PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

COMMISSARIO DELEGATO

(ORDINANZA C.D. P.C. n. 558 del 15 novembre 2018)

LIVELLO PROGETTUALE

PROGETTO ESECUTIVO

ATTIVITA'

OPERE DI CONTRASTO DELL'EROSIONE MARINA A SALVAGUARDIA DELLA DURABILITÀ DEGLI INTERVENTI DI RIPRISTINO E MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO FINALIZZATO ALLA RIAPERTURA DELLA STRADA PEDONALE DENOMINATA "VIA DELL'AMORE" NEL COMUNE DI RIOMAGGIORE (SP)





GRUPPO DI PROGETTAZIONE - R.T.P.

CAPOGRUPPO MANDATARIA

Prometeoengineering.it SRL
Direttore Tecnico
Dott. Ing. Alessandro Focaracci

MANDANTI

Geoeco Progetti
Direttore Tecnico
Prof. Geol. Eros Aiello

Geologia Verticale
Procuratore
Dott. Geol. Luigi Perasso

Ambiente S.p.A.
Direttore Tecnico
Dott. Ing. Andrea Lucioni

MC Engineering S.r.L
Direttore Tecnico
Dott. Ing. Matteo Ceravolo

Acquatecno S.r.L
Amministratore Unico
Dott. Ing. Renato Marconi

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE DISCIPLINE SPECIALISTICHE

Prometeoengineering.it SRL
Dott. Ing. Alessandro Focaracci

PROGETTAZIONE

Acquatecno S.r.L
Dott. Ing. Renato Marconi
Dott. Arch. Vittoria Biego
Dott. Ing. Renato Del Prete

SOGGETTO ATTUATORE — Dott. Ing. Luca Berrutil

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO — Dott. Ing. Daniela Zucca

TITOLO

RELAZIONE DI CALCOLO OO.MM.

ELABORATO: 7

DATA: 10/09/2021

SCALA:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	10/09/2021	Revisione			
0	02/08/2021	Emissione			

CODICE ELABORATO: ESEC202101STRRE01R01

NOME FILE:

Indice

1. PREMESSA 2

2. ANALISI IDRAULICO MARITTIMA 3

3. SCOGLIERA RADENTE A PROTEZIONE DELLA FALESIA 4

3.1. Dimensionamento mantellata esterna 4

3.3. Valutazione onda trasmessa a tergo della scogliera 6

4. CONCLUSIONI 7

5. BIBLIOGRAFIA 8

1. PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la relazione di calcolo delle opere marittime del progetto esecutivo della scogliera radente di protezione della falesia sottostante la Via dell'Amore a Riomaggiore (SP).

La presente relazione tratta gli aspetti più propriamente tecnici del progetto esecutivo di tali opere marittime.

I suddetti aspetti concernono in particolare l'analisi degli aspetti idraulico marittimi ed il dimensionamento dell'opera.

L'opera è situata in un'area di altissimo pregio ambientale e naturalistico nel cuore dell'Area Marina Protetta delle Cinque Terre e pertanto ogni intervento deve tenere conto di tale peculiarità. In particolare lo Studio Meteomarino del paraggio ha individuato onde di progetto particolarmente severe seppure con tempi di ritorno di poco superiori ai 20 anni. Per evitare il ricorso ad opere di difesa con mantellate in massi artificiali di calcestruzzo, incompatibili con il contesto del paesaggio de quo, si è pertanto optato per una scogliera in massi naturali di poco emergente rispetto al medio mare con la funzione di proteggere il piede immerso della falesia da fenomeni di sottofondazione (scouring) e nel contempo riducendo in modo significativo l'altezza d'onda incidente la base emersa della falesia stessa.

Solo in questo modo è stato possibile garantire la stabilità nel tempo della realizzanda scogliera prevedendo una mantellata in massi naturali di dimensioni compatibili (7-12) con le capacità produttive delle cave di prestito oggi accessibili.

2. ANALISI IDRAULICO MARITTIMA

È stato fatto riferimento allo studio meteomarino allegato al progetto che, a sua volta è stato redatto facendo riferimento allo studio meteomarino di largo ed allo studio della propagazione ondosa redatto ex Art. 41 Legge Regionale 20/2006 della Regione Liguria nell'ambito del Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero Ligure.

Il Tempo di ritorno statistico adottato per le azioni ondose di progetto è stato valutato seguendo le Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime fornite dal C.S.LL.PP. adottando il livello di sicurezza 1 richiesto per opere di tale natura (infrastruttura ad uso specifico, difese costiere) che fornisce una vita utile pari a Tv = 15 anni; considerando un coefficiente pari a pf = 0,50 (valido per distruzione incipiente, essendo un'opera a gettata di natura flessibile e riparabile, con rischio limitato per la vita umana e ripercussione economica bassa) si ottiene un tempo di ritorno pari a circa Trp = Tv/(-ln(1- pf)) = 21,6 anni.

Di conseguenza sono stati adottati i valori relativi al Trp = Tr (tempo di ritorno) che sono reperibili nello studio di largo più prossimo (Tr = 25 anni), i quali sono stati poi leggermente ridotti per tenere conto del tempo di ritorno inferiore.

In conclusione, l'altezza d'onda di progetto adottata per il dimensionamento della scogliera radente è risultata pari a:

Hs = 6,3 m e Tp = 10,8 s

Il valore Tm = 8,0 s è stato invece desunto dalle correlazioni riportate nell'Atlante delle onde nei mari italiani (edito a cura dell'Università degli studi di Roma Tre e dell'APAT) facendo riferimento alla boa di La Spezia.

