Committente:

Funzione Ingegneria e Realizzazioni
IRETI.S.p.A - Società con socio unico IREN S.p.A
Sottoposta a direzione e coordinamento di IREN S.p.A
Sede legale : Via Piacenza 54 - 16138 Genova
cod.fisc e P.IVA n° 01791490343 pec:ireti@pec.ireti.it

Oggetto:

LAVORI DI RIPRISTINO DELLE OPERE DI DIFESA A MARE DEL DEPURATORE DI PUNTA PEDALE A SEGUITO DELLA MAREGGIATA DEL 29/30.10.2018 FASE II: SISTEMAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato:

RELAZIONE GENERALE

Progettisti:

STUDIOELB Ingegneri Associati
Corso Torino 17/6 sc.A - 16129 Genova Tel. 010.5740568 - fax : 010.4211059
e-mail: inge@studioelb.it - PEC: studio@pec.studioelb.it - C.F. e P. I.V.A.: 01933110999

Firmato digitalmente da

Riccardo Giammarini

CN = Giammarini Riccardo
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova
T = Ingegnere
SerialNumber = TINIT-GMMRCR71H23D969X
C = IT

1	09.12.2019	ER	SC	RG	Nota fasi di lavoro
0	10.10.2019	ER	SC	RG	Emissione
Revisione	Data	Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:	Descrizione

Data:	Scala:	
09.12.2019	-	B27–2 **R01**

SOMMARIO

1. PREMESSA 3

1.1 CRONOLOGIA DELLE PRECEDENTI FASI PROGETTUALI 3

2. CONDIZIONI DELL'AREA 5

2.1 I DANNI DELLA MAREGGIATA DEL 29/30 OTTOBRE 2018 5

2.2 INTERVENTI DI PROTEZIONE E RIPRISTINO ESEGUITI 9

2.2.1 Sistemazione provvisoria opere a mare 9

2.2.2 Ripristino della stabilità della parete Sud del depuratore 10

2.3 RILIEVO AS-BUILT DOPO I LAVORI DELLA FASE 1 10

3. STATO ATTUALE DEI LUOGHI 12

3.1 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 12

4. PROPRIETÀ DELLE AREE 16

5. ANALISI METEOMARINA 17

5.1 INQUADRAMENTO 17

5.2 EVENTI ESTREMI A COSTA 18

5.3 MAREGGIATA DEL 29/30 OTTOBRE 2018 19

5.4 INDIVIDUAZIONE DELL'ONDA DI PROGETTO 20

6. INDAGINI ESEGUITE 22

6.1 RILIEVI 22

6.2 INDAGINE SUBACQUEA 22

6.3 APPROFONDIMENTI GEOLOGICI E GEOTECNICI 25

6.4 APPROFONDIMENTI DI CARATTERE AMBIENTALE 25

7. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO, PECULIARITÀ AMBIENTALI 26

7.1 RELAZIONE BIONATURALISTICA 26

8. SCELTA DELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE 28

8.1 OBIETTIVI DEL PROGETTO 28

8.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI A PROGETTO 29

8.3 NUOVI INGOMBRI DELL'OPERA DI DIFESA 30

9. VERIFICHE GEOTECNICHE 32

10. VERIFICHE DI STABILITÀ E DI TRACIMAZIONE 34

10.1 VERIFICA DI STABILITÀ DEI MASSI DELLA MANTELLATA 34

10.2 STIMA DELLA TRACIMAZIONE 34

11. MATERIALI, COSTI E TEMPI DI ATTUAZIONE 36

1. PREMESSA

Nel presente documento viene descritto il progetto definitivo/esecutivo di ripristino e potenziamento delle opere di difesa a mare del depuratore di Punta Pedale, gravemente danneggiate dalla mareggiata del 29/30 ottobre 2018.

Nel mese di novembre 2018 è stata avviata una prima fase in urgenza, finalizzata a consentire l'accesso alla parte esterna della struttura del depuratore per eseguire lavori di protezione della stessa, come descritto nel paragrafo successivo.

A completamento dei lavori della Fase 1, è stato redatto il presente progetto (fase 2) di ripristino e potenziamento delle opere di difesa a mare.

La presente fase 2 di ricostruzione e potenziamento riguarda le opere di difesa dell'impianto di depurazione, con la linea di battigia allineata alle condizioni attuali della scogliera sul lato Nord del rilevato/ spiaggia, in concessione al Comune di Santa Margherita Ligure, che a seguito della mareggiata del 2018 è stata ricostruita con linea di riva più interna rispetto alla precedente, ma che il Comune avrebbe intenzione di ripristinare una volta reperiti i finanziamenti necessari.

La fase 3 di sistemazione verrà successivamente realizzata a cura del Comune di Santa Margherita,tramite finanziamento, per la quota parte relativa al fronte del depuratore, nell'ambito del programma degli interventi A.T.O.: essa prevede il ripristino finale della scogliera con il riallineamento della linea di riva alla concessione attualmente in essere sul lato Nord del rilevato/ spiaggia. Tale configurazione di fase 3, non oggetto del presente progetto, è raffigurata nel ***disegno D12****, sovrapposta alla planimetria di fase 2, oggetto del presente progetto.*

1.1 Cronologia delle precedenti fasi progettuali

Il progetto definitivo della sistemazione dell'area di Punta Pedale e del depuratore, proposto dal Comune di Santa Margherita Ligure, è stato approvato nell'ambito di un procedimento concertativo concluso nell'anno 2004 e completo della positiva Valutazione di Impatto Ambientale.

Di seguito il progetto è stato più volte adeguato, in ultimo nell'ambito di Conferenza di servizi la cui seduta deliberante si è tenuta in data 18.01.2012.

La progettazione delle aree a mare e della sistemazione superficiale del piazzale è stata approvata in uno specifico successivo procedimento concertativo indetto dal Comune di Santa Margherita Ligure, conclusosi con la conferenza di servizi in sede deliberante in data 23.09.2015.

I lavori sono stati eseguiti nel 2016/2017, nel contempo sono state previste alcune variazioni nella sistemazione superficiale e nella configurazione stessa delle opere a mare, parzialmente variate in corso d'opera; l'ultimo atto approvativo è la *Determinazione n. 191 del 16.10.2017 - RG 1081: Conferenza dei Servizi di cui all'art. 14bis della legge n. 241/1990 per l'approvazione del progetto variante alla sistemazione superficiale dell'area di Punta Pedale - Provvedimento conclusivo*.

La mareggiata del 29/30 ottobre 2018 ha gravemente danneggiato le opere di difesa a mare, l'impianto e il soprastante piazzale.

Nel novembre 2018, dopo la mareggiata, è stato redatto il progetto di sistemazione provvisoria delle opere di difesa a mare (fase 1), al quale ha fatto seguito nel febbraio 2019 il progetto di ripristino della stabilità fronte mare lato Portofino della parete del depuratore.

2. CONDIZIONI DELL'AREA

2.1 I danni della mareggiata del 29/30 ottobre 2018

In seguito alla mareggiata avvenuta il 30 ottobre 2018, che ha colpito il litorale di Santa Margherita, sono stati registrati numerosi danni su opere lungo costa tra cui il depuratore situato a Punta Pedale tra Santa Margherita e Portofino.

In particolare i danni hanno riguardato le opere di difesa a mare poste a protezione del depuratore costituite da: una scogliera di massi naturali addossata al depuratore che si estendeva per circa 13 m verso mare, successivamente vi era una zona pianeggiante di circa 15 m e infine un'ulteriore scogliera in massi naturali; parte del materiale che costituiva l'opera di difesa si è accumulato a ridosso del depuratore, la maggior parte è invece stato trasportato dal mare accumulandosi sul fondale a circa -10 m di profondità.

