Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Redatto	Verificato	Approvato
003	11/10/2019	REVISIONE GENERALE				
001	.....	PRIMA EMISSIONE	Ing.	Ing.	Arch.	Arch. .....

COMUNE DI GENOVA

AREA RISORSE TECNICO OPERATIVE	Direttore Ing. Stefano PINASCO
DIREZIONE INFRASTRUTTURE E DIFESA DEL SUOLO	Direttore Ing. Stefano PINASCO
SETTORE ATTUAZIONE OPERE IDRAULICHE	Direttore Dott. Arch. Roberto VALCALDA

CAPO PROGETTO ...	RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO **Ing. Stefano PINASCO**

RAGRUPPAMENTO:

Capogruppo / Mandataria

STUDIO BALLERINI INGEGNERI ASSOCIATI

Mandanti

INJECTOSOND ITALIA S.r.l.

PRINCIPE S.r.l.

ARAN PROGETTI S.r.l.

Simone Parodi Ingegnere

Computi metrici e Capitolati
...
...

Rilievi
...
...

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione)

Studi Geologici
...

Relazione Paesaggistica
...

Intervento/Opera

Progetto Definitivo-Esecutivo delle opere per l'adeguamento funzionale del molo di protezione e delle banchine del porticciolo di Nervi, in Comune di Genova, al fine della stabilizzazione del fondale del paraggio in corrispondenza del porticciolo stesso

Oggetto della tavola

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Municipio LEVANTE	IX
Quartiere	
Serie tavole	
N° prog. tav.	N° tot. tav.
Scala	Data 08-2019

Tavola N°

Livello Progettazione	Definitivo	ARCHITETTONICO/STRUTTURALE

Codice MOGE	Codice PROGETTAZIONE	Codice OPERA	Codice ARCHIVIO
----	---	---	---

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DEL COMUNE DI GENOVA E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

SOMMARIO

1 Introduzione 1

1.1 Premesse 1

1.2 Scopo del progetto 1

1.3 Descrizione del sito 2

1.3.1 Aspetti idraulico-marittimi 2

1.3.2 Aspetti geologico-geotecnici 4

1.4 Classificazione sismica del sito 4

2 Lo stato dei luoghi 5

3 Attività di progettazione 10

3.1 Opera di difesa esterna 10

3.2 Pontile in testata del molo frangiflutti 12

3.3 Banchina 14

3.4 Protezione della spiaggia 14

3.5 Conclusione 15

4 Descrizione sommaria dell'intervento 16

4.1 Interventi previsti 16

4.1.1 Salpamenti 16

4.1.2 Scogliera soffolta 19

4.1.3 Pontile in testata del molo frangiflutti 20

4.1.4 Banchina a giorno lato ponente 21

4.1.5 Soglia di protezione della spiaggia 22
4.1.6 Interventi di consolidamento del muro di sostegno della strada 23
4.2 Modalità di esecuzione dei lavori 23
4.2.1 Barriera soffolta 23
4.2.2 Pontile in testata molo frangiflutti 24
4.2.3 Banchina a giorno lato ponente 24
4.2.4 Soglia di protezione della spiaggia 25
5 Modalità di progettazione 26
5.1 Normativa di riferimento 26
6 Quadro economico e tempi di realizzazione 27

1 INTRODUZIONE

1.1 Premesse

Il presente progetto riguarda l'adeguamento del molo frangiflutti e delle banchine esistenti del porticciolo di Nervi, nel Comune di Genova, al fine della stabilizzazione della spiaggia posta sul lato nord e del fondale nello specchio acqueo interno al porticciolo stesso, oltre che della mitigazione dell'agitazione interna durante le mareggiate più severe.

Successivamente ad una prima emissione del progetto che prevedeva di non realizzare il pontile in testata del molo frangiflutti proposto nello studio di fattibilità a base d'appalto, si è provveduto ad integrare il progetto reinserendo il suddetto pontile su espressa richiesta dall'Amministrazione. Inoltre, sempre su richiesta dell'Amministrazione, si è provveduto a modificare la quota della sommità della barriera soffolta in corrispondenza della bocca di accesso al porticciolo e ad allargare la berma di sommità della scogliera esistente a protezione del molo frangiflutti.

1.2 Scopo del progetto

Il bacino portuale è da tempo soggetto ad un inasprimento di tre emergenze:

- l'agitazione interna. in occasione delle mareggiate più intense, è particolarmente notevole, tanto da indurre la tracimazione del muro di sostegno della via Caboto, con il conseguente allagamento dei locali posti al piano terra degli edifici prospicienti che per la maggior parte ospitano esercizi commerciali;

- l'erosione della spiaggia a valle di via Caboto, conseguente alle cause di cui al punto precedente;

- l'insabbiamento del bacino portuale conseguente, a quanto viene riferito, ai ripascimenti delle spiagge del levante cittadino. Insabbiamento costituito da materiale di granulometria finissima (sabbie limose e limi) fluitati dalle mareggiate provenienti dal terzo quadrante.

Tale insabbiamento richiede, come ben noto, periodiche opere di dragaggio con conseguente onere per l'Amministrazione Comunale.

I lamentati disagi da parte della popolazione locale e dei fruitori abituali del porticciolo hanno indotto l'Amministrazione comunale a provvedere ad una serie di interventi atti a migliorare la situazione, al fine di migliorare la fruibilità delle aree e di renderle più sicure sia dal punto di vista nautico, sia di quello turistico e ambientale.

1.3 Descrizione del sito

1.3.1 Aspetti idraulico-marittimi

Il Porticciolo di Nervi è situato in corrispondenza dell'insenatura naturale presente allo sbocco del torrente Nervi in Comune di Genova.