Infine, sono state applicate, per un utile confronto, le formulazioni dovute a Kamphuis utilizzate per determinare l'altezza d'onda frangente limitata dai fondali. Tale altezza d'onda frangente è risultata comunque non limitante i valori progettuali sopra determinati

3. SCOGLIERA RADENTE A PROTEZIONE DELLA FALESIA

3.1. Dimensionamento mantellata esterna

Per il dimensionamento della mantellata è consigliabile fare riferimento alla recente formula di Van der Meer che tiene conto di molteplici ed importanti parametri (ad es. il periodo d'onda e la quota di coronamento della scogliera) oltrechè dell'onda incidente di progetto.

È stata condotta, di conseguenza, la verifica della mantellata mediante la formula di Van der Meer i cui tabulati di calcolo sono riportati di seguito:

Formula di Van der Meer (v. A. Ferrante - Prog. di scogliere in massi natur.)

Criterio discriminatore per uso Plunging/Surging

$H_{sc} = aT_m^2 =$	2,60	
ove:		
$T_m =$	8	s
cotg $\alpha =$	2,5	
P =	0,4	

Formula base per Plunging (se $H_s > H_{sc}$)

$M_{50}(t)$ = $\rho_r H_s^{2,25} T_m^{1,5} / K_{pl}^{*} \cot g\alpha^{1,5} \Delta^3 =$			18,07	t	no tracimazione
			9,65	t	tracimazione
$\rho_r =$	2,6	t/m^3	**9,65**	**t**	= valore da considerare di M_{50}
$\rho_w =$	1,025	t/m^3			
$\Delta =$	1,54				
cotg $\alpha =$	2,5				
$T_m =$	8	s			
$H_s =$	6,3	m			
$K_{pl} =$	14,28				
$K_{pl}^{*} = K_{pl}K_1K_2$ =	26,72	v. tab.1			
P =	0,4	v. fig. 2			
S =	2	v. fig. 4			
$K_1 =$	1	durata mareggiate			
$K_2 =$	1	se no tracimabilità			
$K_2 =$	1,87	tracimabilità diga			
Rc(elev.Diga)=	0,3	m s.l.m.m.	valore ottenuto sottraendo al valore 0,80 m il sovralzo previsto in condizioni ondose estreme		

Vengono utilizzati quindi massi naturali di pezzatura compresa tra 7 e 12 t (IV categoria)

Lo spessore della mantellata è dato dalla relazione

$$r = n\, K_\Delta\, (P/\gamma s)^{1/3}$$

ove:

n = numero di strati = 2

K_Δ = coefficiente dipendente dalla forma dei massi e che per i massi naturali posti in doppio strato alla rinfusa è pari ad 1,00

Nel presente caso si ottiene r = 3,10 m.

E' previsto inoltre un sottostante strato filtro/nucleo di spessore del singolo strato pari a 0,90 m, costituito da massi naturali di peso compreso fra 1 e 3 t.

3.3. Valutazione onda trasmessa a tergo della scogliera

La sezione del tronco della scogliera radente con coronamento della mantellata previsto a +0,80 m s.l.m.m. (+0,30 m s.l.m.m. tenendo conto del sovralzo del livello marino previsto durante le mareggiate estreme pari a +0,50 m) permette una trasmissione ondosa al piede emerso dalla falesia valutata applicandola la formula di Allsop per dighe in massi naturali:

Calcolo dell'altezza d'onda trasmessa dopo un low crest breakwater

nell'ipotesi semplificativa di ignorare la larghezza della cresta B e del periodo d'onda si ha:

crest level	Rc (m) =	0,30
Coeff di trasm	Ct=Hst/Hs	
Altezza d'onda incidente	Hs (m) =	6,30
	Rc/Hs=	0,05

per cui

controllare

						Altezza d'onda trasmessa	
se	Rc/Hs > -2 e < -1,13	allora	Ct=	0,80	Hst (m) =	5,04
se	Rc/Hs > -1,13 e <1,2	allora	Ct=0,46-0,3Rc/Hs=	0,45	**Hst (m) =**	**2,81**
se	Rc/Hs >1,2 e <2,0	allora	Ct=	0,10	Hst (m) =	0,63

L'altezza d'onda che si riforma con tempo di ritorno ventennale (Hst =2,81 m) è si, cospicua, ma comunque inferiore all'altezza d'onda incidente (55%) e, date le gravose condizioni ondose presenti nel sito, è il massimo che si può ottenere mediante un'opera a gettata che non faccia ricorso ad una mantellata di protezione esterna costituita da massi artificiali in calcestruzzo di improbabile impatto paesaaggistico.

4. CONCLUSIONI

La presente relazione di calcolo delle opere marittime ha trattato il dimensionamento della scogliera radente posta a protezione di parte della falesia sottostante la Via dell'Amore nel Comune di Riomaggiore (SP).

La scogliera di progetto contribuisce a proteggere sia il piede immerso della falesia da fenomeni di "scouring" e successivo crollo delle pareti sovrastanti sia la base emersa della falesia stessa riducendone in maniera significativa l'onda frangente.

5. BIBLIOGRAFIA

- U.S. CORP OF ENGINEERS – Coastal Engineering Manual - Coastal Engineering Research Center, Washington D.C., 2001.
- ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA MILITARE – Tavole di marea 1998 – Genova.
- J.E. Bowles – Foundation Analysis and Design – Mc Graw Hill 4th ed.
- A. Noli ed altri – Opere esterne di difesa dei porti – Esa ed. Roma, 1980.
- A. Ferrante – Progettazione di scogliere in massi naturali mediante formule di Van der Meer
- Allsop – Working Group 12 subgroup A Report – AIPCN
- J.W. Van der Meer, J.P.F.M. Janssen - Wave Run-Up and Wave Overtopping at Dikes, 1995.