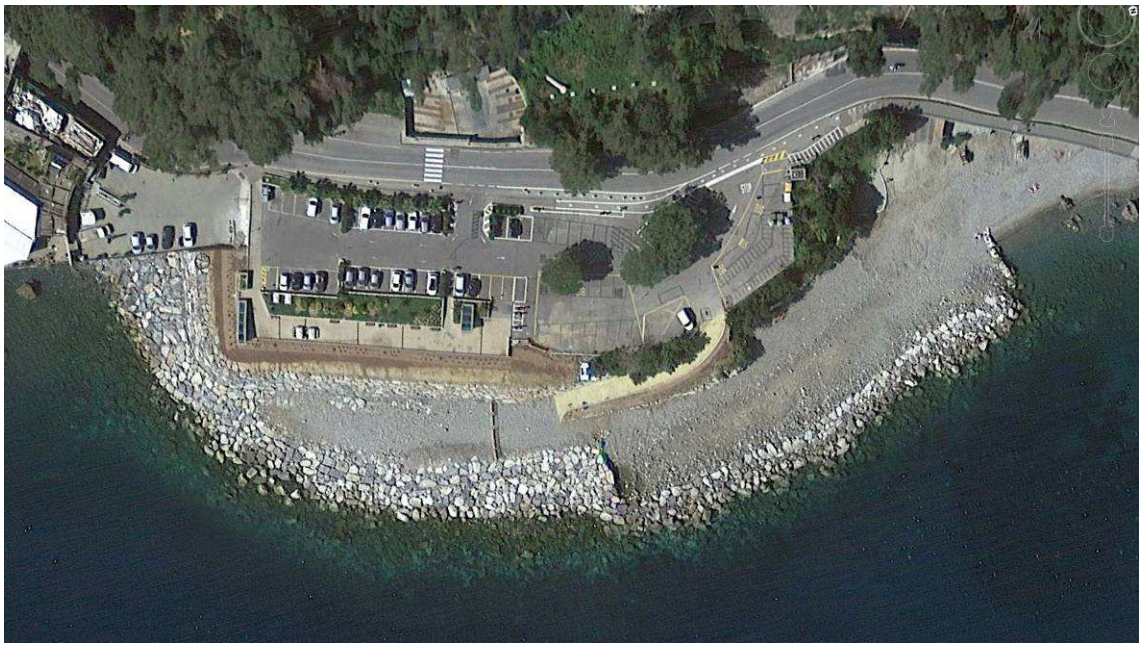


***Foto 2.1**: vista aerea dell'area nel 2017*



***Foto 2.2**: vista aerea dell'area subito dopo la mareggiata di ottobre 2018 (da Il Secolo XIX)*



***Foto 2.3**: vista aerea dell'area subito dopo la mareggiata di ottobre 2018 (da Regione Liguria)*

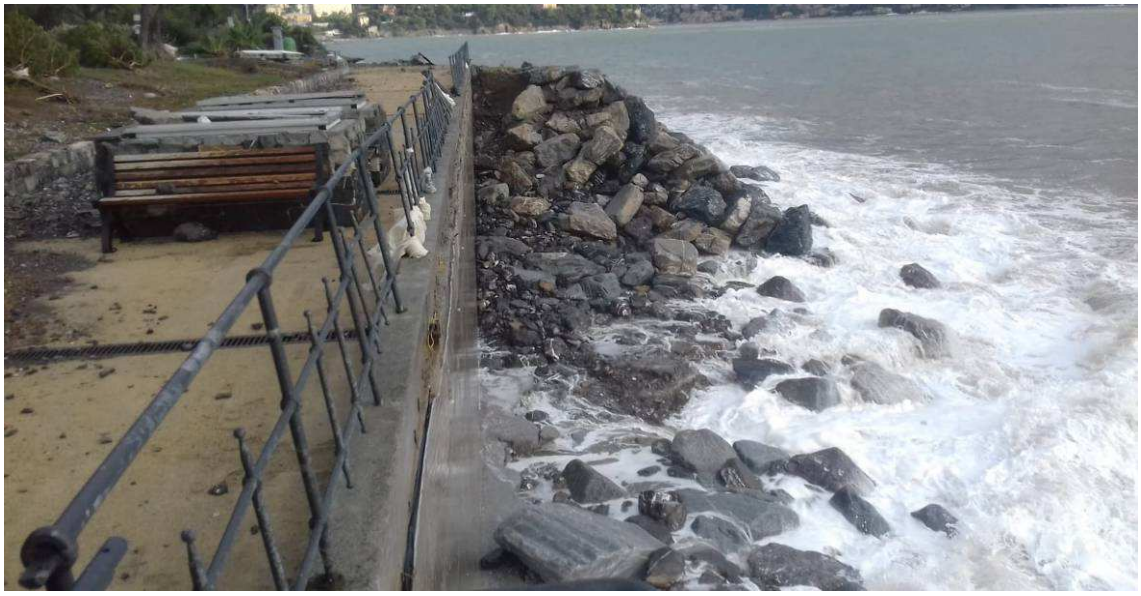


***Foto 2.4**: vista verso Nord dell'area subito dopo la mareggiata di ottobre 2018*

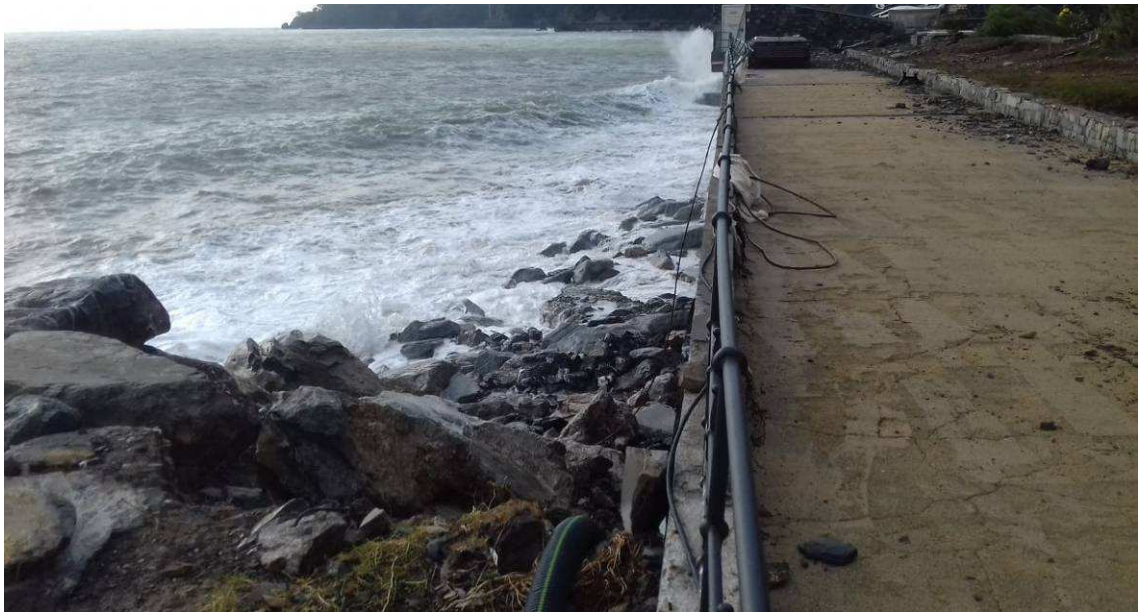


***Foto 2.5**: vista verso Sud dell'area subito dopo la mareggiata di ottobre 2018*



***Foto 2.6**: vista della parete Sud del depuratore subito dopo la mareggiata di ottobre 2018*

2.2 Interventi di protezione e ripristino eseguiti

2.2.1 Sistemazione provvisoria opere a mare

I lavori previsti nel progetto del novembre 2018 sono stati realizzati nell'inverno 2018/2019 e hanno previsto (v. sezione tipo in figura 2.1):

- pista di accesso e lavoro di larghezza pari a circa 5÷6 m: posizionata in adiacenza al depuratore e con una lunghezza di circa 20 m, che ha permesso ai mezzi di lavoro di raggiungere quota +1.50 m sopra il livello medio del mare, tramite una rampa di collegamento con la quota stradale (circa +7.30 m);
- scogliera provvisoria di protezione, parallela all'impianto a distanza di circa 6 m dallo stesso: costituita da massi naturali di peso superiore a 7 t nella parte esterna, con quota in sommità pari a +2,40 m e con pendenza degradante verso mare pari a 2/3. Tale scogliera ha caratteristiche tali da garantire la protezione dell'area di cantiere dalle mareggiate ordinarie;

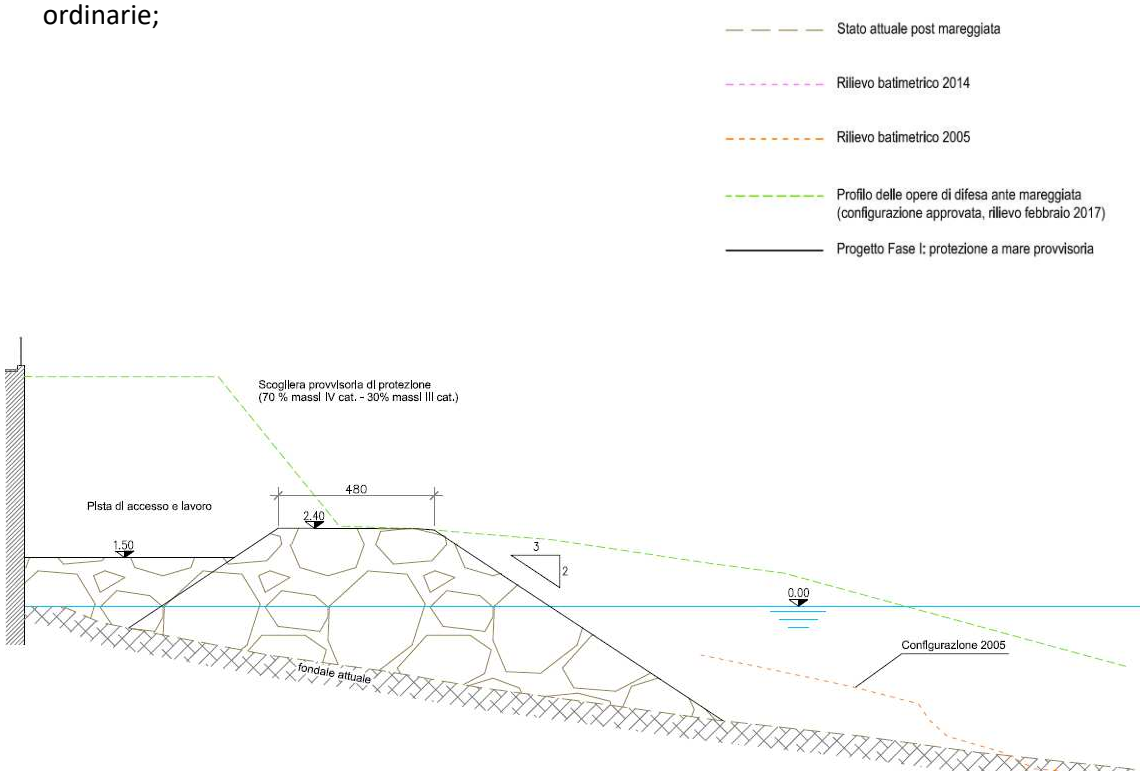


Figura 2.1 - sezione tipo della sistemazione provvisoria delle opere a mare

2.2.2 Ripristino della stabilità della parete Sud del depuratore

I lavori sulla parete Sud del depuratore, eseguiti nell'inverno 2019, hanno previsto (v. sezione tipo in figura 2.2):

- controparete affiancata alla parete esistente del depuratore, di spessore pari a 60 cm, fino alla quota di +7.00 m s.l.m., ancorata su pali e collegata alla parete esistente con barre ø14 mm inghisate nella parete esistente.