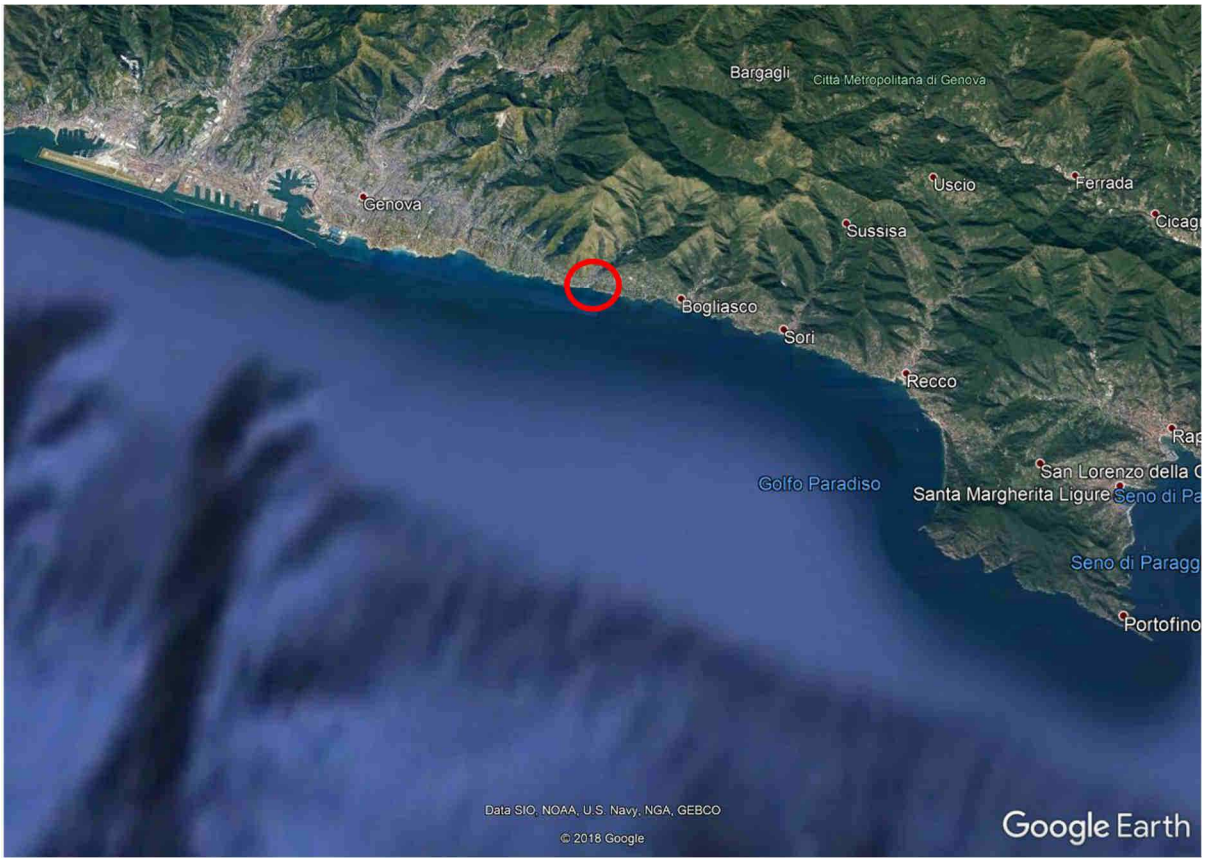


Figura 1 Localizzazione del porticciolo di Nervi

Il paraggio è esposto ad un settore di traversia compreso tra 140° N e 230° N, con estensione variabile sino a più di 500 km in direzione 220° N.

L'unità fisiografica del paraggio sotto costa è intuitivamente delimitata da Punta Portofino a Sud e da Genova verso Nord, con allineamento medio della linea di costa prossimo a 100° - 280° N.

La spiaggia sommersa ha una pendenza rilevante, con fondali che raggiungono a breve distanza dalla costa profondità maggiori di 100 m.

In particolare, il fondale naturale antistante il porticciolo ha una pendenza media del 2÷2,5% e raggiunge la profondità di circa 3,5 m in corrispondenza dell'imboccatura.

A causa degli effetti indotti dalla variazione di profondità del fondale (rifrazione, *shoaling*, attrito al fondo) il moto ondoso proveniente dal largo viene modificato sia in intensità, sia in direzione.



Figura 2 vista aerea del porticciolo

Per ottenere la distribuzione direzionale dell'altezza e del periodo delle onde, ai fini progettuali, si è fatto uso dei dati del KNMI (Istituto Reale Metereologico dei Paesi Bassi) rilevati nella zona tra 7°-11° E e 42°-45° N nel periodo 1961-1980. Sebbene tali dati siano in gran parte stimati e non misurati, e quindi in qualche misura soggettivi, sono ritenuti attendibili, con il vantaggio di essere rilevati in mare aperto senza interferenze dovute alle coste o ai bassi fondali. Le risultanze ottenute sono del tutto confermate dagli studi del Prof. P.Boccotti e dalle relazioni riportate nella pubblicazione dell'AIPCN e dell'Università di Roma per quanto riguarda le rilevazioni effettuate dalla boa ondametrica nel Golfo di La Spezia.

Lo specchio acqueo portuale è protetto a ponente da un molo frangiflutti e delimitato a levante da una falesia e da una scogliera sottostante.

La Relazione idraulica marittima che riguarda gli aspetti sopra citati è allegata al presente progetto.

1.3.2 Aspetti geologico-geotecnici

Ai fini della caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione delle nuove opere si fa riferimento ad una recente serie di indagini effettuate nell'ambito del progetto di sistemazione dell'area dell'esistente piscina, redatto dal Comune di Genova e dallo stesso messe a disposizione.

Tali informazioni si ritengono sufficienti ai fini delle verifiche geotecniche delle opere progettate che sono del tipo a fondazione diretta e prevedono carichi di limitata intensità.

1.4 Classificazione sismica del sito

Con D.G.R. n.216 del 17/03/2017 è entrato in vigore l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria, in base al quale la zona in esame è classificata come **zona 3**.

2 LO STATO DEI LUOGHI

Dalla documentazione fornita dall'amministrazione appaltante e dalle testimonianze raccolte nel corso dei sopralluoghi effettuati è emerso che durante le mareggiate, soprattutto con provenienza da libeccio, le onde si incanalano attraverso l'imboccatura portuale con maggior vigore rispetto al passato, quando il molo frangiflutti era protetto da una scogliera di dimensioni più contenute verso ponente rispetto a quelle attuali e sul lato levante non erano presenti i massi che, secondo quanto ci è stato riferito, si sono accumulati in tempi più recenti.

Come si è potuto osservare durante i sopralluoghi effettuati, in effetti, i massi presenti al piede della falesia di levante sono di tipologia chiaramente diversa da quelli locali. è presumibile che tali massi provengano dalla scogliera di protezione del molo frangiflutti a seguito dell'erosione della mantellata e siano stati trasportati in tale posizione dalle forti correnti marine che si generano durante le mareggiate più severe.

Durante i suddetti sopralluoghi si è osservato che la parte emersa della scogliera è molto ripida, con una berma di sommità molto larga ed è costituita da massi naturali di modeste dimensioni, disposti in modo tale da presentare una superficie molto poco scabra e tale quindi da favorire la risalita delle onde (*run-up*) e la conseguente tracimazione dell'opera di difesa.

Entrambi i fattori sopra esposti sono senza dubbio la causa principale della forte agitazione interna che si verifica in corrispondenza delle mareggiate più severe. Una concausa sicuramente sfavorevole consiste nella riflettenza delle opere portuali interne caratterizzate tutte da paramento esterno verticale.

A seguito della forte agitazione interna che ne deriva, la spiaggia posta sul lato nord della baia al di sotto della strada pubblica è soggetta ad erosione ed il muro di sostegno della strada stessa ha subito nel tempo danni evidenti soprattutto nella parte inferiore del paramento esterno.

Per contro, lo specchio acqueo portuale risulta soggetto a fenomeni di insabbiamento che sembrano dovuti non tanto agli apporti del torrente, quanto ad apporti di materiale molto fine (limo) provenienti da mare attraverso l'imboccatura, trasportati in sospensione dalla corrente litoranea durante le mareggiate di libeccio. Il motivo di tale fenomeno trova giustificazione nel fatto che, non essendo presenti spiagge a levante fino al promontorio di Portofino dal quale

il paraggio è protetto, gli unici apporti di materiale fine possono essere causati dai ripascimenti delle spiagge artificiali poste lungo la costa a ponente,

