Firmato digitalmente da:

PAOLO NOCE

FSO



Comune di Sori

Cimitero di Sori

interventi di consolidamento idrogeologico della falesia del cimitero di Sori

progetto preliminare ambientale per la verifica di assoggettabilità alla V.I.A.

R4 .

relazione idraulica marittima

settembre 2023

progettazione

capogruppo
ing. paolo noce

architettura
una2 architetti associati, genova
+
idraulica
ing. paolo noce
+
geologia
dott. geol. andrea robbiano
+
biologia
dott. biol. marzia riminucci
+
archeologia
dott. archeol valentina brodasca

rilievi

Ing. Alessandro Scannapieco

credits

Comune di Sori

interventi di consolidamento idrogeologico della falesia del cimitero di Sori

settembre 2023

progettazione

capogruppo
idraulica
Ing. Paolo Noce
Via Antonio Cecchi 9/15B – 16129 Genova (GE)
329.9273739 – ing.paolonoce@gmail.com

architettura
una2 architetti associati,
vico delle mele 6/3
16123 genova
t +39 010 254 32 10
f +39 010 254 31 38
info@una2.net
Arch. Paola Arbocò
348.8506190 –
paola@una2.net

geologia
Dott. geol. Andrea Robbiano
Via Nino Bixio 22D/4 – 16043 Chiavari (GE)
347.1483058 – geotecam@libero.it

biologia
Dott. biol. Marzia Riminucci
Via D. Oliva 37A/13B – 16153 Genova (GE)
393.2701975 – pettinaririminucci@gmail.com

archeologia
Dott. archeol. Valentina Brodasca
Via Borgo degli Incrociati 3/7 – 16137 Genova (GE)
349.3101063 – vbrodasca@gmail.com

rilievi
Ing. Alessandro Scannapieco
Via Camillo Sbarbaro 10/1 – 16038 S. Margherita L. (GE)
338.2217202 – info@flyview.it

INDICE

1 PREMESSA.....1

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA. 1

3 ASPETTI DI IDRAULICA MARITTIMA.....3

3.1. Esposizione del paraggio. 3

3.2. Analisi del clima ondoso. 4

3.3. Verifiche di stabilità delle opere. 5

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE FRANGIFLUTTI IN MASSI. 8

4.1. Giustificazione della scelta progettuale. 8

4.2. Dimensionamento preliminare della berma. 10

5 MODALITA' OPERATIVE. 12

5.1. Operazioni preliminari. 12

5.2. Recupero massi formazione strato filtro. 13

5.3. Formazione berme in massi ciclopici 13

1 PREMESSA.

La presente relazione idraulica marittima accompagna il progetto preliminare relativo all'INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO IDROGEOLOGICO DELLA FALESIA DEL CIMITERO DI SORI, sviluppato in particolare al fine di attivare il procedimento di verifica di assoggettabilità alla V.I.A.

Il promontorio su cui sorge il Cimitero comunale di Sori, al confine occidentale del territorio comunale, si protende in mare in direzione sud con un importante falesia di roccia calcarea di altezza pari a circa 20 metri, che – molto esposta all'azione degli agenti atmosferici e all'azione del moto ondoso – presenta significativi elementi di criticità.

Per tale motivo l'Amministrazione Comunale di Sori ha da tempo posto particolare attenzione al sito, eseguendo interventi di difesa al piede, opere di consolidamento in quota (palificazioni), regimazione delle acque superficiali, manutenzioni del verde, protezioni dei fronti con reti metalliche e monitoraggi delle strutture.

Scopo del presente lavoro, per il quale è stato incaricato un gruppo di professionisti di varie discipline, è quello di sviluppare un progetto unitario, che permetta di avviare la procedura di verifica di assoggettabilità alla V.I.A.: l'intervento infatti si colloca in ambito marittimo, in gran parte in fascia demaniale, in zona tutelata dal punto di vista paesaggistico con emergenze naturalistiche, ambientali, storiche e architettoniche di notevole interesse.

La presente relazione in particolare prende in esame gli aspetti idraulico-marittimi: una parte importante delle opere di difesa riguarda infatti la salvaguardia del fronte roccioso nella parte basale, dove il moto ondoso, che in quell'area ha un forte impatto, ha creato erosioni, sgrottamenti, disarticolando in diversi punti gli strati calcarei e causando lesioni, fessure e distacchi di blocchi, con conseguente formazione di pareti strapiombanti e pericolosi aggetti.

Il progetto preliminare, oltre ad importanti interventi di consolidamento e messa in sicurezza del fronte roccioso, prevede la formazione di un'opera frangiflutti da realizzare al piede della parete lungo il suo intero sviluppo. Tale opera sarà costituita da una berma radente in massi naturali con caratteristiche litografiche conformi all'ammasso roccioso calcareo e con qualità cromatiche il più possibile omogenee a quelle della falesia, per inserirsi adeguatamente nel contesto naturale.