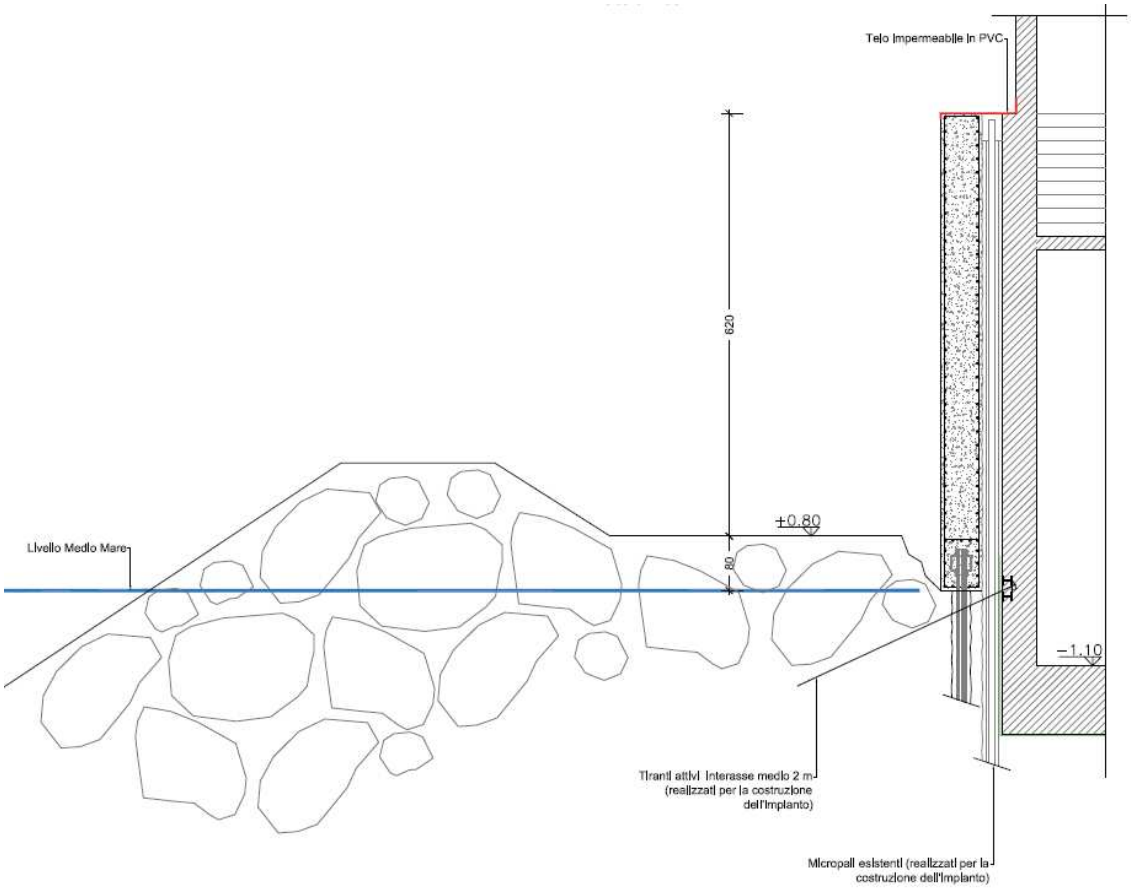


Figura 2.2 - sezione tipo della protezione sulla parete Sud del depuratore

2.3 Rilievo as-built dopo i lavori della fase 1

All'ultimazione dei lavori della fase 1 è stato eseguito un rilievo multibeam e laserscanner con il quale sono state acquisite le condizioni dell'area, che rappresentano la base di lavoro per il presente progetto di fase 2.

Il rilievo a mare ha evidenziato una sorta dai "canale" che ha origine dallo spigolo Sud del depuratore e si sviluppa in direzione Sud Est, dove il materiale sciolto costituente il fondale marino è scosceso verso valle, accumulandosi a batimetriche inferiori a 20 m (v. disegni D01 e D02 e stralcio nella figura seguente).

Per tale ragione, e per valutare la generale stabilità della scarpata nelle condizioni attuali e in quelle di progetto, sono state eseguite specifiche indagini subacquee, geognostiche e sismiche per la caratterizzazione del rilevato.

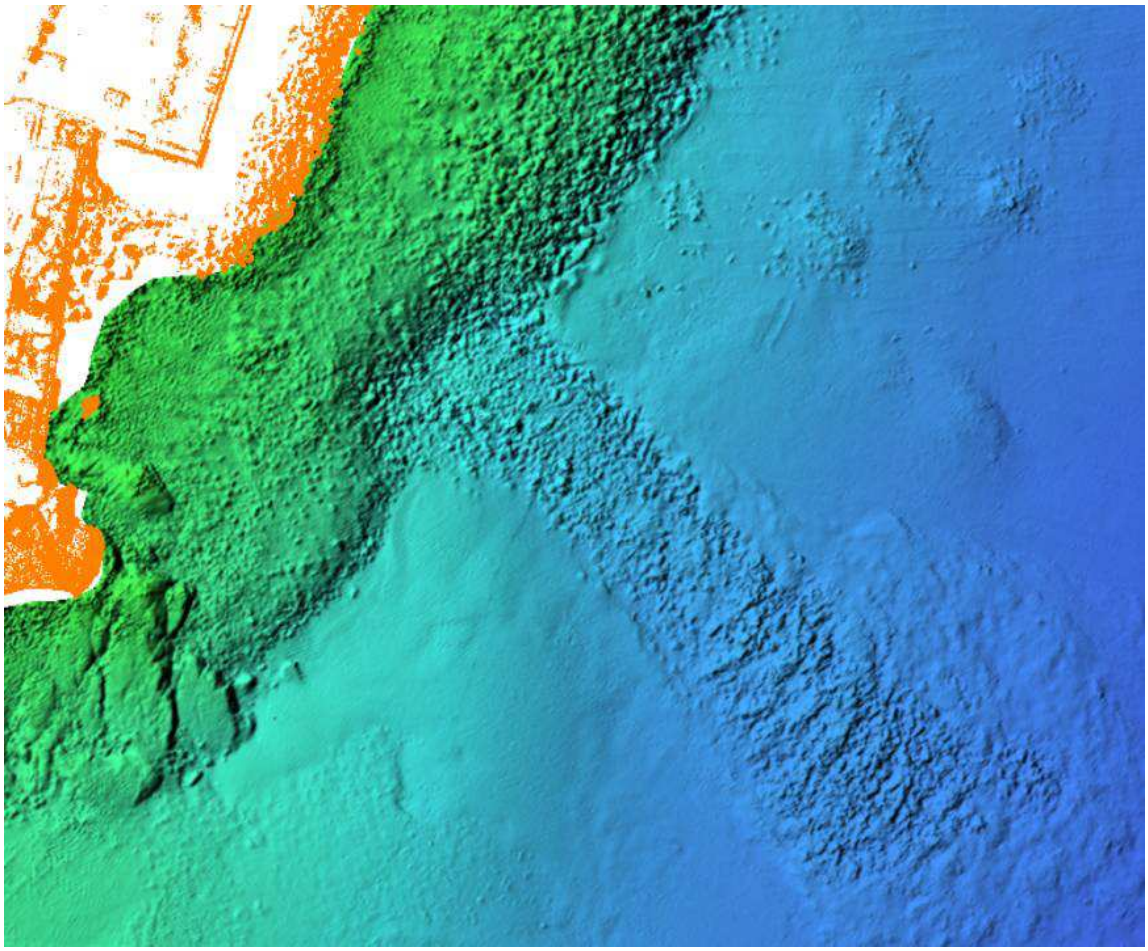


Figura 2.3 - stralcio del rilievo batimetrico 2019 con evidenza del "canale" di materiale sciolto

3. STATO ATTUALE DEI LUOGHI

Come mostrato nel disegno D01 e nella documentazione fotografica riportata di seguito, attualmente l'area oggetto di intervento è nella configurazione prevista a seguito degli interventi di prima fase, cioè con una pista in materiale lapideo adiacente l'impianto e una scogliera provvisoria fino alla quota di +2.40 m. L'angolo Sud Est del depuratore è stato protetto con una controparete come descritto nel paragrafo precedente.

In tale configurazione, le opere di difesa a mare sono idonee a sopportare solo mareggiate ordinarie.