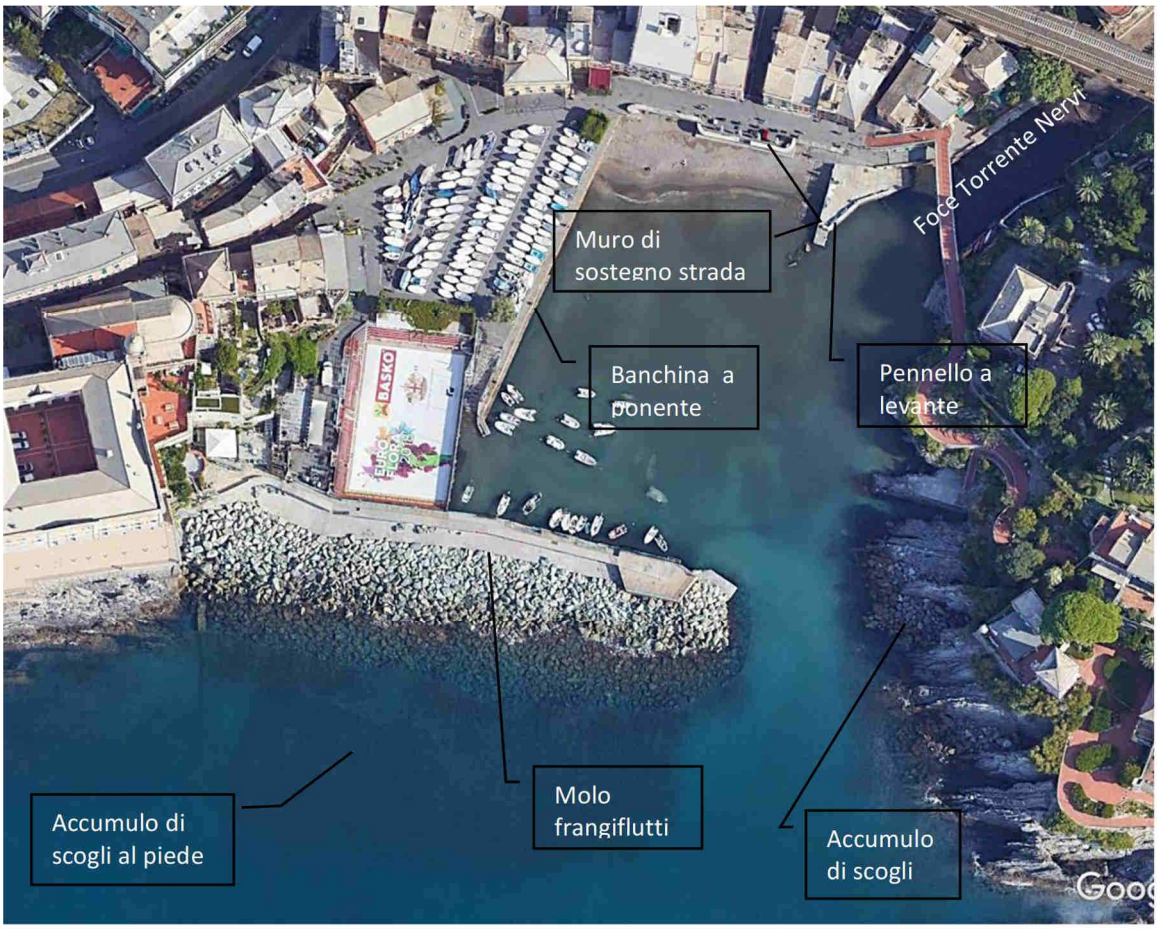


Figura 3 Area portuale – Vista aerea



Figura 4 Lato interno del molo frangiflutti

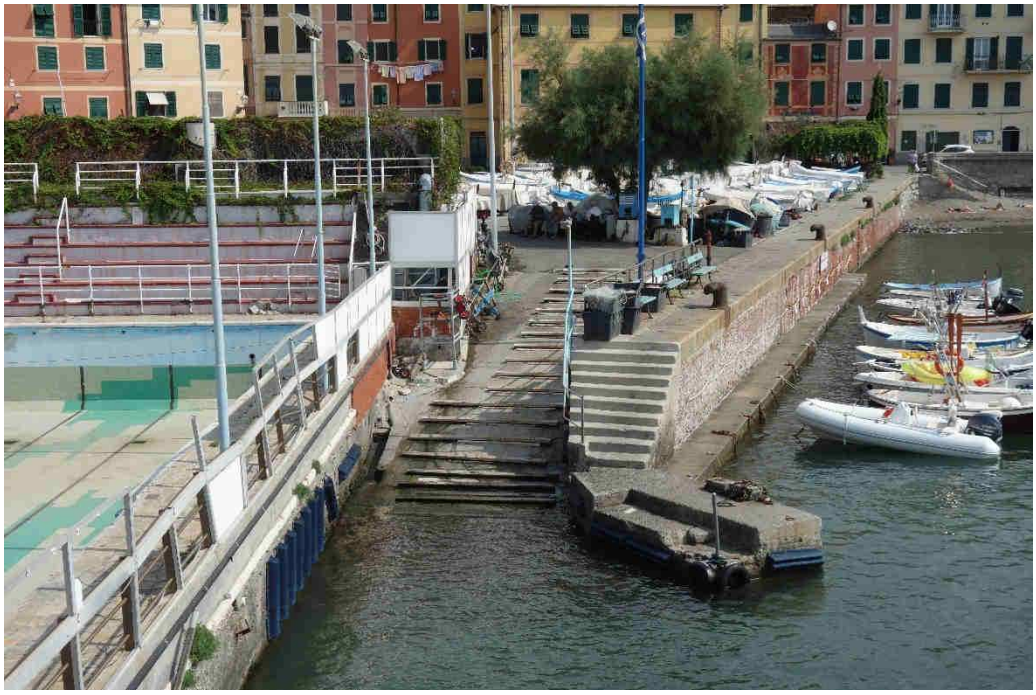


Figura 5 Banchina esistente lato ponente e parete piscine esistente



Figura 6 Pennello lato levante allo sbocco del torrente Nervi

Per quanto riguarda la spiaggia a valle di via Caboto, è da rilevare che le onde residue indotte dalle mareggiate più intense raggiungono il muro di sostegno della strada soprastante, inducendo al piede del paramento esterno erosioni, localmente profonde, che necessitano di interventi di riparazione (v. Figura 7). Dai sopralluoghi effettuati non risultano, però, fenomeni di sgrottamento alla base della fondazione che possano compromettere la stabilità della struttura.

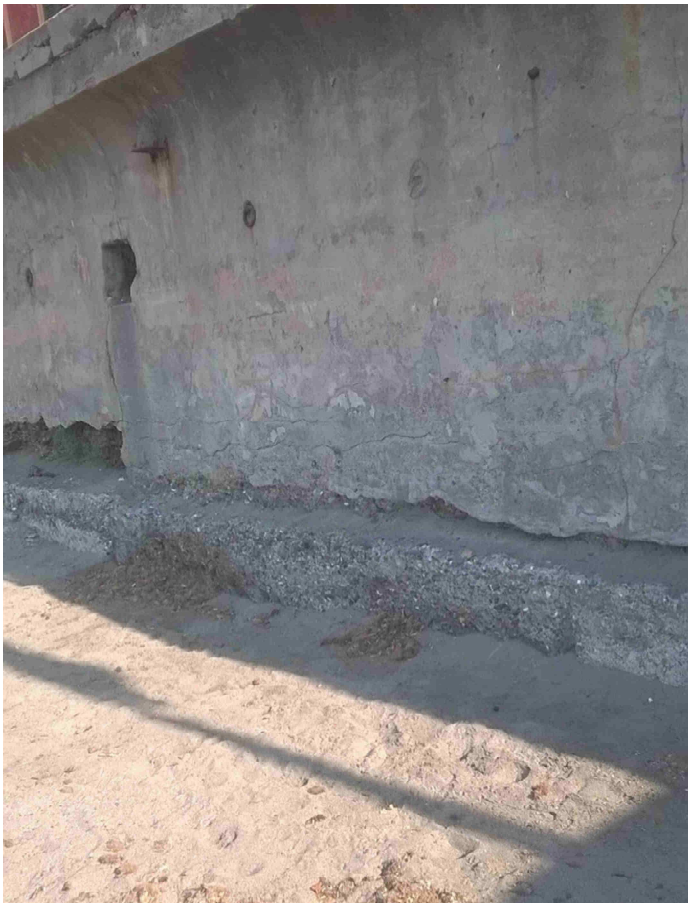


Figura 7 Piede del muro di sostegno della strada Via Caboto

3 ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE

Prima di dare corso alla progettazione definitiva è stata analizzata la documentazione allo studio di fattibilità tecnica ed economica a base d'appalto, sono state cercate le ulteriori informazioni necessarie e sono state raccolte preziose informazioni e testimonianze anche sul luogo riferite sia da fruitori abituali del porticciolo sia da alcuni abitanti della zona.