Nel seguito si forniranno indicazioni sulle caratteristiche del paraggio, sulla sua esposizione al moto ondoso, si analizzerà il clima ondoso al largo e quello sottocosta per arrivare al primo dimensionamento degli elementi lapidei verificandone la stabilità e l'efficacia.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA.

Il promontorio roccioso su cui sorge il Cimitero Comunale di Sori si protende in mare al limite occidentale della spiaggia centrale del paese. Esso costituisce quindi un punto di relativo aggetto rispetto alla linea di costa, che si offre alle azioni dinamiche ed erosive del moto ondoso, delle correnti e degli agenti atmosferici.

Dal punto di vista geografico l'area è cartografata nella Carta Tecnica Regionale nell'elemento n. 231023 - Sori.

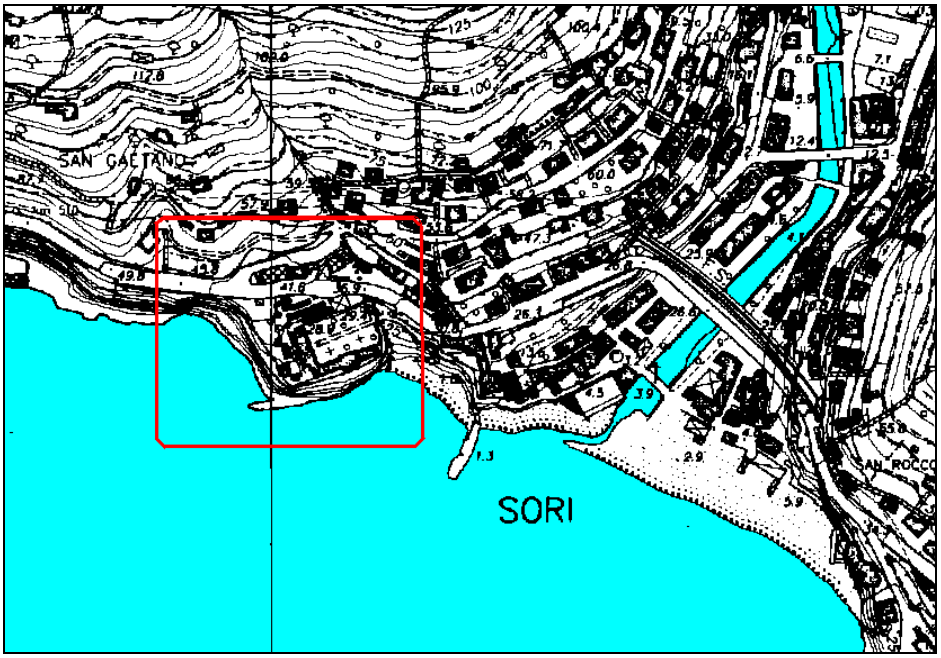


FIGURA n. 1 - *Localizzazione geografica del paraggio.*

Nella figura seguente si rileva in maniera evidente la morfologia della falesia rocciosa di natura calcarea su cui sorge il complesso del Cimitero.



FIGURA n. 2 – *Foto aerea del tratto di costa interessato dall'intervento.*

3 ASPETTI DI IDRAULICA MARITTIMA.

3.1. Esposizione del paraggio.

Verificando la posizione del sito di Sori rispetto all'andamento della costa si evidenzia una esposizione prevalente del paraggio ai mari di libeccio e mezzogiorno con un settore di traversia principale aperto tra le isole di Hyères sulla Costa Azzurra (238°N) e l'Asinara in Sardegna (191°N), con un'apertura di circa 50° ed un Fetch equivalente di circa 470 NM[1].

