICA N°S1057)

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

RELAZIONE TECNICA

INTEGRATIVA in risp. prot.n°2025-0392282 del 11/08/2025 del Settore Ecosistema Costiero e Acque

Il Tecnico Incaricato

Ing. Tiziano DE SILVESTRI

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI SAVONA
DOTT. ING. De Silvestri Ricca Tiziano
Sez. A Settori: a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
n. A 752

TIZIANO DE SILVESTRI
28.08.2025 09:54:46 GMT+01:00

Premessa

La presente relazione tecnica è integrativa alla documentazione progettuale ed inerente la richiesta di integrazione del Settore Ecosistema Costiero della Regione Liguria prot. prot.n°2025-0392282 del 11/08/2025 nell'ambito della procedura di Verifica di assoggettabilità alla VIA per il progetto denominato: "LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ATTUALE DEL RIO TORRE NEL CENTRO ABITATO DI SANTO STEFANO AL MARE", Imperia. Proponente: Comune di Santo Stefano al mare (IM), riepilogata di seguito:

– *far pervenire un elaborato progettuale comprendente il raffronto delle sezioni dello sbocco a mare con lo stato attuale;* La tavola grafica, individuata 17.v1, è allegata alla presente relazione tecnica.

– *fornire il dimensionamento di massima dei massi che si prevede saranno utilizzati nella scogliera in base alle verifiche di stabilità degli stessi al moto ondoso incidente, prevedendo, nel caso, il riutilizzo di parte di quelli già presenti.* Il dimensionamento è riportato nel seguito della presente.

Verifica massi di scogliera

Per il dimensionamento viene tenuto in conto il set-up (innalzamento del livello medio mare) dovuto ad uno stato di mare in tempesta relativo alla traversia dominante (Libeccio) avente un tempo di ritorno T=60 anni.

Per il set-up vale la relazione:

$$s_w = 0.19 H_b (1 - 2.82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}})$$

in cui:

H*b* è l'altezza d'onda al frangimento di un'onda al largo avente il prestabilito tempo di ritorno;

Libeccio				
H0	**T0**	**Tr**	**Hf**	**hf**
[m]	[s]	[anni]	[m]	[m]
8.40	12.35	60	6.18	7.74

Si ricava set-up di circa 1 m.

Considerata l'imposta di approfondimento dei massi (circa -1.00m rispetto al livello medio mare) e un valore di sopraelevazione pari al set up (1.00m) si è verificata la scogliera di protezione (a favore di sicurezza) come se fosse approfondita su un fondale di circa 2 m.: in pratica non si tiene conto della presenza dell'imbasamento della scogliera (verificata come se fosse in mare aperto) ed in presenza di una sopraelevazione di tempesta pari ad 1 metro.

Determinazione dell'onda di progetto

Per la determinazione delle onde significative di progetto si farà riferimento alla teoria degli spettri di frequenza, in particolare allo spettro JONSWAP, ed alla teoria previsionale in tempi lunghi elaborata sulla base del predetto spettro da Boccotti (1986), con particolare riferimento al Mar Ligure. Lo studio di Boccotti fa riferimento a circa 5800 stime visuali di altezza d'onda significativa, al fine di determinare l'onda di progetto, con particolare riferimento al suo tempo di ritorno. Inoltre l'analisi è proseguita nella cosiddetta "previsione direzionale", la quale mira ad identificare l'onda di progetto in relazione ai diversi settori di traversia di provenienza. Seguendo le considerazioni di Boccotti, reperibili nell'articolo "PREVISIONE DELLE ONDE PER I MARI ITALIANI. Parte I: Un'impostazione del problema con particolare riferimento al mar Ligure" si evince come il tempo di ritorno di una particolare altezza d'onda possa essere stimato attraverso la semplice relazione:

$$R(H_s > h) = B\left[-h\frac{dP}{dh}(H_s > h) + P(H_s > h)\right]^{-1}$$

in cui B rapresenta la durata media della mareggiata triangolare equivalente di riferimento;

La probabilità di superamento dell'onda di progetto, secondo le analisi dell'Autore, per il mar Ligure, risulta avere una distribuzione del tipo:

$$P(H_s > h) = (1 - e^{-h/v})e^{(-h/w)^{0.975}}$$

dove V e W sono dei parametri che caratterizzano i settori di traversia in esame;