3.1 Documentazione fotografica



***Foto 3.1**: INQUADRAMENTO - vista aerea dell'area - luglio 2019*



***Foto 3.2**: INQUADRAMENTO - vista frontale dell'area di intervento - luglio 2019*



***Foto 3.3**: scogliera provvisoria a difesa del depuratore - luglio 2019*



***Foto 3.4**: rampa di accesso carrabile all'area antistante il depuratore - luglio 2019*

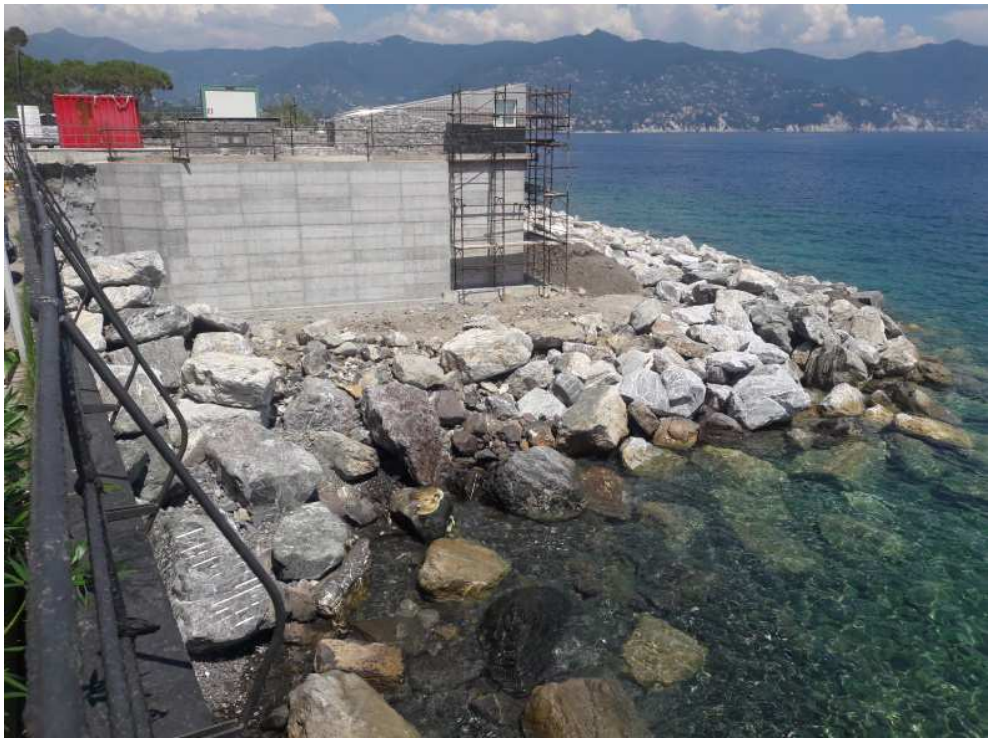


***Foto 3.5**: vista da sud del depuratore - luglio 2019*



***Foto 3.6**: vista dell'area Sud depuratore - ottobre 2019*

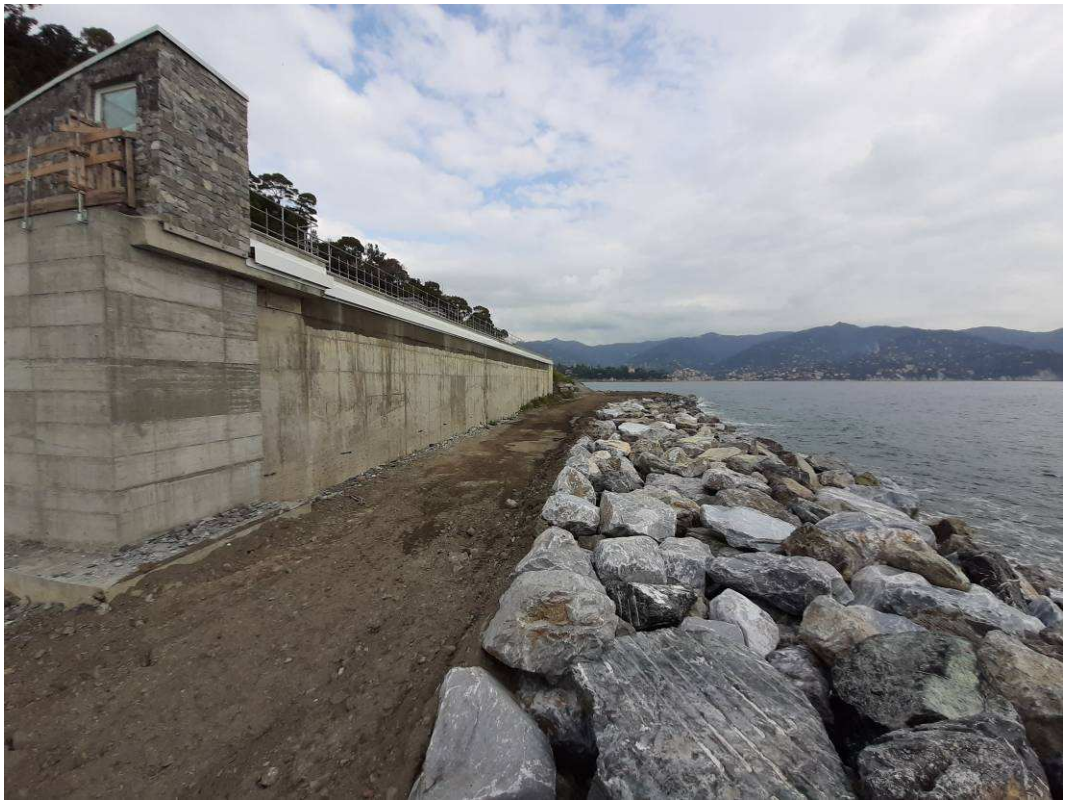


***Foto 3.7**: vista del fronte a mare del depuratore - ottobre 2019*

4. PROPRIETÀ DELLE AREE

Come mostrato nello stralcio della mappa del Sistema Informativo del demanio marittimo, in cui ricade l'opera marittima oggetto di ripristino/potenziamento ricade all'interno del confine del demanio marittimo: le aree a terra sono in concessione al Comune di Santa Margherita Ligure.

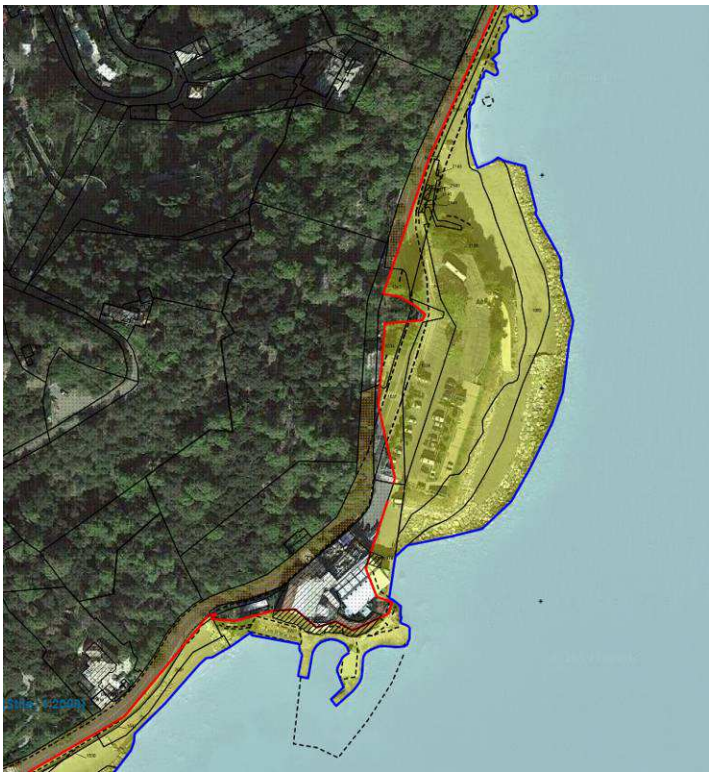




Figura 4.1 - Stralcio mappa SID (da www.mit.gov.it)

5. ANALISI METEOMARINA

La mareggiata che in data 29-30 ottobre 2018 si è abbattuta su tutto l'alto Tirreno, ha avuto effetti distruttivi su diverse aree della fascia litoranea di tutta la Liguria tra le quali quella compresa fra Recco e Chiavari, provocando danni ingenti in tutto il Golfo del Tigullio e nell'intero litorale ligure.

L'evento è stato studiato dagli scriventi, che hanno dato incarico all'Università di Firenze di ricostruire l'evento a largo e a costa e di definire le statistiche degli eventi estremi, sia prima, sia dopo la mareggiata stessa; l'eccezionalità dell'evento è stata tale che le statistiche aggiornate delle onde estreme hanno subito modifiche significative dopo l'inserimento di questo evento, come illustrato nei paragrafi seguenti e in dettaglio nella specifica relazione R05.

5.1 Inquadramento

Come indicato nel Piano di tutela dell'ambiente Marino e Costiero, il rilevato di Punta Pedale appartiene al paraggio di Bagno delle Donne.

Tale paraggio è orientato secondo i mari da Scirocco e risulta fortemente ridossato ai mari da Libeccio, per la schermatura offerta dal promontorio di Portofino.

L'intero tratto di costa alta afferente il paraggio è costituito da costa alta impostata sulla formazione geologica dell'Antola, costituita da flysch calcareo-marnoso. Nel settore meridionale, tra punta Bagno delle Donne e punta Pedale, la falesia è pressoché verticale e si immerge rapidamente fino a profondità notevoli (fino a 25 m davanti a punta Pedale).

In corrispondenza del riempimento si nota la scarpata formata dal materiale di discarica che si estende fino ad oltre 20 m di profondità.

Come emerge anche dagli studi di PTAMC, l'intero paraggio di Bagno delle Donne è molto protetto dalle ondazioni di libeccio per cui la dinamica sedimentaria è indotta quasi esclusivamente dai mari di scirocco e, in misura minore, di mezzogiorno.