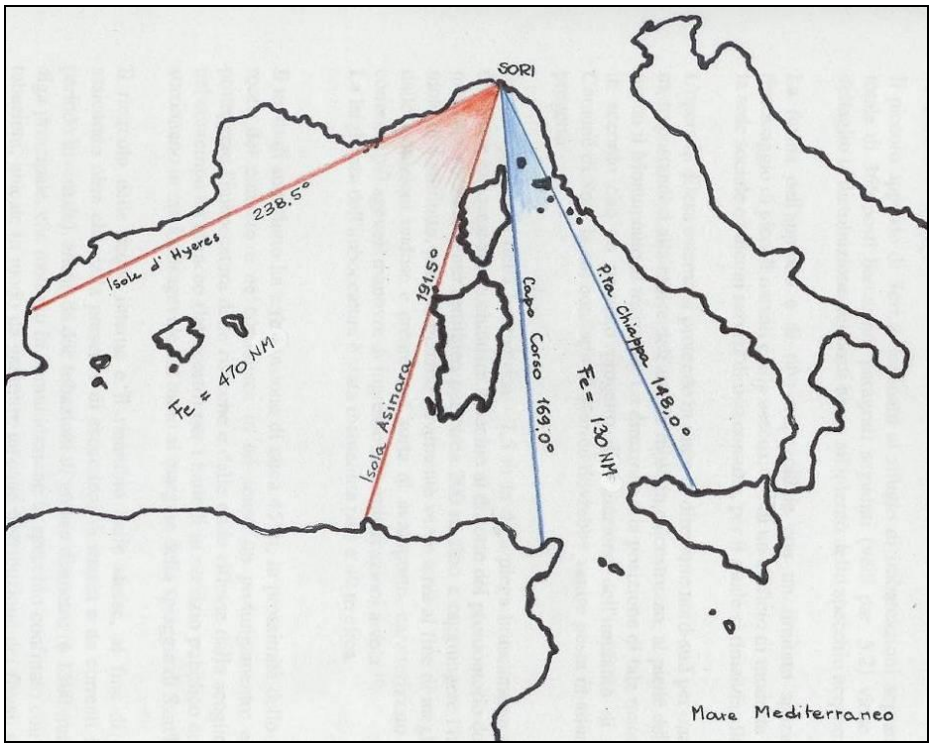


***FIGURA n. 3** - Settori di traversia principale e secondario del paraggio di Sori.*

Esiste anche un settore di traversia secondario, nella direzione sud-sud-est, che si incunea tra l'isola di Corsica e il promontorio di Portofino.

Tale settore tuttavia è molto stretto (21°) e per di più occupato da isole dell'Arcipelago toscano, che disturbano lo sviluppo del mare; dando credito agli studi di Arthur, secondo cui esiste un legame tra la larghezza del campo di vento W e la lunghezza del Fetch, si ottiene un Fetch reale Fr molto minore di quello equivalente (Fe = 400 NM).

Nel nostro caso risulta Fr = 130 NM.

[1] Il miglio nautico (NM) corrisponde a circa 1,850 Km. Il fetch equivalente è stato calcolato con il metodo proposta da Faville, riportato sullo *Shore Protection Manual*.

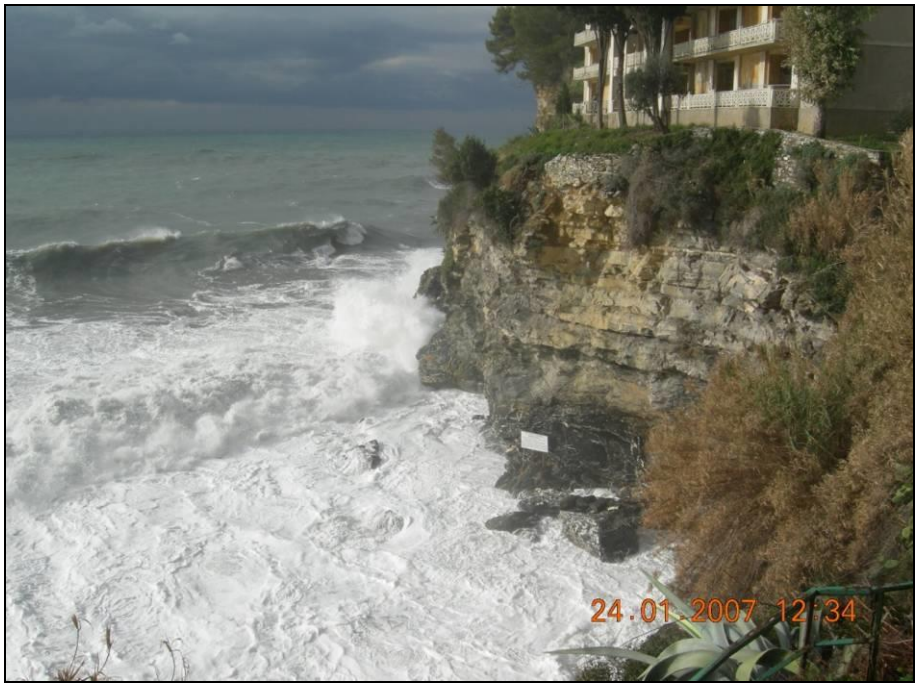


***FIGURA n. 4** – Una mareggiata significativa con direzione di provenienza meridionale.*

3.2. Analisi del clima ondoso.

Si è condotta un'indagine idraulico-marittima semplificata, raccogliendo i dati ondametrici al largo, corrispondenti a diverse direzioni di provenienza, osservati e catalogati dal Registro Reale Olandese K.N.M.I e statisticamente sviluppati dall'Università di Genova ([2]).

Si è scelto di adottare i dati di altezza d'onda corrispondente al tempo di ritorno di 50 anni, che rappresenta un valore ritenuto cautelativo per la tipologia di opera in progetto, che costituisce un intervento di salvaguardia idrogeologica e ambientale e non assume rilevanza strategica.

Si sono raccolti i valori di altezza d'onda al largo associati alle direzioni di provenienza dai settori compresi tra 150° e 240°N: le altezze d'onda al largo Ho sono variabili tra circa 5,6 e 8,14 metri: i valori più severi sono quelli provenienti dalla direzione SSW (210° N, ovvero libeccio-meridione).