La causa principale dei disagi lamentati all'interno dell'area portuale deriva sostanzialmente dall'insufficiente protezione da parte del molo frangiflutti nei confronti delle mareggiate più severe che si verificano periodicamente in corrispondenza del paraggio e delle modifiche introdotte negli anni alla conformazione della bocca di accesso.

3.1 Opera di difesa esterna

Già lo studio di fattibilità tecnica ed economica a base d'appalto prevedeva una risagomatura della testata della scogliera di protezione del molo frangiflutti, con lo scopo di deviare la corrente litoranea più verso il largo, in modo tale da limitare l'ingresso dei sedimenti fini attraverso l'imboccatura. Nonostante tale effetto, chiaramente dimostrato dalle analisi numeriche riportate nello studio idraulico allegato al progetto a base di gara, abbia una discreta efficacia, si è osservato che la sagoma planimetrica proposta a progetto potrebbe produrre una concentrazione di energia del moto ondoso incidente, causando un peggioramento della risalita delle onde e quindi un aumento della tracimazione. Tutto ciò a discapito delle conseguenti condizioni di agitazione interna.

A tale proposito si è sentito anche il parere di esperti in idraulica marittima, sia dell'Università di Genova, sia dell'Università di Parma, i quali hanno espresso parere concordante su tale osservazione.

Pertanto, sulla base delle considerazioni di cui sopra e tenendo anche conto del non trascurabile aspetto riguardante l'impatto ambientale e paesaggistico, si è pensato di proporre una scogliera sufficientemente sommersa che, a fronte di un impatto decisamente minore sul paesaggio, è risultata dal punto di vista idraulico, fin dalle prime analisi effettuate, molto efficace nei confronti della riduzione dell'energia incidente sul molo frangiflutti. Tale soluzione è, inoltre, sembrata da subito una valida alternativa a quanto previsto nel citato

studio di fattibilità, anche nei confronti dell'effetto di allontanamento delle correnti litoranee dall'imboccatura portuale e quindi di una riduzione dell'apporto di sedimenti fini verso l'interno del bacino portuale.

Tale soluzione, infine, non risulta alterare in modo negativo l'equilibrio ambientale.

Successivamente si è dato corso all'esecuzione delle analisi idrauliche su modello matematico, condotte sia nella configurazione attuale del porticciolo, sia in quella di progetto, che hanno compreso lo studio della propagazione del moto ondoso verso costa a partire dal largo, della trasmissione oltre la scogliera soffolta, della penetrazione all'interno attraverso l'imboccatura portuale e dell'andamento delle correnti associate.

Le analisi numeriche, eseguite con il supporto dell'Istituto di Idraulica dell'Università di Parma, che ha fornito preziosi suggerimenti e consigli nella modellazione, hanno fornito risultati del tutto coerenti con quelli preliminari nella fase iniziale di approccio.

Le analisi nella configurazione di progetto sono state eseguite in due ipotesi di lunghezza della barriera, entrambe con origine a ponente dal piede della scogliera sottostante l'edificio del Collegio Emiliani,:

- Soluzione A: sviluppo verso levante fino alla falesia sottostante il Castello;
- Soluzione B: interruzione a ponente dell'imboccatura portuale in corrispondenza della testata del molo frangiflutti esistente

In entrambi i casi si è ottenuta una buona riduzione dell'altezza dell'onda incidente al piede della scogliera esistente.

La soluzione che prevede una barriera soffolta, peraltro, è stata accolta favorevolmente da alcuni degli Enti interessati, interpellati preventivamente per avere eventuali osservazioni e per poter scegliere la soluzione progettuale nel modo più adeguato, tenendo conto sia delle esigenze di funzionalità espresse dall'Amministrazione Comunale, sia degli aspetti paesaggistici e ambientali che caratterizzano l'area.

Peraltro tale soluzione consentirebbe di non modificare la scogliera esistente a protezione del molo frangiflutti, la quale necessiterebbe solamente di una rifioritura con scogli di dimensioni più adeguate nelle zone soggette a maggior degrado.

A seguito di espressa richiesta dell'Amministrazione sono stati inseriti nella presente revisione del progetto l'allargamento della berma di sommità della scogliera esistente, l'abbassamento della sommità della soffolta in corrispondenza dell'imboccatura portuale ed il pontile per l'attracco dei battelli turistici in testata al molo.

Pertanto si è provveduto a svolgere una ulteriore analisi in tale configurazione:

- Soluzione C: abbassamento della sommità della barriera in corrispondenza dell'imboccatura portuale e presenza del pontile per l'attracco dei battelli turistici in testata al molo

L'analisi idraulica svolta in tale configurazione ha fornito risultati poco dissimili a quelli della soluzione A. Tale risultato dipende sostanzialmente dal fatto che l'abbassamento della sommità della barriera soffolta è compensato quasi totalmente dal suo allargamento e che la struttura del pontile in testata è di tipo antiriflettente e pertanto il suo comportamento è molto simile a quello della scogliera esistente.

3.2 Pontile in testata del molo frangiflutti

La posizione del pontile a servizio dei battelli, così come richiesta dall'Amministrazione, risulta del tutto inusuale in quanto estremamente esposta all'attacco ondoso.

Tenuto conto delle raccomandazioni per i porti turistici per i quali i criteri di tolleranza per la sicurezza dell'utenza sono riportati nel grafico che segue, l'utilizzo del pontile dovrà essere limitato a condizioni di mare con onde di altezza inferiore a 50 cm.

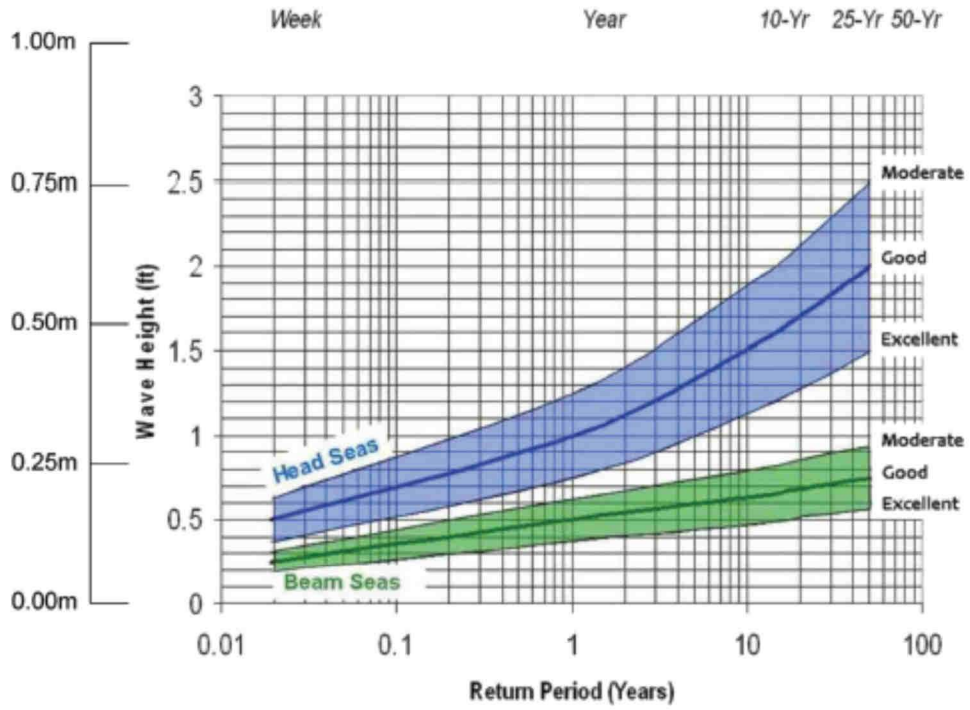


Figure 6.1: Tolerance for harbour tranquility criterion [ASCE, 2012]