La deriva litoranea è diretta univocamente da sud verso nord e si esplica nella fascia immediatamente a ridosso della linea di riva e sulla spiaggia emersa, ostacolata dai numerosi aggetti artificiali che ne limitano lo spostamento dei sedimenti.

Il trasporto sedimentario reale è quindi assai limitato, sia per la scarsa disponibilità di sedimenti, sia a causa delle opere che sezionano fortemente la spiaggia emersa

5.2 Eventi estremi a costa

In seguito alla mareggiata in data 29-30/10/2018, evento che ha colpito con particolare violenza tutta la costa ligure e in particolare il golfo del Tigullio è stato ricostruito e caratterizzato il clima ondoso a costa per la zona in esame.

La statistica è stata condotta da LABIMA - Laboratorio di Ingegneria Marittima del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICEA) dell'Università degli Studi di Firenze con dati relativi al periodo 2000-2018 (includendo, quindi, la mareggiata del 29/10/2018). Si riporta in allegato il breve report ad essa relativo.

I dati a costa sono stati estrapolati in prossimità del rilevato ad una distanza dalla costa di circa 50m, su un fondale profondo circa 15 m e precisamente nel punto di coordinate 44.3209° (latitudine), 9.2164° (longitudine), come mostrato nella figura che segue.

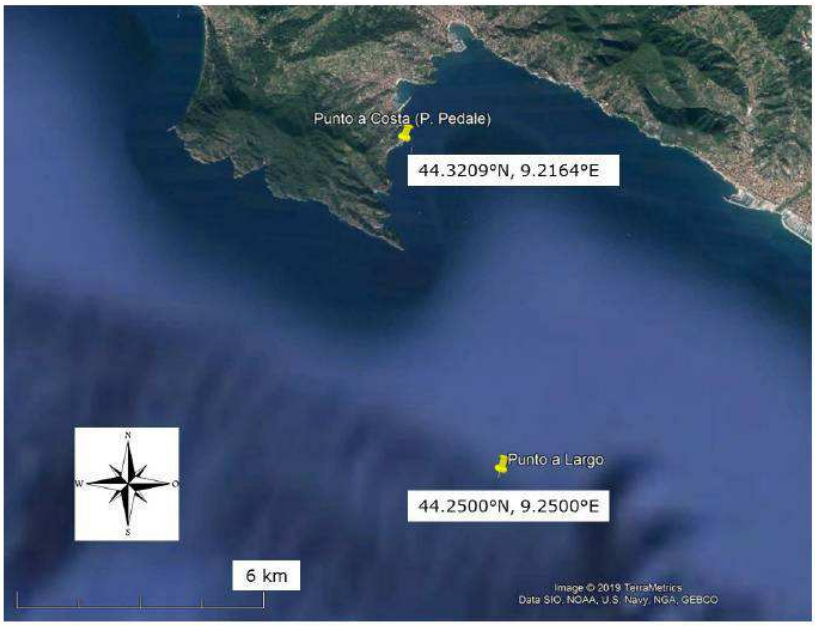


Figura 5.1 – Localizzazione dei punti a largo e a costa per la caratterizzazione del clima ondoso presso Santa Margherita Ligure

Gli **eventi estremi a costa** provenienti, a largo, dall'intero settore di traversia (140-240°N) sono riportate nelle tabelle seguenti:

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	2.5	2.8	3.1	3.3	3.6	3.9	4.2

Tabella 5.1 - Altezza d'onda significativa a costa associata a diversi tempi di ritorno per onde provenienti a largo dall'intero settore di traversia (140-240°N) - Distribuzione di Gumbel

	tempo di ritorno [anni]						
	1	2	5	10	20	50	100
Hs [m]	2.5	2.8	3.2	3.4	3.7	4.1	4.5

Tabella 5.2 - Altezza d'onda significativa a costa associata a diversi tempi di ritorno per onde provenienti a largo dall'intero settore di traversia (140-240°N) - Distribuzione di Weibull

5.3 Mareggiata del 29/30 ottobre 2018

Da un punto di vista meteorologico, l'evento che ha generato la mareggiata in esame, ha manifestato connotati di eccezionalità, relativamente alla tipologia del fronte, all'elevato periodo di stazionarietà sul bacino dell'alto Mediterraneo occidentale, all'entità del minimo depressionario associato a venti intensi e livelli del mare elevati, nonché ad un anomalo gradiente temporale dell'evento. In particolare, rispetto alla tipologia, l'evento meteo si connota per una fase iniziale con venti e onde provenienti dai settori di scirocco e da una successiva rotazione verso libeccio. Soprattutto durante la fase di scirocco, e relativamente al paraggio in esame, intensità e persistenza sono risultate particolarmente anomale.

In virtù della conformazione oro-batimetrica del Golfo del Tigullio, la direzione di provenienza dei moti ondosi a largo è un fattore decisivo nel discriminare l'impatto degli stessi una volta giunti a costa, come evidenziato dal confronto comparativo con altre mareggiate rilevanti del passato. La mareggiata del 29-30/10/2018 ha visto onde con valori oltre 3m provenire da direzioni comprese fra 140-190°N per un numero considerevole di ore continuative (circa 10).

Inoltre, le onde da scirocco con altezze superiore alla soglia hanno, più frequentemente, periodi di picco di circa 8 s (più brevi di quelli associate alle onde da libeccio, variabili fra 9 e 11 s). La mareggiata, nella fase iniziale con provenienza da scirocco, ha avuto un valore massimo di altezza d'onda associato ad un periodo di picco compreso fra 10 e 11s. Tale condizione

risulta piuttosto rara, ed ha implicazioni rilevanti, poiché onde di periodo più elevato inducono condizioni di tracimazione e sollecitazione più gravose per le opere marittime.

Come emerge dall'analisi di LABIMA, il moto ondoso sui fondali antistanti Punta Pedale durante la mareggiata del 29/10/2018 ha presentato, un'altezza significativa massima di circa 3.9 m, con riferimento ai valori ricostruiti per il punto rappresentativo individuato al paragrafo precedente.

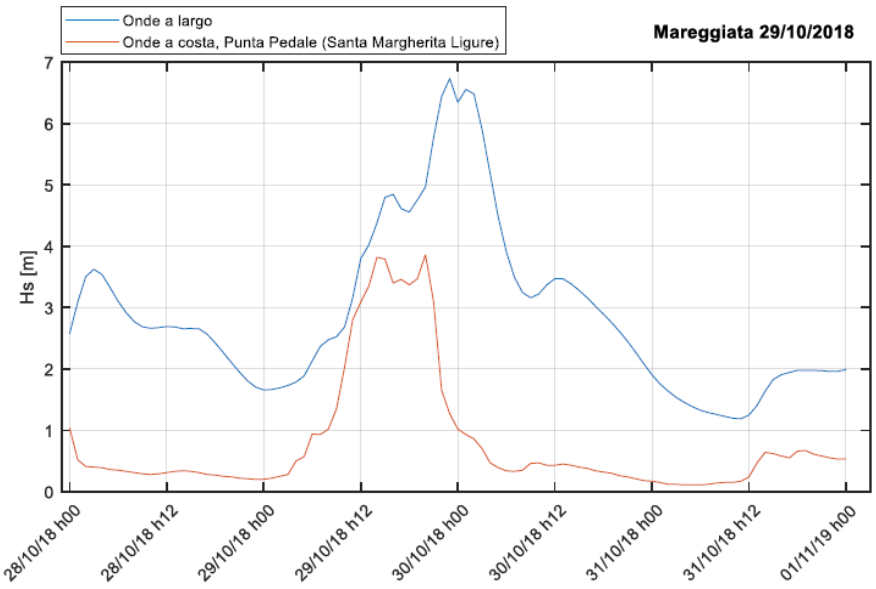


Figura 5.2 - Altezza significativa durante la mareggiata del 29/10/2018 dei punti a largo (44.2500°N, 9.2500°E) e a costa (44.3209 °N, 9.2164°E) per Santa Margherita Ligure (località Punta Pedale)

5.4 Individuazione dell'onda di progetto

Il calcolo dell'onda di progetto utilizzata per il dimensionamento della mantellata della scogliera è stato eseguito secondo i criteri suggeriti nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime", approvate dall'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto del 23 Settembre 1994 n. 156.

In particolare si è assunta come durata di vita minima Tv per l'opera a progetto la vita minima per un'infrastruttura ad uso specifico con livello di sicurezza richiesto pari a 2, ossia 25 anni.

Come massima probabilità di danneggiamento dell'opera è stata assunta la probabilità di danneggiamento incipiente come consigliato per strutture flessibili (le opere in esame non sono soggette a collasso strutturale immediato) con limitato rischio per la vita umana e

ripercussione economica media (il rapporto tra i costi diretti del danneggiamento, sommati a quelli indiretti per la perdita di funzionalità delle opere protette ed il costo totale per la realizzazione dell'opera è compresa tra 5 e 20), ossia P_f media pari a 0,30.