α	R	H_o	T_{Po} (1)	L_{Po}
150°	50	5,63	10,71	179,1
180°	50	6,25	11,28	198,8
210°	50	8,14	12,88	258,9
240°	50	7,83	12,63	249,1

[2] P. Boccotti - *Previsione delle onde per i mari italiani: studio particolare del mar Ligure* - Parte I e II - Atti del XX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche - Padova, 1986.

Con il metodo sviluppato da Resio è possibile stimare l'altezza d'onda prossima alla costa su profondità "finita".

Si è sviluppato tale metodo calcolando le altezze d'onda alle profondità di 15, 10, 7, 5,5 e 4 m, verificando una dissipazione progressiva delle onde per effetto shoaling, ovvero per l'influenza sempre maggiore del fondale.

α (°N)	R (anni)	H_o (m)	H_{15} (m)	H_{10} (m)	H_7 (m)	$H_{5,5}$ (m)	H_4 (m)
150°	50	5,63	4,24	3,73	3,31	3,04	2,72
180°	50	6,25	4,55	3,99	3,53	3,25	2,90
210°	50	8,14	5,47	4,81	4,21	3,86	3,44
240°	50	7,83	5,31	4,63	4,09	3,76	3,35

Preme specificare che tale metodo è semplificato e approssimato, non tenendo conto di molti fattori come la rifrazione dei treni d'onda, la dissipazione operata dalla rotazione dei fronti che risentono della diversa angolazione delle linee isobatimetriche; questi aspetti sono valutabili sono con un modello bidimensionale del piano d'onde per il quale occorre un lavoro approfondito; le stime ottenute con il metodo di Resio tuttavia sono ritenute cautelative.

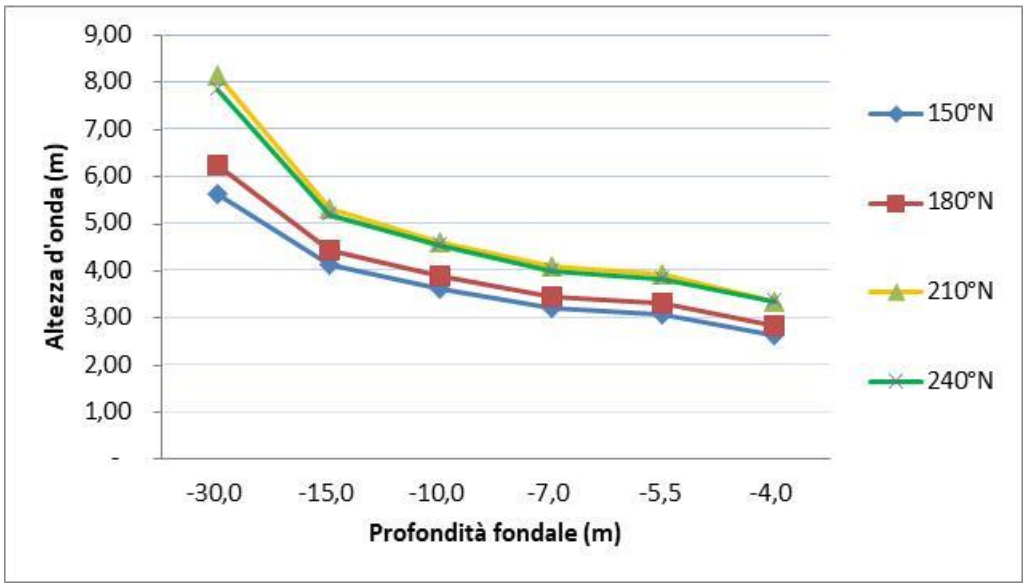


FIGURA n. 5 – *La decrescita delle altezze d'onda nella propagazione verso costa, su fondali via via più bassi.*

3.3. Verifiche di stabilità delle opere.

Si stima l'altezza d'onda di progetto che si vuole adottare come base di calcolo per il dimensionamento dell'opera, ovvero quella più prudenziale associato alla direzione di 210°N sul fondale di – 3,5 metri (H = 3,44 m).

Si adotta quindi come valore di progetto:

H = 3,50 m

Tale onda, sul fondale di - 4 m è superiore all'altezza dell'onda frangente, che – secondo indicazioni sperimentali fornite da Miche e McCowan – è pari a :

Hf = 0,78 d = 3,12 m.

Quindi è ancora un'onda non fratta, con un'energia notevole.

E' possibile stimare, con formule empiriche ([3]), il peso medio dei massi costituenti la barriera che possono essere considerati stabili. Le formule sono state approntate per il dimensionamento dei frangiflutti emersi e isolati, che sicuramente sono soggetti ad azioni dinamiche delle onde più punitive di quanto non sia un'opera sommersa.