Tenuto conto che la posizione del pontile in testata al molo frangiflutti, indipendentemente dalle prescrizioni che saranno impartire dagli organi competenti ai fini della sicurezza della navigazione, può risultare pericolosa, in special modo durante le operazioni di accosto e ormeggio/disormeggio, di imbarco e sbarco dei passeggeri e di allontanamento del battello, nel caso assolutamente non improbabile che si presenti un'onda anomala causata da una nave in transito al largo, o dell'urto di qualche natante a motore di grossa potenza sfuggito al governo di qualche "imprudente" pilota, si ritiene, come convenuto con l'Amministrazione, che per l'esercizio del pontile siano utilizzate le massime cautele e che lo stesso avvenga sotto il controllo di apposito personale qualificato.

E' evidente che, considerata l'esposizione dell'opera all'azione del mare, la pavimentazione ed il rivestimento del muro come previsti a progetto per soddisfare le esigenze paesaggistico-ambientali risulteranno estremamente soggetti ad erosione e danneggiamenti e perciò comporteranno frequenti controlli e lavori di manutenzione. L'unica alternativa per limitare al massimo gli oneri di manutenzione è quella di lasciare le superfici in calcestruzzo a vista, ovviamente a discapito dell'aspetto estetico dell'opera.

3.3 Banchina

Al fine di ridurre ulteriormente l'agitazione interna al bacino portuale e cercare di rendere più stabile la spiaggetta nei confronti dell'erosione, per la realizzazione della banchina lato ponente in aderenza a quella esistente si è proposta una soluzione con elementi scatolari prefabbricati riempiti di massi naturali atti ad assorbire buona parte dell'energia del moto ondoso interno. Si noti che la soluzione proposta, del tutto usuale e già impiegata dagli scriventi ha i vantaggi di:

- ridurre la riflessione delle onde incidenti ortogonalmente alla scogliera;
- ridurre la corrente longitudinale a causa della presenza delle pareti degli scatolari.

Per quanto riguarda la larghezza della banchina, inizialmente proposta pari a 3 m esclusivamente per motivi di efficacia idraulica, in seguito alle perplessità emerse dagli Enti di cui sopra, la stessa è stata ridotta a 2 m. La quota del piano banchina, che nel progetto appaltato era stata richiesta pari a +0,70 m l.m.m., è stata fissata ad una quota pari a +0,90 m per mantenere lo stesso livello della piazzuola lato piscina di cui al progetto di sistemazione sviluppato dal Comune di Genova, anche se si ritiene che sarebbe opportuno portare tale livello ad una quota di almeno 1 m, al fine di evitare il rischio di formazione di muschio sul pavimento a causa del bagnasciuga che si può verificare periodicamente in concomitanza delle massime sopraelevazioni del livello del mare. La formazione di muschio sul piano calpestabile, infatti, sarebbe un pericolo per l'incolumità delle persone in quanto potrebbe causare pericolose cadute per scivolamento.

3.4 Protezione della spiaggia

Per quanto riguarda la spiaggia si è optato per una soluzione meno invasiva di quella proposta nello studio di fattibilità eliminando i due pennelli ai lati della stessa e proponendo una soglia sommersa con la sommità alla profondità di -1,00 m l.m.m. realizzata con sacchi riempiti di sabbia, protetti superiormente da una strato di ciottoli.

Tale soluzione è stata prescelta al fine di rendere meno pericoloso l'accesso alla spiaggia rispetto a quello che avrebbe potuto rappresentare una scogliera di massi.

Anche in questo caso si è tenuto conto degli aspetti paesaggistici ed ambientali cercando di ottenere il miglior compromesso tra le esigenze dell'Amministrazione appaltante e quelle paesistico- ambientali evidenziate nel corso degli incontri preliminari con gli Enti interessati.

3.5 Conclusione

Come risulta dalle analisi numeriche svolte la soluzione più conforme alle aspettative è quella che prevede la realizzazione della soffolta per l'intera lunghezza con berma a quota -3 m l.m.m. (**soluzione A**), in quanto sicuramente riduce sia il trasporto litoraneo verso il bacino portuale, sia la penetrazione del moto ondoso ed assicura una buona fruibilità dello specchio acqueo portuale.

La **soluzione C** che prevede l'abbassamento della berma a quota -4 m l.m.m. in corrispondenza all'imboccatura portuale, come richiesto dall'Amministrazione, mantiene una sufficiente efficacia dal punto di vista idraulico, anche se leggermente ridotta rispetto alla soluzione A, ma fornisce un maggior grado di sicurezza per la navigazione nel caso di forti mareggiate.

La **soluzione B** che prevede la riduzione della lunghezza della barriere soffolta lasciando libero il canale di accesso al porticciolo fa prevedere una riduzione del trasporto litoraneo verso la darsena soddisfacente, ma consente una notevole penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino portuale. Tale soluzione può comunque essere adottata provvisoriamente nel caso che l'Amministrazione decidesse di realizzare la barriera soffolta in due fasi successive

4 DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'INTERVENTO

4.1 Interventi previsti

Gli interventi previsti nel presente progetto comprendono:

- salpamento dell'esistente cordonatura in new jersey di calcestruzzo presente sul fondale a levante dell'imboccatura portuale e di scogli al piede della falesia a levante del canale;

- realizzazione di una scogliera soffolta a mare dell'esistente molo frangiflutti su fondale di circa -8,00 m l.m.m con berma a quota -3,00 m l.m.m. di larghezza 6,00 m,. nel tratto antistante il molo frangiflutti esistente e con berma a quota -4,00 m l.m.m. di larghezza 8,00 m, nel tratto in corrispondenza dell'imboccatura portuale;

- riprofilatura della scogliera di protezione del molo esistente tramite l'allargamento della berma di sommità e la rifioritura della scarpata a mare;

- realizzazione di un pontile in testata del molo frangiflutti a servizio dei battelli turistici;

- realizzazione di una struttura a giorno con caratteristiche antiriflettenti, in adiacenza all'esistente muro di banchina a sostegno del piazzale di levante, attualmente adibito a deposito imbarcazioni, con sviluppo di circa 48 m lungo il muro stesso;

- realizzazione di una soglia di protezione al piede della spiaggia e successivo ripascimento della spiaggia stessa con materiale grossolano di fiume al fine di evitarne l'erosione da parte del moto ondoso incidente, sia pur modesto secondo le previsioni.

4.1.1 Salpamenti

Dai rilievi anche fotografici effettuati nell'ambito della Valutazione preventiva di interesse archeologico allegata allo studio di fattibilità tecnica economica a base di gara risulta che le due barriere, costituite da blocchi in calcestruzzo presenti esternamente all'imboccatura portuale, una a levante e l'altra a ponente con direzione nord-sud, costituiscono un ostacolo al libero transito dei sedimenti in direzione longitudinale alla linea di costa.