La combinazione del tempo di vita dell'opera e della probabilità di danneggiamento determina il tempo di ritorno dell'evento di progetto T_{rp} secondo la relazione:

$$T_{rp} = T_v / [- \ln(1-P_f)]$$

Ne consegue che il tempo di ritorno in caso di ripercussione economica bassa risulta pari a 70 anni; cautelativamente, vista l'importanza strategica dell'impianto di depurazione, per i calcoli progetto si assume **tempo di ritorno pari a 100 anni.**

L'altezza d'onda da utilizzare per le verifiche risulta quindi quella dell'onda con tempo di ritorno 100 anni calcolata cautelativamente al piede del rilevato (alla profondità di 15 m), come individuata nell'ambito della statistica condotta da LABIMA e sintetizzata ai paragrafi precedenti, con l'applicazione della distribuzione di Weibull, che risulta **H_s = 4,50 m**

Per individuare il periodo da associare ai valori estremi di altezza d'onda è stata utilizzata la relazione basata sui dati relativi al punto al largo del Golfo di Rapallo ottenuti tramite simulazione con il modello WW3-DICEA per il periodo 2000-2018 che tiene in conto dei fattori locali quali la morfologia e l'orografia dell'area in esame.

$$T_p = 6.26 * H_s^{0.34}$$

Il legame fra periodo $T_{m-1,0}$ e periodo di picco T_p, specificatamente verificato con i dati a largo di Rapallo può essere espresso con buona approssimazione dalla seguente relazione:

$$T_p = 1{,}14 * Tm_{-1,0}$$

Sulla base delle relazioni sopra riportate si assume quindi come periodo di picco corrispondente all'onda a costa H_s= 4.5 m il valore Tp =10.4 s e come periodo medio spettrale il valore $Tm_{-1,0}$= 9,2 s.

6. INDAGINI ESEGUITE

6.1 Rilievi

Oltre al rilievo batimetrico con tecnologia multibeam e laserscanner eseguito al termine dei lavori della fase I di intervento, nel luglio 2109 è stato eseguito un rilievo topografico di dettaglio delle aree interessate dagli interventi: entrambi i rilievi sono riportati negli elaborati grafici.

6.2 Indagine subacquea

E' stata eseguita nel luglio 2019 un'indagine subacquea, con ripresa video, relativa soprattutto all'area Sud e Sud Est, interessata dalla presenza del "canale" lungo il quale si è verificato lo scoscendimento dei materiali costituenti il rilevato. Di seguito si riportano alcuni fermi immagine del video.



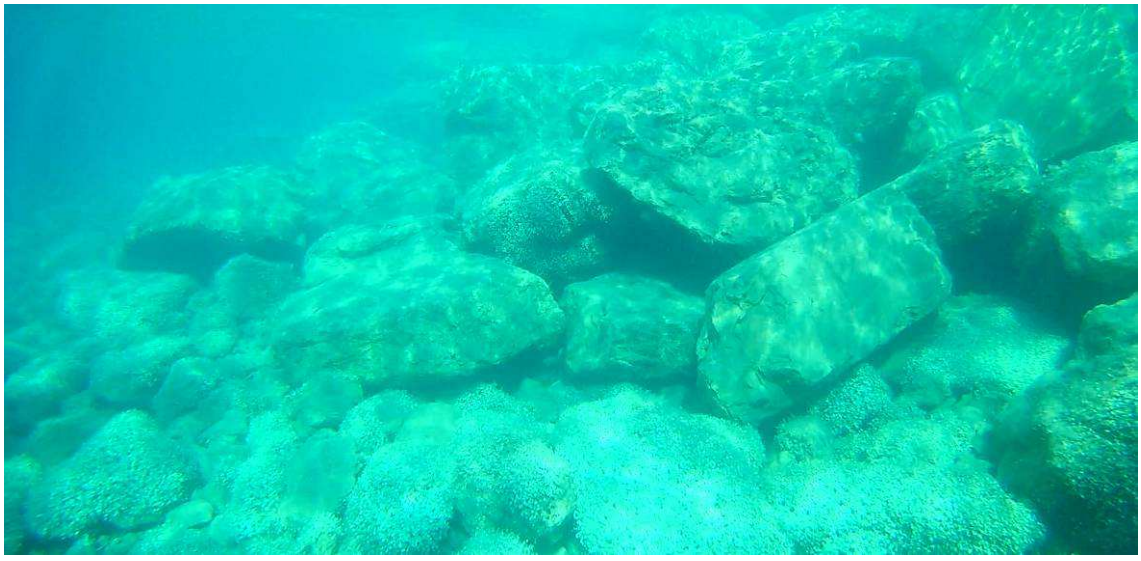












6.3 Approfondimenti geologici e geotecnici

Sono stati eseguiti i seguenti approfondimenti di carattere geologico e geognostico:

- n. 3 sondaggi sulla pista antistante il depuratore e n° 4 prove penetrometriche in foro SPT, al fine di definire la profondità del substrato e caratterizzare il materiale, completi di prove complementari (v. elaborato R03 - relazione geologica e sulle indagini geognostiche);
- indagine sismica da mare, con transetti longitudinali e trasversali, per definire le caratteristiche del rilevato che sostituisce il fondale marino (vedi elaborato R02 - indagine sismica a riflessione : rapporto tecnico).

Sulla base dell'esito delle suddette indagini, è stata definita la caratterizzazione dei materiali per la verifica di stabilità dell'intera scarpata a mare, nelle condizioni attuali e in quelle di progetto.

6.4 Approfondimenti di carattere ambientale

Nell'ambito degli approfondimenti di carattere ambientale, riportati in dettaglio nel documento "R05 - Lista di controllo per la valutazione preliminare (art. 6, comma 9, D.lgs. 152/2006) e Relazione di compatibilità ambientale", è riportato il rapporto della *"Indagine biologico-naturalistica sui fondali prospicienti la massicciata del depuratore di Santa Margherita Ligure (GE)"* redatta da RSTA Srl ed eseguita nel luglio 2019 per verificare le condizioni bionaturalistiche del fondale, con particolare riferimento all'area Sud, interessata dalla presenza del Sito di Importanza Comunitaria.

7. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO, PECULIARITÀ AMBIENTALI

Come indicato in dettaglio nella relazione paesaggistica e nella relazione di compatibilità ambientale, le principali caratteristiche del territorio sono le seguenti:

- L'area ricade nel vincolo paesistico di bellezza d'insieme "Promontorio di Portofino belvedere sulla Riviera Ligure" (Codice 070247) istituito con D.M. del 11/06/1954;
- l'area in oggetto affacciando direttamente sul mare, ricade, inoltre, anche in area soggetta a vincolo paesistico secondo l'art. 142 del Codice;
- l'area oggetto dell'intervento non è soggetta a vincolo idrogeologico;
- l'area di Punta Pedale ricade nelle aree comprese nel Sistema naturalistico-ambientale del Monte di Portofino sottoposte ad apposito Piano dell'"Area Parco";
- l'intervento interessa la ZSC-SIC IT1332674 – Fondali Monte Portofino.
- l'area in esame ricade al di fuori della perimetrazione dell'Area marina protetta di Portofino
- nell'" Atlante degli Habitat Marini della Liguria" (G. Diviacco - S. Coppo), sui fondali antistanti la scogliera di difesa davanti all'area del depuratore è evidenziata da costa verso il largo la presenza prima di alghe fotofile e sciafile infralitorali, poi di matte morta di posidonia, e infine di sabbie e popolamenti dei fondi detritici costieri.

7.1 Relazione bionaturalistica

Poiché l'area di intervento ricade parzialmente nel SIC marino IT1332674 – Fondali Monte Portofino e in una zona particolarmente sensibile (ai sensi dei "Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili" di cui alla D.G.R. 1209/2016 e n. 95/2017 – da Baia Portofino a Punta Bagno delle Donne), è stata effettuata apposita indagine biologico-naturalistica da parte dei biologi marini di RSTA s.c.r.l. di Genova.

Come descritto in dettaglio nella relazione "Indagine biologico-naturalistica sui fondali prospicienti la massicciata del depuratore di Santa Margherita Ligure (GE)" allegata al progetto (v. R04 - Relazione di compatibilità ambientale), l'indagine è stata condotta in data 02 agosto 2019 nell'area corrispondente al margine sud della massicciata a protezione del depuratore e ha avuto come obiettivo principale quello di verificare la presenza, l'eventuale distribuzione e lo stato di conservazione della fanerogama marina *Posidonia oceanica*.

Si riporta di seguito la mappa delle aree indagate. Le linee gialle indicano i 4 transetti condotti in immersione.