La scogliera di massi naturali avrà un angolo di inclinazione non superiore a 1 su 1,5 (circa 40°). Sarà formata da massi sovrapposti in almeno due strati con mutuo incastro. Per la stima del peso dei massi da porre in opera si sono usate le formule empirica di Hudson, quella modificata dalla W.E.S. di Vicksbourg, di Iribarren e di Van der Meer:

formula di Hudson (classica):

$$W_{50} = \frac{\gamma_s \cdot H^3}{K_D \cdot \Delta^3 \cot \beta}$$

formula di Hudson riscritta recentemente dalla W.E.S. di Vicksburg (Missouri):

$$\frac{H}{\Delta \cdot D_{50}} = \left(K_D \cdot \cot \beta\right)^{\frac{1}{3}}$$

dove:

W_{50} = peso medio dei massi [ton].

H = altezza d'onda di progetto con periodo di ritorno di 50 anni [m]

γ_s = peso specifico dei massi [t/m^3]

γ = peso specifico dell'acqua di mare [t/m^3]

$\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}$ (adimensionalizzazione dei pesi specifici)

K_D = coefficiente idrodinamico di stabilità

$cot\beta$ = inclinazione della mantellata di massi.

formula di Iribarren

$$P = \frac{N * H_{1/10}^3 * \gamma_m}{(f * \cos\alpha - \sin\alpha)^3 * \left(\frac{\gamma_m}{\gamma_a} - 1\right)^3}$$

dove:

P = peso medio dei massi (ton)

N = coefficiente di forma dei massi (per massi naturali pari a 0,43)

$H_{1/10}$ = altezza d'onda media del 10% più alto delle onde del gruppo,

f = coefficiente di attrito tra i massi (2,38 per massi naturali),

α = angolo di inclinazione della mantellata.

[3] Ad esempio le formule di Hudson, di Iribarren o di Van der Meer.

formula di Van der Meer:

$$D_{n50} = \frac{H_{1/3}}{6.2 * \left(\frac{\gamma_s - \gamma_a}{\gamma_a}\right) * (p^*)^{0.18} * \left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0.2} * \xi_m{}^{-0.5}}$$

dove:

D_{n50} = diametro medio dei massi

p^* = parametro indicatore della permeabilità della struttura

S = livello di danneggiamento definito come rapporto A/D2n50 con A area della sezione trasversale erosa dalla mareggiata,

N = numero di onde presenti nella mareggiata.

Nel caso in esame, dati:

H = 3,50 m

$H_{1/10}$ = 3,85 m

γ_s = 2,60 t/m^3

γ = 1,03 t/m^3,

K_D = 4,00 (onde non frangenti sulla scogliera, realizzata con scogli con spigoli vivi)

$cot\beta$ = 1,50 (inclinazione del paramento 2 su 3).

p* = 0,40

S = 2,00

N = 5000 onde

dalle formule sopra riportate risultano valori del peso dei massi P compresi tra 6,2 e 10,6 tonnellate, con un valore medio di circa 7,5 tonnellate.

CONFRONTO TRA VARIE FORMULE EMPIRICHE						MIN	MEDIO	MAX	
formula		Hudson	Hudson con danno 5-10%	Van Der Meer	Iribarren				
Peso	(t)	6,98	6,22	10,63	6,22	6,22	**7,51**	10,63	ton
Dim. media	(m)	1,72	1,66	1,98	1,66	1,66	**1,76**	1,98	m

Trattandosi di formule empiriche, che forniscono valori in un range piuttosto esteso, si ritiene preferibile e prudenziale assumere come dato di progetto un valore medio, ovvero

P = 7,5 tonnellate.

E' ovvio che trattandosi di massi naturali, estratti da cava, non si potranno ottenere pesi uniformi: è buona norma comunque mantenere il peso unitario dei massi compreso tra l'80% e 120% il peso del massi di progetto; il range dei pesi quindi sarà compreso nell'intervallo tra 6,0 e 9,0 tonnellate.

Si forniranno quindi massi appartenenti quindi alla **IV categoria** (peso unitario superiore a 7 tonnellate).

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE FRANGIFLUTTI IN MASSI.

4.1. Giustificazione della scelta progettuale.

La scogliera frangiflutti da realizzare al piede della falesia ha lo scopo di difendere il piede della parete rocciosa dall'attacco diretto e usurante del moto ondoso e al tempo stesso di ridurre l'impatto dinamico delle onde rompendone e dissipandone l'energia.

Allo stato attuale infatti le onde di mareggiata viva si infrangono con notevole violenza sul piede della parete e hanno due effetti :

- il primo è naturalmente l'urto dinamico della spinta della massa d'acqua che investe la roccia, soprattutto nel caso di onde di altezza non eccessiva - 2,50-3,00 m - che frangono a breve distanza dal fronte roccioso e trasformano il proprio moto oscillatorio in un moto traslatorio con conseguente pressione sulla roccia che si ripete ad ogni ondata con effetto martellante;
- il secondo effetto è la risacca dell'onda che si è infranta sulla parete e risale su di essa ribaltandosi: ciò è causa di azioni dinamiche sugli strati di riccia calcarea che tendono a disgregare i blocchi, ad aprire le fratture e – con il tempo – a distaccare elementi lapidei di varie dimensioni; questa azione può coinvolgere la parete rocciosa per diversi metri sopra il livello del mare, sino a 7-10 metri.