Dai rilievi messi a disposizione dall'Amministrazione effettuati in tempi successivi, tali barriere sembrano produrre un, seppur modesto, innalzamento del fondale in corrispondenza dell'imboccatura del porticciolo.

In particolare la barriera lato levante, come si può osservare nella foto di Figura 8, evidenzia un accumulo di materiale sabbioso sul lato di ponente. E' quindi evidente che questa barriera favorisce il trasporto della sabbia verso il porto.

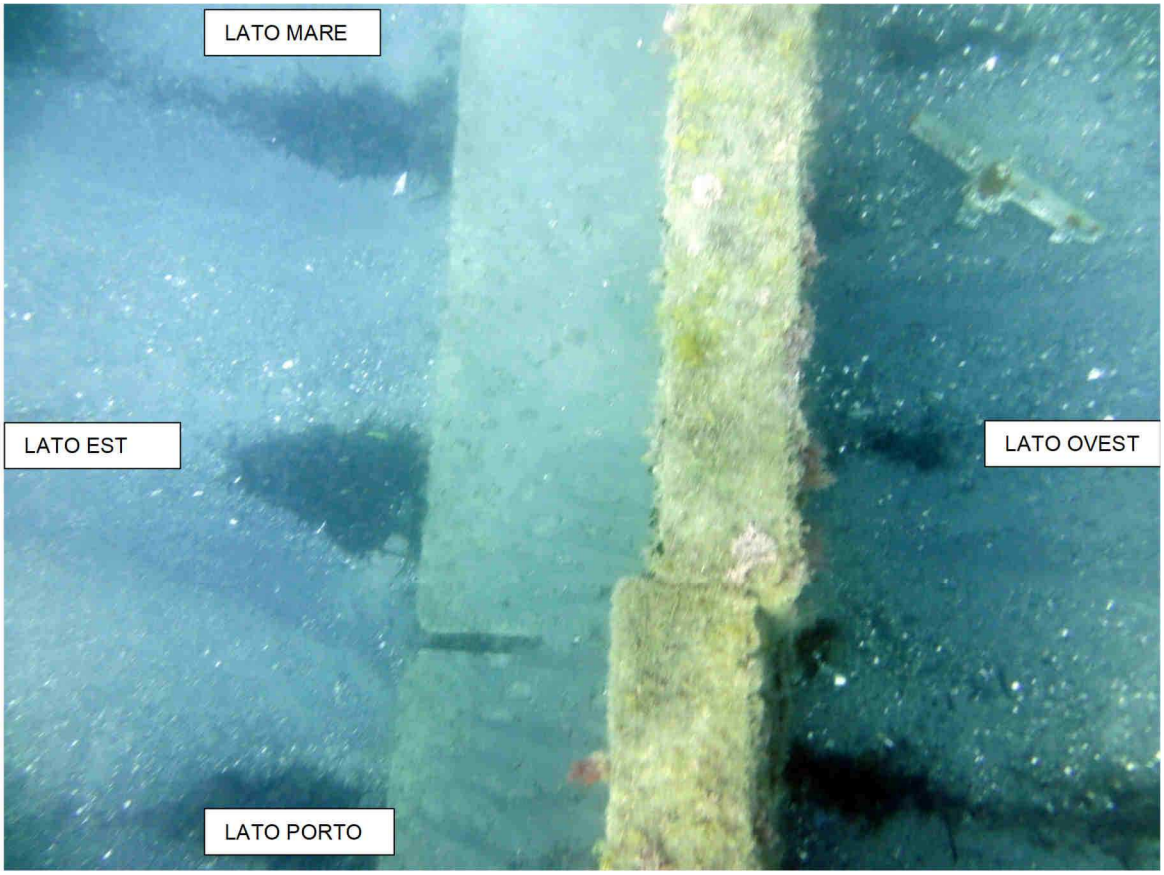


Figura 8 Foto subacquea della barriera lato levante – Foto n. 31

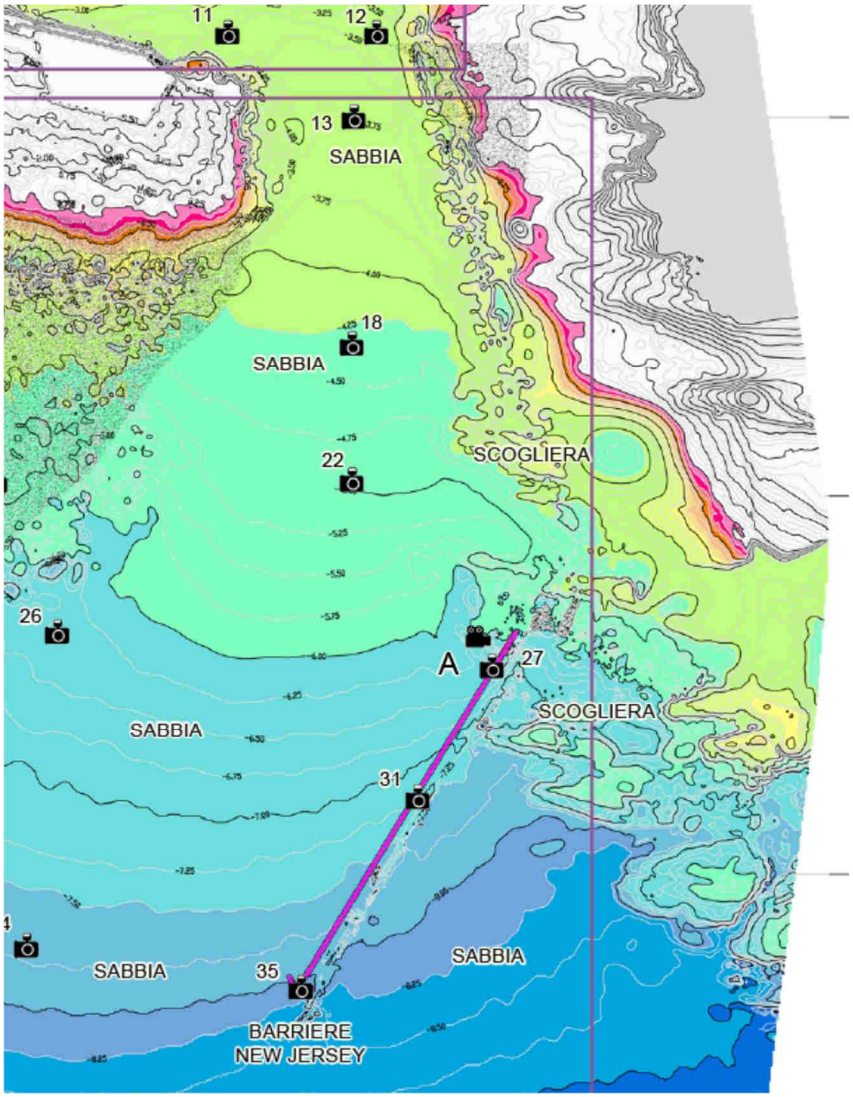


Figura 9 Stralcio planimetria viste fotografiche

Per tale motivo il presente progetto prevede la rimozione di tale barriera la quale, per altro, verrebbe ad essere in parte inglobata nella nuova scogliera soffolta.

Per quanto riguarda l'accumulo di scogli lungo il piede della falesia posta a levante dell'imboccatura portuale, si ritiene che generino un ulteriore restringimento della stessa, a causa del quale si genera una concentrazione di energia del moto ondoso incidente e pertanto ne è prevista in parte la rimozione.