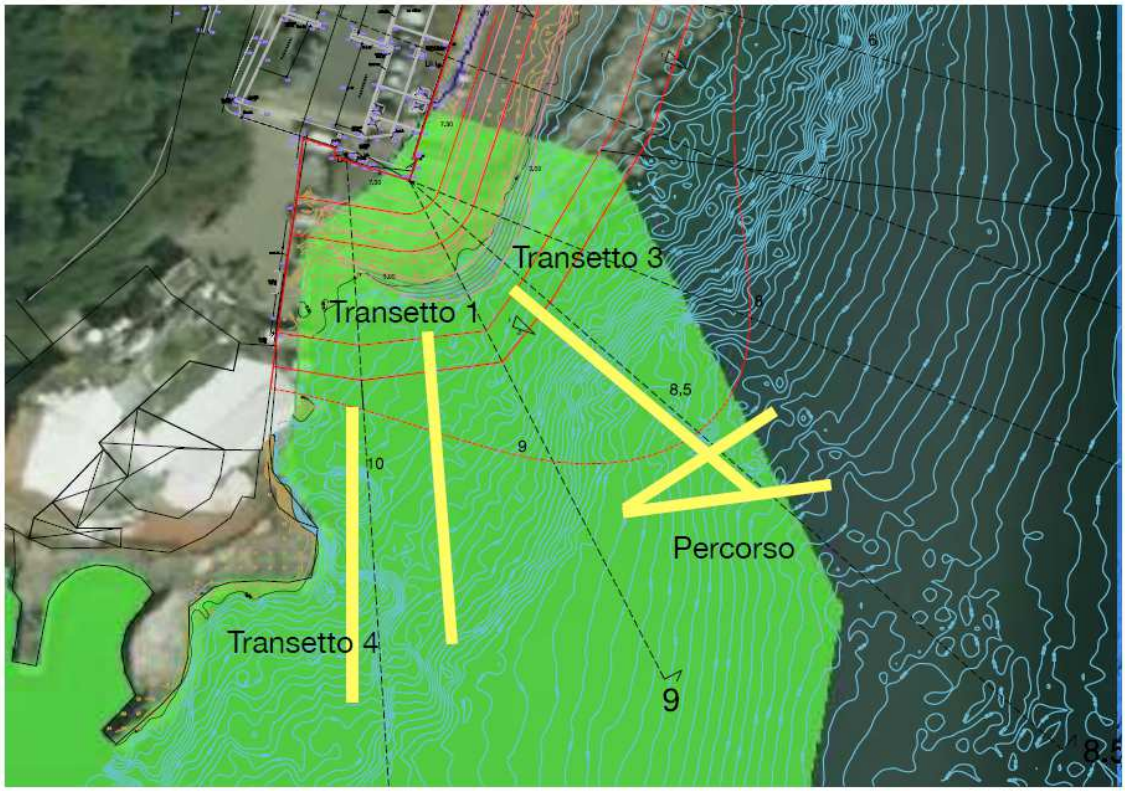


Figura 6.1 - Planimetria e disegni dell'area interessata dalle opere in progetto
(in verde l'estensione del SIC)

L'indagine condotta ha consentito di verificare l'assenza della fanerogama marina nell'area che sarà interessata dal potenziamento della massicciata di protezione del depuratore.

La presenza di Posidonia oceanica è, infatti, limitata all'area corrispondente ai massi naturali di Punta Pedale (posidonia su roccia) e alla base della falesia su matte e sabbia; non è stata rilevata né nelle aree sommitali né alla base della massicciata artificiale.

Lungo la falesia naturale percorsa nello sviluppo del transetto 4 e lungo il transetto 1 sono state individuate colonie della specie Cladocora caespitosa, considerata "minacciata" nella check list della fauna marina italiana.

Su un masso di scogliera presente lungo il transetto 1 è stata rilevata la presenza della specie protetta Lithophaga lithophaga.

8. SCELTA DELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE

8.1 Obiettivi del progetto

Obiettivo del presente progetto sono il ripristino ed il potenziamento della scogliera a protezione del depuratore, danneggiata durante l'importante mareggiata del 29/30 ottobre 2018.

La scogliera, che era basata sul rilevato della discarica realizzata negli anni '50 e '60, in seguito all'evento si è distesa verso il largo: occorre quindi procedere ad una configurazione che al contempo garantisca una sufficiente stabilità dell'ammasso, assicuri valori di tracimazione accettabili e al contempo risulti ambientalmente ed economicamente sostenibile.

Alla luce dell'evento di ottobre 2018, degli effetti sull'area del depuratore e delle nuove informazioni relative alle onde di progetto, si è ritenuto fondamentale modificare alcuni aspetti della progettazione delle opere a mare, come segue:

- eliminare la spiaggia pensile alla quota di +2,00 m, che non è in grado di sopportare mareggiate con tempi di ritorno anche non estremi e diventa un punto di discontinuità nell'opera di difesa;
- eseguire un'opportuna protezione al piede dell'opera, al fine di evitare rischi di scoscendimento lungo il rilevato: la difesa a mare è situata su un rilevato eseguito diverse decine di anni fa con materiali eterogenei: tale rilevato si estende verso mare fino alle batimetriche dei 15÷20 m, dove incontra il fondale naturale sabbioso;
- proteggere adeguatamente l'angolo Sud dell'opera, che è risultato il più vulnerabile per esposizione e per la minore ampiezza della berma intermedia. A causa della presenza del SIC "Fondali Monte di Portofino" per l'esecuzione di tale intervento è stata eseguita da parte di RSTA un'analisi puntuale, descritta sinteticamente ai paragrafi precedenti, che non ha evidenziato la presenza di fanerogame di valore bionaturalistico nell'area interessata dalle sezioni 8 e 9, ove è previsto un limitato avanzamento dell'impronta della scogliera;
- alzare la quota della berma intermedia, al fine di consentire un primo frangimento delle onde sulla scogliera bassa per la maggior parte degli eventi: a causa dei sempre più frequenti eventi caratterizzati dall'innalzamento della quota del medio mare, la berma

intermedia alla quota di +2.00 m non è sufficiente quale primo elemento di difesa ed è pertanto opportuno alzare tale quota ad almeno +3.00 m per garantire un'adeguata protezione della scogliera posteriore.

Su indicazione del Comune di Santa Margherita, è stata altresì invertita la direzione di accesso della rampa, che in tal modo si adatta di più alla nuova scogliera e consente di ridurre in maniera inferiore la spiaggia limitrofa all'impianto.

Sono state inoltre modificate alcune aree di parcheggio, per consentire l'accesso alla rampa e all'impianto: la definizione della segnaletica orizzontale nel piazzale sarà comunque oggetto di una revisione finale una volta sistemata definitivamente l'area.

8.2 Descrizione degli interventi a progetto

La sezione tipo di progetto risulta costituita come segue (v. anche figura schematica):

- berma superiore di lunghezza pari a 6 m a quota +7,30 m;
- scarpata di pendenza 2 su 3 fino alla quota di +3 m s.l.m.;
- berma orizzontale di lunghezza 14 m alla quota di +3 m s.l.m.;
- scarpata 1 su 2,5 fino ad incontrare il rilevato esistente, approssimativamente intorno alla batimetrica dei 5-6 m;
- tra le sezioni 5 e 7, dove la scarpata esistente presenta tratti con pendenze oltre la pendenza limite di equilibrio, è necessaria una protezione aggiuntiva al piede della scarpata dalla quota di -10 m , dove è prevista un'ulteriore berma orizzontale di lunghezza pari a 4 m circa con una scarpata di pendenza 2 su 3 fino al fondale naturale;
- per le sezioni tra la 8 e la 9, dove è necessaria una maggiore protezione dello spigolo sud est del depuratore e dove i materiali presenti attualmente sul fondale sono in quantità inferiore, è prevista un'ulteriore berma orizzontale di lunghezza pari a 4 m circa alla quota di -5 m s.l.m.m. e una scarpata di pendenza 2 su 3 fino al fondale naturale che risulta compreso tra i 15 m e i 20 m di profondità.

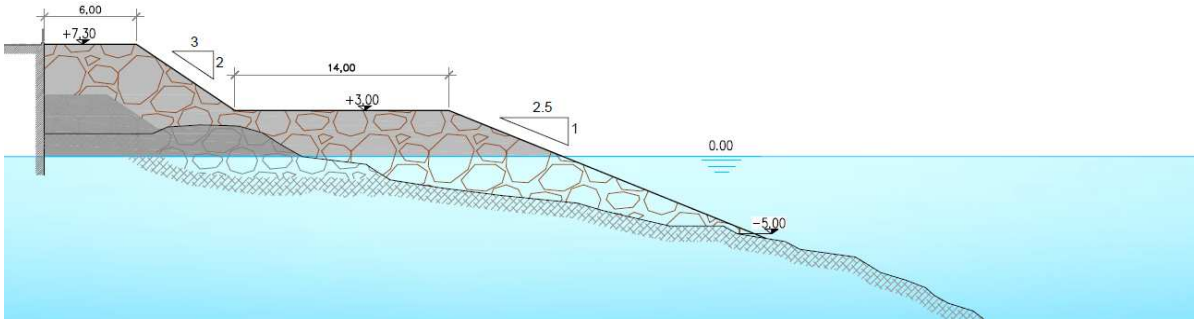


Figura 8.1: Schematizzazione configurazione di progetto (parte superiore della scogliera)

Saranno utilizzati massi naturali come segue (v. verifiche nei paragrafi successivi e nel documento specifico):

- massi naturali di IV categoria "superiore" (oltre 7 t) con peso compreso tra 9 e 12 t per la mantellata esterna nei punti maggiormente esposti al moto ondoso come intorno al livello medio mare;
- massi naturali di IV categoria (oltre 7 t) con peso compreso tra 7 e 9 t per il piede della scogliera nell'angolo sud est e a protezione della rampa di accesso;
- massi di II categoria (a 1 a 3 t) per lo strato interno della scogliera nella parte adiacente il depuratore.

8.3 Nuovi ingombri dell'opera di difesa

Come rappresentato in dettaglio nel disegno D09 e in sintesi nella figura sottostante, l'opera di difesa prevede una maggiore ampiezza nell'area Sud, che è stata colpita in maniera più violenta dalla mareggiata e risulta la zona più vulnerabile, mentre nell'area a Est e a Nord del depuratore l'impronta fuori terra risulta praticamente analoga al preesistente.

A mare è inoltre previsto il piede di rinforzo nella zona dove si è verificato lo scoscendimento di materiali.