Si porta ad esempio di quanto sopra ciò che è stato rilevato nella parte più orientale della falesia, dove erano presenti significativi sgrottamenti al piede che lasciavano aggetti di diversi metri molto pericolosi; già nel 2008 si eseguirono interventi di consolidamento con il riempimento dei vuoti con massi cementati e con la costruzione di costoloni in cemento armato a sostegno delle parti di falesia più strapiombanti.



FIGURA n. 6 – *La falesia rocciosa nel suo fronte SSE con gli evidenti sgrottamenti nella parte orientale.*



FIGURA n. 7 – *Le opere di consolidamento realizzate nel 2008 a sostegno del tratto di falesia più critico.*

Ci sono altri punti in cui si sono rilevati sgrottamenti e rientranze alla base della parete, su entrambi i prospetti, poco al di sopra del livello di medio mare. Si vedano ad esempio le sezioni 6 e 15 del rilievo topografico eseguito recentemente (vedi relazione doc. R2)



FIGURA n. 8 *– Altri importanti sgrottamenti presenti lungo la parete.*



FIGURA n. 9 – *Sezioni, estratte dal rilievo, su cui si sono riscontrate rientranze alla base della parete rocciosa.*

Al fine di contrastare tale fenomeno e contenere gli effetti dannosi del moto ondoso è necessario realizzare un'opera che svolga una funzione di protezione fisica e di dissipazione dell'energia.

Si è previsto quindi di porre in opera una barriera frangiflutti, accostata al piede della parete, formata da scogli naturali di notevole peso (II e IV categoria), disposti su più strati che formino una sorta di "cuscinetto". Nelle parti ove si è riscontrata la presenza di sgrottamenti puntuali o lesioni significative si provvederà a riempire tali cavità con elementi lapidei e malta.

La formazione della berma in massi naturali disposti in modo da fornire un mutuo incastro e lasciare una percentuale di vuoti variabile tra il 25 e il 30% è la soluzione più efficace per "rompere" l'onda incidente e ridurre l'effetto dinamico di martellamento della parete e di risalita dell'onda stessa, dovuta alla nuda parete riflettente.

4.2. Dimensionamento preliminare della berma.

Si realizzerà una berma di forma trapezia, aderente alla parete, con una scarpa esterna inclinata di 2 su 3 e massi disposti su doppio strato, in modo da raggiungere la quota emersa di 2,50-3,00 m s.l.m. Tale quota è stata stimata sulla base della osservazione generale dei prospetti, su cui da una veduta diretta dal mare, è ben identificabile il solco di battente, ovvero quella fascia basale della falesia su cui è maggiore e più frequente l'azione erosiva e usurante del moto ondoso.

Nella porzione di falesia che è rivolta a SSE, ovvero quella su fondali aventi profondità intorno a 4 metri esposta principalmente ai mari di libeccio-mezzogiorno (210°N), si realizzerà una scogliera con massi di maggiore dimensione (IV categoria), con quota di sommità posta a +3,00 m s.l.m. e larghezza in testa variabile tra 5 e 8 metri.