4.1.2 Scogliera soffolta

La scogliera soffolta avrà la funzione di dissipare in parte l'energia del moto ondoso incidente sulla scogliera di protezione del molo frangiflutti esistente, in modo tale da ridurre notevolmente gli effetti di risalita sulla scogliera stessa (run-up) e la conseguente tracimazione (overtopping). La sua funzione sarà, inoltre, quella di mantenere le correnti litoranee con direzione quanto più possibile parallela alla linea di costa, allontanandole dall'imboccatura portuale e riducendo il trasporto dei materiali fini in sospensione all'interno del bacino portuale, che allo stato attuale risultano essere la principale causa di insabbiamento dello specchio acqueo interno.

L'opera è prevista imbasata alla quota di circa -8,00 m l.m.m. con uno sviluppo a partire dalla scogliera naturale sottostante il Collegio Emiliani dei Padri Somaschi a ponente fino alla scogliera lato levante in corrispondenza del sovrastante castello.

In sede di prima stesura del progetto era stata prevista una berma con sommità a quota -3,00 l.m.m. di larghezza 6,00 m.

A seguito della richiesta dell'Amministrazione di abbassare la sommità della soffolta in corrispondenza dell'imboccatura del porticciolo, in modo da consentire il transito delle imbarcazioni nelle normali condizioni di mare e l'accesso al porto con sicurezza, anche in caso di mareggiate non particolarmente violente ad eventuali natanti in cerca di rifugio, la profondità della stessa è stata fissata alla quota -4,00 m l.m.m. pari alla quota del fondale in corrispondenza dell'imboccatura portuale. Al fine di mantenere lo scopo per il quale è stata progettata e cioè lo smorzamento dell'energia del moto ondoso incidente e quindi la riduzione dell'agitazione interna, oltre alla deviazione delle correnti litoranee più verso l'esterno e la conseguente limitazione dell'ingresso di sedimenti all'interno dello specchio acqueo portuale, la berma di sommità della barriera è stata portata a 8,00 m.

L'opera è prevista con nucleo realizzato in parte utilizzando materiale già disponibile in sito, costituito da scogli di modeste dimensioni sparsi sul fondale al piede della scogliera di protezione del molo frangiflutti e al piede della falesia di levante sottostante il castello, che certamente sono state trasportate dall'erosione della scogliera di cui sopra. Tale nucleo sarà protetto da una mantellata realizzata con due strati di scogli naturali di III categoria (con peso da 3 a 7 t) dimensionati sulla base delle risultanze degli studi effettuati dal van der Meer, in

funzione del moto ondoso incidente di progetto con periodo di ritorno di 25 anni e di un grado di danneggiamento S = 2 (danneggiamento incipiente).

Nella prima emissione del progetto era stato, inoltre, ritenuto indispensabile prevedere la riprofilatura e rifioritura della scogliera esistente a protezione del molo frangiflutti, con scogli di dimensioni opportune, in quanto erano state osservate le cattive condizioni della stessa.

A seguito della richiesta dell'Amministrazione di prevedere l'allargamento della berma di sommità della scogliera esistente per tutta la sua lunghezza, raccordando l'estremità lato mare del nuovo pontile in testata con la radice di ponente della scogliera esistente, si è provveduto ad adeguare il progetto anche sotto questo aspetto. A tal fine dovranno essere utilizzati scogli di dimensioni sufficienti a garantire la stabilità nei confronti degli attacchi ondosi più severi.

4.1.3 Pontile in testata del molo frangiflutti

La realizzazione dell'accosto per i battelli come previsto nello studio di fattibilità tecnico economica, prevede la demolizione del pontiletto esistente ed un notevole intervento di demolizione della scogliera esistente in testata, che comporterà il salpamento di ingenti quantità di scogli e dovrà essere eseguito in idonea stagione al fine di evitare che una mareggiata possa ostacolare la regolare prosecuzione delle opere di ripristino e di compromettere la stabilità della preesistente struttura storica del molo, della quale non si hanno informazioni.

La quota di imbasamento del nuovo pontile come da disposizioni dell'Amministrazione sarà pari a quella del fondale esistente

La struttura è prevista realizzata tramite cassoni prefabbricati in c.a. di modeste dimensioni, con camere di smorzamento, che successivamente alla posa in opera saranno riempite con scogli naturali di opportune dimensioni.

Tale tecnica è estremamente efficace per consentire una buona riduzione della riflessione del moto ondoso incidente, per la presenza sia delle celle, sia degli scogli contenuti all'interno delle stesse.

La costruzione dei cassoni è prevista al di fuori della zona dei lavori in apposita area che sarà onere dell'appaltatore individuare. Il trasporto degli stessi dal cantiere di produzione al sito di

utilizzo avverrà via mare in galleggiamento. Per tale operazione i cassoni avranno tutte le pareti chiuse e saranno dotati di adeguata copertura stagna al fine di evitare immissione d'acqua di mare durante il trasporto all'interno e quindi il pericolo di affondamento. I cassoni saranno affondati nel punto previsto a progetto tramite il riempimento con acqua di mare, previa rimozione dei coperchi. Una volta affondati, la parete esterna dei cassoni, sarà rimossa lungo il perimetro appositamente previsto a progetto, al fine di consentire lo smorzamento dell'energia del moto ondoso.

Successivamente al riempimento delle celle con scogli naturali, sarà realizzata la soletta di copertura in c.a. e sulla parte retrostante del pontile sarà costruito un muro di contenimento della scogliera di protezione del molo frangiflutti. Al fine di ridurre quanto più possibile l'impatto di tale struttura la sommità del muro è prevista degradante con la pendenza della scarpata della scogliera stessa e la finitura del paramento esterno sarà realizzata con massi naturali cementati nel getto, in modo da apparire come una sorta di prosecuzione della scogliera retrostante.

Una volta completata l'opera sarà ripristinata la scogliera di protezione del molo utilizzando massi di opportune dimensioni.

4.1.4 Banchina a giorno lato ponente

La principale funzione della banchina prevista sul lato di ponente lungo l'esistente muro in mattoni è quella di fornire una superficie assorbente nei confronti dell'agitazione interna al bacino portuale.

L'esistente muro di banchina, infatti, caratterizzato da un paramento esterno verticale, costituisce una parete totalmente riflettente che allo stato attuale peggiora le condizioni di agitazione interna, contribuendo all'erosione della spiaggia sottostante Via Caboto.

L'intervento prevede la demolizione dell'esistente passerella posta appena al di sopra del livello medio mare. Tale passerella risulta essere stata realizzata in aderenza all'originario muro di banchina, almeno in due fasi successive, come si evince da varie fotografie di archivio e dal suo aspetto che evidenzia alcune disomogeneità, sia nella geometria, sia nelle finiture.

Al fine di ottenere un sufficiente effetto di riduzione della riflessione del moto ondoso interno e quindi di ridurre in modo significativo l'agitazione interna al bacino portuale, la banchina sarà realizzata tramite elementi prefabbricati scatolari in c.a. posati su uno scanno di imbasamento in pietrame di cava ricavato all'interno di uno scavo subacqueo di dimensioni adeguate fino alla quota di progetto pari a -3,00 m l.m.m.

Tali elementi, aventi la geometria riportata nei disegni di progetto, saranno riempiti con scogli naturali di cava di dimensioni opportune e sulla sommità delle pareti laterali sarà realizzata una soletta in c.a. sulla quale verrà realizzata una pavimentazione in lastre di granito.