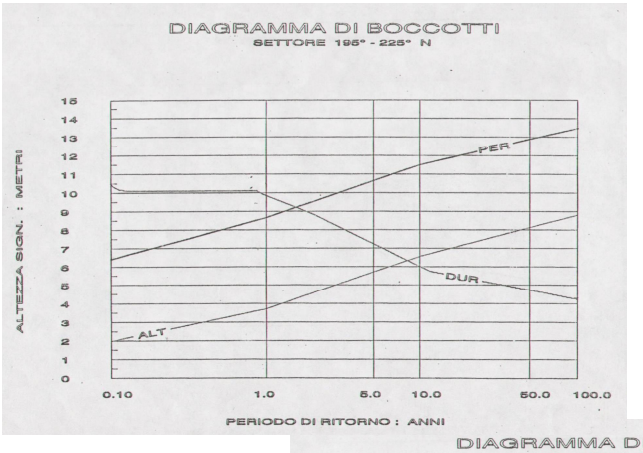
Assumendo un valore di B costante e pari a 48 ore, stima accettabile per i dati reperiti nel mar Ligure, risulta possibile calcolare i valori di progetto dell'altezza d'onda ed il suo tempo di ritorno, per tutti i settori di provenienza. Per la direzione di massima traversia (Libeccio 195°-225°)[1] i valori vengono ricavati come differenza dalla probabilità dei dati globali, omnidirezionali. Ciò affinché la somma delle probabilità relative ad una determinata altezza d'onda,considerate turre le direzioni, sia unitaria. La suddetta distribuzione omnidirezionale ha una forma del tipo:

$$P(H_s > h) = e^{-\left(\frac{h}{0.725}\right)^{0.975}}$$

Nota l'altezza d'onda spettrale su profondità infinita si può risalire al suo periodo attraverso la seguente relazione:

$$T = 8.5\pi\sqrt{\frac{H}{4g}}$$

[1] Il settore di traversia del litorale di Riva Ligure è compreso tra i 65°N ed i 225°N .



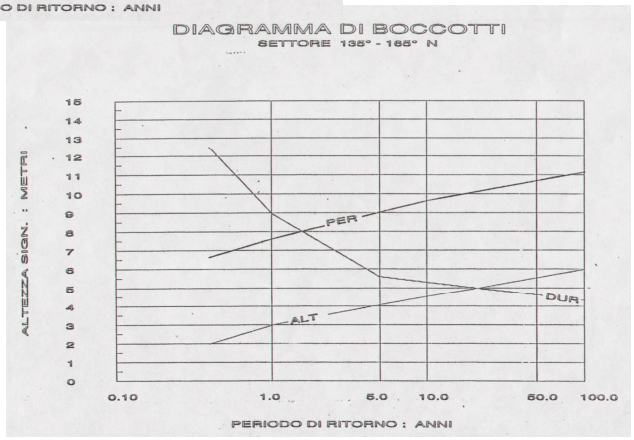
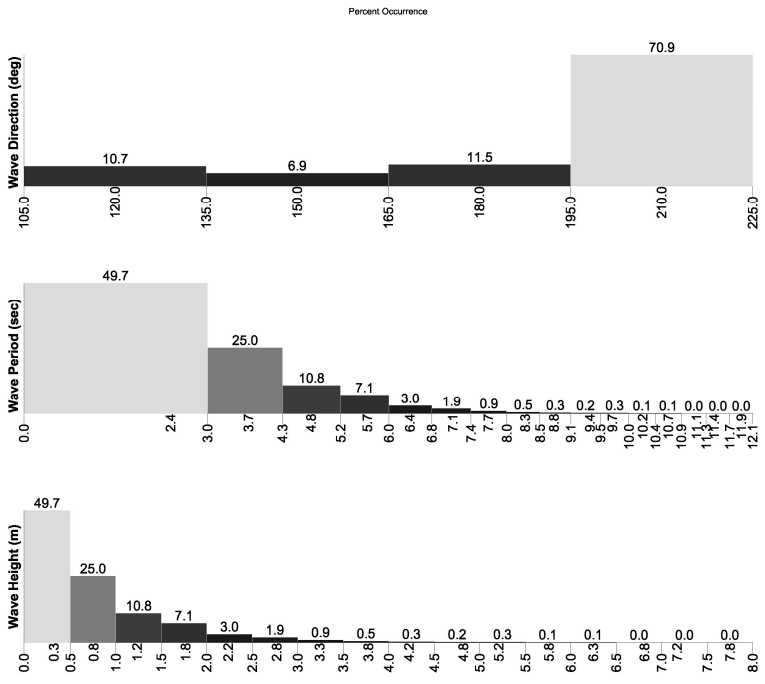