Figura 8.2: planimetria schematica di confronto tra configurazione approvata (in giallo) e progetto 2019 (in rosso)

9. VERIFICHE GEOTECNICHE

Sulla base delle indagini geognostiche effettuate, è stato realizzato un modello geologico costituito dai seguenti strati:

- un livello superficiale costituito prevalentemente da trovanti di grandi dimensioni intercalati in un materiale di riporto in ciottoli e ghiaia in matrice sabbioso limosa;
- un livello intermedio, presente nella parte più distale, rappresentato dai sedimenti marini, costituiti prevalentemente da sabbie limoso ghiaiose;
- un livello di base riferibile al substrato roccioso della formazione dei Calcari del M. Antola.

Di seguito si riportano i parametri geomeccanici caratteristici degli strati individuati (sono stati individuati i valori medi tra i range proposti nella relazione geologica).

Strato 1

Angolo d'attrito interno:	41°
Coesione:	0 kPa
Peso di volume naturale:	18,5 kN/m^3
Peso di volume saturo:	21,0kN/m^3

Strato 2

Angolo d'attrito interno:	31°
Coesione:	0 kPa
Peso di volume saturo:	19,5 kN/m^3

Strato 3

Angolo d'attrito interno:	40°
Coesione:	150 kPa
Peso di volume:	26 kN/m^3

Per alcune sezioni (sez.5 e sez.6), oltre al ripristino e potenziamento della scogliera nella parte sommitale dell'opera, è previsto un consolidamento al piede sempre mediante massi naturali.
Per tale opera di consolidamento si considera un terreno equivalente con i seguenti parametri geomeccanici caratteristici:

Strato 4 (scogliera)

Angolo d'attrito interno:	45°
Coesione:	0 kPa

Peso di volume: 26 kN/m^3

L'analisi della sicurezza in condizioni sismiche viene eseguita mediante il metodo pseudostatico ai sensi del D.M. 17 Gennaio 2018, le verifiche sotto l'effetto delle azioni sismiche vengono eseguite nei confronti dello stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

In conformità con il *paragrafo 6.8* delle NTC 2018 e del *paragrafo C.6.8* della relativa circolare esplicativa, le analisi di stabilità globale sono state condotte sia nella condizione statica che nella condizione sismica utilizzando i parametri caratteristici dei terreni e i valori caratteristici dei carichi.

Risultati:

Analisi statica : il fattore di sicurezza minimo è stato ottenuto nella sezione 5 con il metodo di Janbu semplificato e vale: FSmin = 1,372.

Analisi sismica : Il fattore di sicurezza minimo è stato ottenuto nella sezione 5 con il metodo di Janbu semplificato e vale: FSmin = 1,219.

Tutti i fattori di sicurezza ottenuti risultano maggiori di 1,2, pertanto la verifica a stabilità globale dell'opera è soddisfatta.

10. VERIFICHE DI STABILITÀ E DI TRACIMAZIONE

10.1 Verifica di stabilità dei massi della mantellata

Per il dimensionamento dei massi della mantellata, si è utilizzata la nota formula di Van Der Meer, riportata di seguito, che rispetto alla formula di Hudson permette di tener conto dell'azione di onde irregolari e gli effetti della variabilità del periodo (v. dettagli nella relazione meteomarina R06).

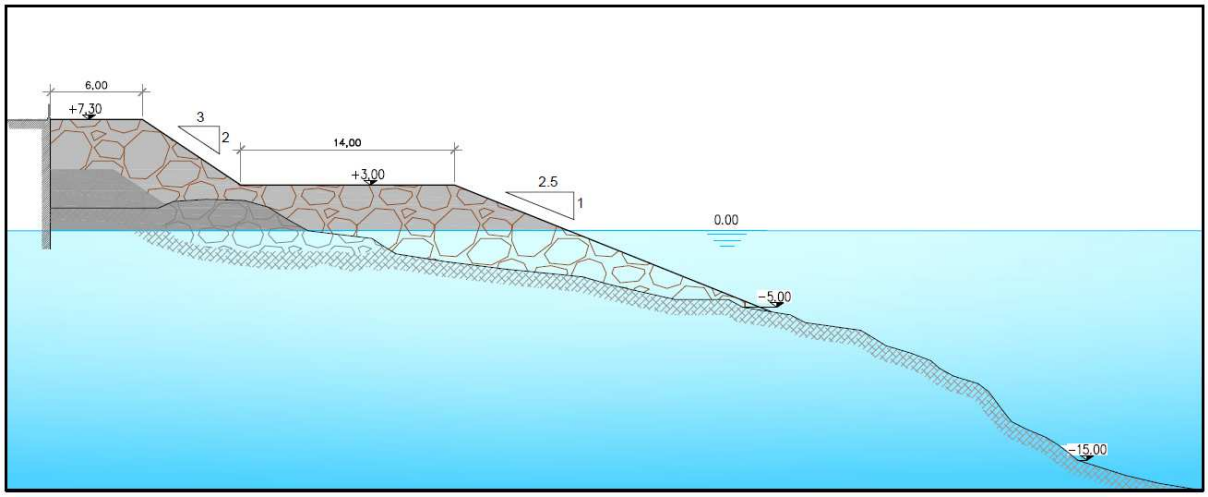
Come onda di progetto è stata assunta l'onda frangente con tempo di ritorno 100-ennale, come definita ai paragrafi precedenti.

Alla luce dei risultati ottenuti, per la realizzazione dell'opera saranno quindi utilizzati massi naturali delle seguenti pezzature:

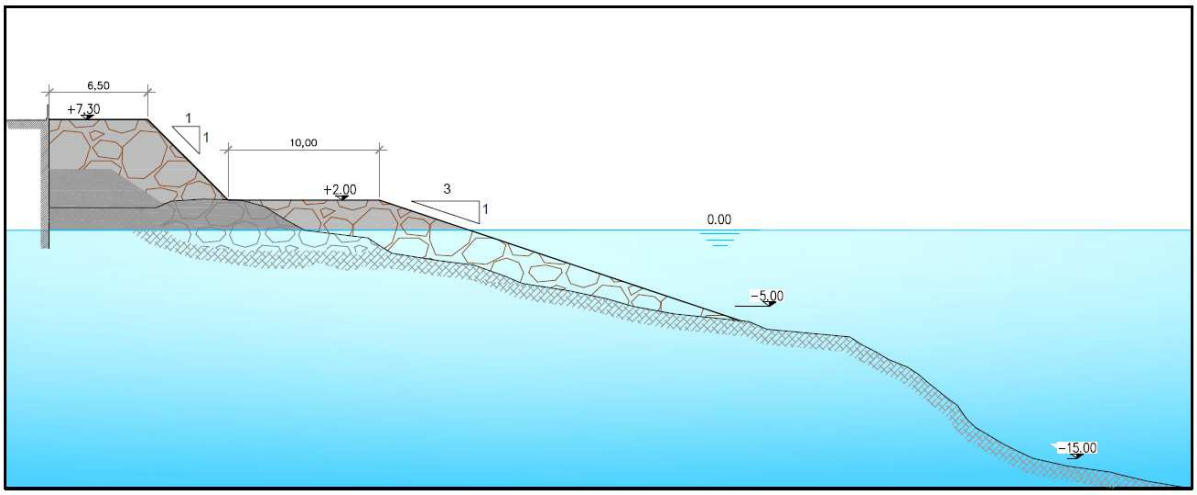
- massi naturali di IV categoria (oltre 7 t) con peso compreso tra 9 e 12 t per la mantellata esterna nei punti maggiormente esposti al moto ondoso nella zona intorno al livello medio mare;
- massi naturali di IV categoria (oltre 7 t) con peso compreso tra 7 e 9 t per il piede della scogliera nell'angolo sud est;
- massi di II categoria (a 1 a 3 t) per lo strato interno della scogliera nella parte adiacente il depuratore.

10.2 Stima della tracimazione

Come riportato in dettaglio nella relazione meteomarina R05, è stata eseguita la stima delle portate di overtopping, utilizzando il software web fornito da:
EurOtop ANN and EurOtop-database all'indirizzo www.unibo.it/overtopping-neuralnetwork/
Al fine di poter valutare la risposta dell'opera a progetto in riferimento alla configurazione di progetto preesistente sono state effettuate prove sia nella configurazione di progetto che nella configurazione preesistente. Entrambe le configurazioni sono state testate sia in caso di livello del medio mare pari a zero sia in caso di sopraelevazione pari a 1 m.



Schematizzazione configurazione di progetto



Schematizzazione configurazione di progetto preesistente

Sinteticamente, si può osservare che con la nuova configurazione di progetto le portate medie di tracimazione, rispetto alla configurazione di progetto preesistente:

- nel caso di livello medio marino sopraelevato passano da 1.2 a 0.62 l/s per m, abbassandosi del 48%;
- nel caso di livello medio marino pari a zero passano da 0.32 a 0.20 l/ s per metro, abbassandosi del 38%.

11. MATERIALI, COSTI E TEMPI DI ATTUAZIONE

Per la realizzazione della nuova opera sono necessarie circa 51.000 t di massi naturali, che verranno reperiti nelle cave limitrofe e in aree anche in ambito extraregionale, dove i massi presentano idonee caratteristiche litologiche e cromatiche (Toscana, Sardegna, Piemonte).

Il costo dei lavori è pari a circa 3 milioni di Euro.

Di seguito si presentano le previste tempistiche di attuazione:

- approvazione del progetto definitivo/esecutivo: 50 giorni;
- documenti per appalto, affidamento dei lavori: 60 giorni;
- realizzazione delle opere: 270 giorni;
- collaudi: 30 giorni.