La soletta sarà realizzata tramite la posa di lastre tralicciate prefabbricate autoportanti che avranno la funzione di cassero a perdere ed il successivo completamento con getto in opera di calcestruzzo di caratteristiche adeguate a resistere all'aggressività dell'ambiente marino.

In corrispondenza dell'estremità lato piscina è prevista la demolizione dell'esistente pennello avente una geometria irregolare e sporgente rispetto all'allineamento dell'esistente muro di banchina e la realizzazione di una piazzuola di geometria regolare in prosecuzione della nuova banchina a giorno antiriflettente, il tutto secondo le richieste della Direzione Progettazione del Comune di Genova.

Tale piazzuola sarà costituita da un dado realizzato tramite n. 4 elementi prefabbricati in c.a. posti in opera e successivamente solidarizzati tra loro tramite getto di calcestruzzo all'interno della camera delimitata dalle pareti verticali. Sulla sommità del dado sarà realizzata la sovrastruttura tramite getto in opera di calcestruzzo come descritto per la soletta di copertura della banchina a giorno.

Tutte le operazioni sopra descritte sono previste effettuate da mare tramite mezzi marittimi adeguati, in modo tale da evitare, o quanto meno di limitare il più possibile, l'ingombro delle aree a terra e l'interferenza con la circolazione urbana.

4.1.5 Soglia di protezione della spiaggia

Al fine di proteggere la spiaggia dall'erosione è previsto di realizzare una scarpata tramite sacchi in geotessile, realizzato in polipropilene ad alta resistenza, riempiti con sabbia accostati e sovrapposti a costituire una scarpata con pendenza tale da limitare la riflessione delle onde

residue incidenti. Il piede di tale scarpata e la sua superficie superiore saranno protetti da uno strato di materiale grossolano (ciottoli di fiume) di opportuna granulometria, tale da limitarne più possibile il trasporto dovuto all'azione ondosa. A tergo della scarpata, inoltre, sarà eseguito un ripascimento della spiaggia con ciottoli di fiume con granulometria opportuna, al fine di garantire la stabilità nei confronti del trasporto solido al fondo.

Anche in questo caso tutte le lavorazioni sono previste eseguite da mare tramite adeguati mezzi ed attrezzature al fine di evitare le interferenze con la viabilità pubblica e l'occupazione delle aree a terra.

4.1.6 Interventi di consolidamento del muro di sostegno della strada

Il paramento esterno del muro di sostegno della strada mostra modesti segni di ammaloramento specialmente nella parte inferiore interessata dall'azione marina.

Poiché dalle ispezioni visive la fondazione appare ancora in buone condizioni, non si prevedono interventi di consolidamento della stessa, mentre è prevista la riparazione della superficie degradata tramite asportazione delle parti distaccate, pulizia accurata della superficie e successiva ricostituzione previo inghisaggio di barre in acciaio di ancoraggio alla struttura esistente.

4.2 Modalità di esecuzione dei lavori

4.2.1 Barriera soffolta

La realizzazione della barriera soffolta prevede sommariamente le seguenti fasi di esecuzione:

1- salpamento della barriera in elementi prefabbricati in c.a. sul lato levante dell'imboccatura;

2- realizzazione del nucleo della barriera tramite salpamento e ricollocamento nella posizione di progetto dei massi naturali presenti al piede delle scogliere esistenti e integrazione con materiale nuovo per la parte necessaria;

3- realizzazione della mantellata di protezione con massi naturali di cava di nuova fornitura.

4.2.2 Pontile in testata molo frangiflutti

La realizzazione del pontile per l'attracco dei battelli prevede sommariamente le seguenti fasi di esecuzione:

1- demolizione della testata del molo frangiflutti tramite asportazione e salpamento di scogli;

2- escavazione del fondale fino alla quota di progetto;

3- realizzazione dello scanno di imbasamento tramite versamento di pietrame di cava e successivo spianamento del piano di posa;

4- fornitura e posa in opera di cassoni in c.a.;

5- riempimento dei cassoni con scogli naturali;

6- costruzione della soletta di copertura del pontile;

7- realizzazione del muro di sostegno della scarpata della scogliera di protezione del molo

8- ricostruzione della scogliera di protezione del molo frangiflutti nella zona della testata;

9- realizzazione della pavimentazione del pontile in analogia a quanto previsto nel progetto di sistemazione della banchina a tergo del molo esistente nell'ambito della sistemazione dell'area dell'attuale piscina e dell'arredamento nautico;

4.2.3 Banchina a giorno lato ponente

La realizzazione della banchina a giorno prevede sommariamente le seguenti fasi di esecuzione:

1- escavazione del fondale fino alla quota di progetto;

2- demolizione della passerella esistente e regolarizzazione del paramento esterno della banchina esistente e successivi salpamento e allontanamento del materiale di risulta;

3- realizzazione dello scanno di imbasamento tramite versamento di pietrame di cava e successivo spianamento del piano di posa;

4- fornitura e posa in opera di elementi scatolari prefabbricati per la costruzione della banchina e di elementi prefabbricati per la realizzazione della piazzuola all'estremità lato sud;

5- riempimento degli elementi scatolari di banchina con scogli naturali;

6- getto in opera di calcestruzzo per la solidarizzazione degli elementi prefabbricati costituenti la piazzuola lato sud;

7- costruzione della soletta di copertura della banchina a giorno e getto della sovrastruttura del dado costituente la piazzuola lato sud;

8- realizzazione delle pavimentazioni in lastre di pietra;

9- eventuale adeguamento del piano di sbarco della scaletta esistente sulla nuova piazzuola.

4.2.4 Soglia di protezione della spiaggia

La realizzazione della soglia di protezione della spiaggia prevede sommariamente le seguenti fasi di esecuzione:

1- dragaggio del fondale fino alla quota di progetto e scavo della spiaggia come da disegni di progetto;

2- fornitura e posa in opera di ciottoli di fiume a formazione di letto di posa alla base della soglia di protezione;

3- fornitura e posa in opera di sacchi di geotessile di polipropilene riempiti con sabbia a formare una scarpata con pendenza come da disegni di progetto;

4- protezione della soglia in sacchi di sabbia e ripascimento della spiaggia con ciottoli di fiume di opportuna granulometria.

5 MODALITÀ DI PROGETTAZIONE

5.1 Normativa di riferimento

Per la progettazione strutturale e geotecnica si fa riferimento al D.M. n.8 del 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" e relativa C.S.LL.PP. n. 7 del 21/01/2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e, ove eventualmente necessario, all'Eurocodice.

Per il dimensionamento delle opere di difesa si fa riferimento a norme internazionali e manuali di progettazione quali ad esempio:

- BS 6349: British Standard Code of Practice for Maritime Structures;
- EM 1110-2-1100: Coastal Engineering Manual;
- Technical Advisory Committee on Flood Dikes – Technical Report – Wave Run-up and Wave Overtopping at Dikes

6 QUADRO ECONOMICO E TEMPI DI REALIZZAZIONE

Il preventivo di spesa è stato elaborato ai sensi della vigente normativa, sulla base del Prezzario Regionale della Liguria e, ove carente, di altri prezzari ufficiali (DEI).

L'importo dei lavori a base d'appalto risulta pari a € 3.494.164,95 che potrà essere suscettibile di variazioni conseguenti ad eventuali prescrizioni degli Enti in sede di approvazione del progetto, oltre oneri accessori e IVA se dovuta.

Per la realizzazione dei lavori è previsto un tempo di circa 10 mesi.