Tabella 1: Elaborazione Traversia 215°N Tabella 2: Elaborazione traversia 145°N



Le informazioni necessarie per caratterizzare l'onda di progetto sono derivate dallo studio generale di Difesa della Costa nei Comuni di Santo Stefano al Mare e Riva Ligure che gli scriventi stanno conducendo: a tale scopo è stato predisposto un modello bidimensionale di propagazione del moto ondoso da largo a riva. In particolare il modello ha riguardato la propagazione del clima meteomarino derivato dall'analisi delle registrazioni della boa ondametrica di La Spezia(circa 15 anni di registrazioni, trasferite in Fetch all'area di studio) sull'intero settore di traversia del paraggio: ciò ha permesso di

disporre dell'inviluppo delle direzioni di moto ondoso in prossimità dell'opera di protezione e di derivarne le caratteristiche al largo per eseguire i dimensionamenti.

Il modello di propagazione indica in questa posizione (considerata aperta alla traversia senza la presenza dell'opera di difesa che invero vi si trova davanti) una massima altezza d'onda di circa 1.70m, frangente sulla vista profondità di 2m, cui corrisponde un'agitazione al largo così caratterizzata:

		α_0 [°]	H_0 [m]	H_f [m]	Tr [anni]	T [s]
90°-105°	Levante	82.5	3.60	1.65	6.5	8.08

Valutato il tipo di frangimento per mezzo del numero di Iribarren ξ (surf similarity parameter), calcolato riferendosi al periodo medio:

$$\xi_m = \frac{tg\alpha}{\sqrt{\frac{H_s}{L_{0m}}}}$$

dove:

α è la pendenza media della scogliera pari a 30° (pendenza paramento esterno nella sezione frontale al monto ondoso, di raccordo dell'opera al paramento esistente della scogliera di difesa esistente)

- L*om* è la lunghezza d'onda al largo riferita al periodo medio Tm=0.92Tp = 8.08s
- H*s* è l'altezza d'onda significativa propagata sulla profondità di progetto, 1.70 m ;
- la valutazione della dimensione dei massi è condotta attraverso le due relazioni riportate sotto, valide per massi naturali e relative alle due situazioni di frangimento 'plunging' (ξ<2.5) e 'spilling'(ξ>=2.5). Nel caso in cui ξ sia compreso tra i due intervalli 2.5-3.5 si ricorre alla relazione che fornisce il parametro di stabilità minore.

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 6.2P^{0.18}\left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0.2}\xi^{-0.5} \quad (plunging)$$

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 1.0P^{-0.13}\left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0.2}\sqrt{ctg\alpha}\,\xi^{p} \quad (surging)$$

dove:

Δ è il rapporto ρroccia/ ρacqua pari a 1.65;

N è il numero medio di onde nella mareggiata di progetto pari a D/Tm;

D è la durata all'interno della mareggiata in cui l'altezza si mantiene superiore ad Hs, pari a 6.20ore (caratterizzazione probabilistica di Boccotti per il Mar Ligure)

P è la permeabilità equivalente assunta pari a 0.4 (in conformità allo schema progettuale adottato per la barriera);

S è il grado di danneggiamento assunto pari a 0.5 (nessun danno)

Si è ottenuto ξ=4.77 (frangimento spilling), D50=1.01m. Considerata per il calcolo dei volumi una forma cubica dei massi si è dunque ottenuto. W50=2.71 t

Considerato un coefficiente di maggiorazione pari a 1.26, il quale tiene conto della maggiore esposizione al moto ondoso e dei possibili effetti di diffrazione, si ottiene infine:

W50 ~ 3.50 t (massi di III categoria)

Per l'esecuzione delle opere si utilizzeranno massi di II e III categoria.

I massi di maggiori dimensioni saranno utilizzati per l'estremo tratto di levante, che curva intorno all'opera di accesso esistente.

La disposizione dei massi in opera deve privilegiare il posizionamento delle maggiori pezzature in prossimità dei tratti terminali e del piano di berma. I massi di pezzatura minore, all'interno della stessa categoria, devono essere utilizzati per la definizione del piede delle opere.

Allegato: Elaborato grafico tavola 17.v1

TIZIANO
DE
SILVESTRI
28.08.2025
09:54:47
GMT+01:00