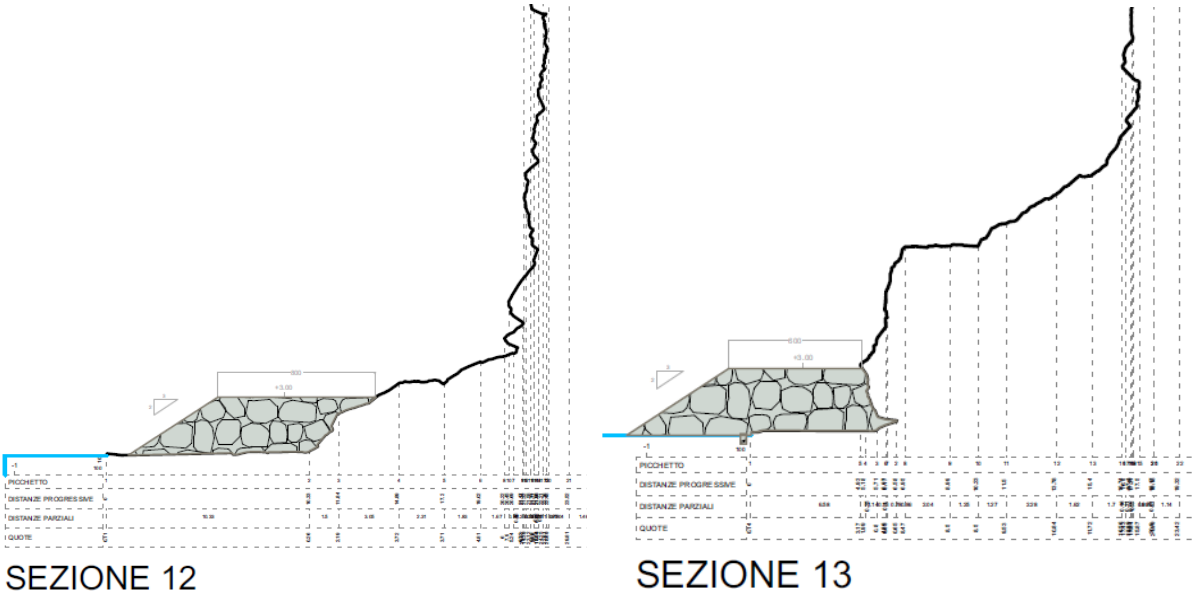


FIGURA n. 10 – *Sezioni di progetto della berma in massi nel tratto di falesia rivolto a SSE*

La porzione di falesia rivolta verso ponente, con orientazione WSW, ha un piede su fondali di minore altezza, variabili tra 2 e 3 metri. Anche le onde che possono raggiungerlo hanno una altezza inferiore, provenendo dai quadranti di 240-270 °N, che – come visto – ha altezze d'onda più ridotte.

La berma radente in questo tratto pertanto avrà altezza fuori acqua a +2,50 m e larghezza in testa variabile tra 3 e 5 metri. I massi di costituzione della berma potranno essere di III categoria (peso unitario compreso tra 3 e 7 tonnellate).

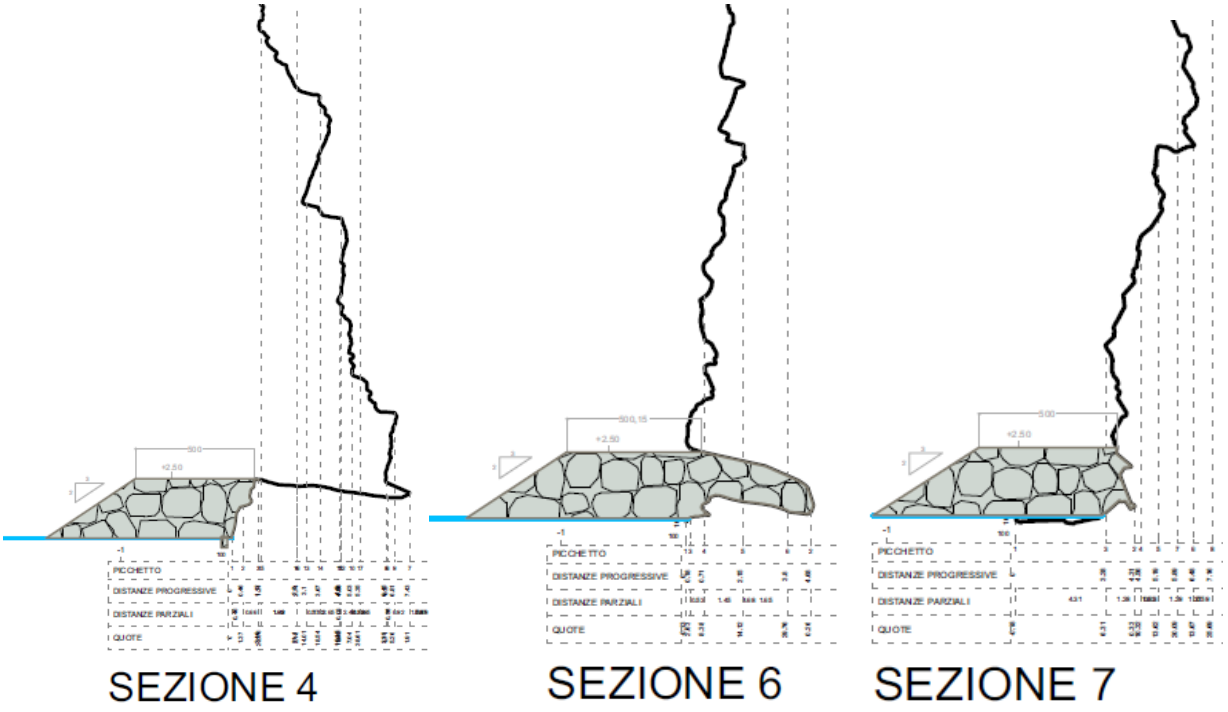


FIGURA n. 11 – *Sezioni di progetto della berma in massi nel tratto di falesia rivolto a WSW.*

Preme evidenziare che lungo questo tratto di costa, prossimo al confine del Comune di Sori con quello di Pieve, nella ipotesi dello studio di fattibilità tecnico economica presentato al Comune nel febbraio 2022, era stata prevista una protezione con una spiaggia, che formasse una falce al piede della falesia.

In considerazione di ulteriori osservazioni e approfondimenti, che hanno evidenziato come questo tratto di scogliera sia soggetta a oggettivi rischi di crolli di blocchi anche di considerevoli dimensioni (si veda la foto recente riportata nella seguente figura), si è ritenuto inopportuno creare una spiaggia al piede, che costituirebbe senza dubbio una zona di elevato pericolo.



FIGURA n. 12 – *Il fronte roccioso della falesia rivolta a ponente: si notano numerosi blocchi di roccia al piede, evidentemente precipitati a fronte di crolli.*

5 MODALITA' OPERATIVE.

La realizzazione delle berme in massi naturali così come descritte ai capitoli precedenti dovrà essere attentamente valutata e definita in sede di progettazione successiva, sulla base di rilievi di dettaglio del piede della falesia che indaghino soprattutto lo stato dei fondali.

5.1. Operazioni preliminari.

Dalle ispezioni visive effettuate nel corso dei sopralluoghi, dalle osservazioni compiute dai tecnici biologi e archeologi sulla fascia antistante il piede della falesia non sono emerse rilevanze naturalistiche o elementi di pregio archeologico che possano impedire o ostacolare la costruzione dei manufatti frangiflutto.

Si è osservata in diversi punti la presenza di sgrottamenti e cavità che rientrano dalla parete – in alcuni casi anche di qualche metro, dovute al solco battente dell'onda incidente. Spesso a ridosso di tali anfratti sono presenti massotti o blocchi di roccia, residuo di crolli o spinti da mare entro le cavità.

Prima di realizzare le berme in massi ciclopici è opportuno effettuare una ispezione di tali rientranze e procedere ad un riempimento delle stesse, spingendo all'interno massi di

dimensioni medie con ausilio di benna e intasando i vuoti con calcestruzzo; trattandosi di getti subacquei bene provvedere all'operazione con una betonpompa.

Per queste operazioni preliminari è ovviamente richiesto l'impiego di un pontone su cui avere spazio per il materiale lapideo, un escavatore e una betonpompa. Il lavoro dovrà essere eseguito con l'assistenza di un sommozzatore.

In queste fasi è bene disporre di panne galleggianti anti-intorbidamento che verranno disposte nell'area operativa e gradualmente spostate.

5.2. Recupero massi formazione strato filtro.

Al piede della falesia sono presenti, in varie fasce, accumuli di massi di varie misure e pesi, che sono residui di crolli più o meno recenti o sospinti dal moto ondoso. Tali elementi possono essere sfruttati come primo strato filtro delle opere frangiflutti.

Si conteggeranno quindi alcune giornate operative di un pontone, che provveda a salpare tali massi e a disporli a ridosso del piede della scogliera. Tale pontone potrà avere dimensioni anche limitate, per meglio operare a ridosso della scogliera su bassi fondali.

Anche in questo caso sarà bene poter contare sulla assistenza di un sommozzatore che dia indicazioni sulla posizione dei massi da recuperare.

5.3. Formazione berme in massi ciclopici

I massi da disporre sul lato sud-est sono previsti di IV categoria, con peso superiore a 7 tonnellate. Dovranno essere prelevati da cave e trasportati in sito via mare con un pontone: la cittadina di Sori non ha viabilità adatta a sopportare un traffico di mezzi d'opera (bilici) di numero e dimensioni commisurate alla fornitura. Si è stimato che occorrano complessivamente circa 16.500 tonnellate, corrispondenti a circa 550 viaggi di bilici: assolutamente non sopportabile.

Ciò che si potrà fare è di trasportare il materiale via mare e poi – se le condizioni di sicurezza lo consentono – realizzare la scogliera via terra, costruendo una pista provvisoria, con quota appena emergente dal livello del mare, percorribile da escavatori cingolati a braccio rovescio che possano movimentare i blocchi e posizionarli come da sagoma di progetto. Questa opzione permetterebbe la costruzione della berma con maggiore cura ma è soggetta ovviamente a maggiori rischi per avverse condizioni meteomarine che potrebbero erodere la pista.

La costruzione della berma in massi può ovviamente procedere in maniera classica, operando con un grappo a polpo montato su una gru di un pontone. Dovrà utilizzarsi un pontone di dimensioni non eccessive con un pescaggio – a pieno carico – non superiore a 200-250 cm: i fondali infatti sono piuttosto bassi e occorre considerare la presenza della soffolta in massi realizzata nel 2020 a protezione della falesia sul suo lato orientale.

La berma da realizzarsi sul lato di ponente è formata da massi di III categoria e per la sua costruzione valgono le medesime considerazioni appena esposte.

In entrambi i casi tutti i massi saranno posti alla rinfusa, con spigoli vivi e con piano superiore irregolare; la struttura deve risultare con un indice dei vuoti tale da garantire un effetto "filtro", e una dissipazione dell'energia del moto ondoso incidente; va evitata una posa di massi eccessivamente accostati, che accentuerebbe l'effetto di run-up delle onde sulla scogliera.