



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Seconda Sezione

Adunanza del 15 maggio 2023

N.° Protocollò 8/2023

OGGETTO: Affare n. 8/2023. Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale – porto di Civitavecchia. Prolungamento Banchina n. 13 – 2° lotto (II lotto OO.SS.)

LA SEZIONE

VISTA la nota prot. 1375 del 31.01.2023, acquisita agli atti di questo Consesso con prot. n. 1159 del 02.02.2023, con la quale il Presidente dell’Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale ha trasmesso per esame e parere il progetto definitivo indicato in oggetto;

VISTA la nota n. 1822 del 15.02.2023 con la quale è stata nominata la Commissione Relatrice incaricata di riferire sull’affare in oggetto;

VISTA la nota n. 2681 del 03.03.2023 e la nota n. 4535 del 06.04.2023 con la quale sono stati rispettivamente richiesti e sollecitati chiarimenti e integrazioni come riportato nelle premesse del presente voto;

VISTA la nota n. APCFG n. 5558/2023 del 12.04.2023, acquisita agli atti di questo Consesso con prot. n. 4648 del 12.04.2023, con la quale il Direttore dell’Area Pianificazione, Progettazione, Gestione delle Opere, Operazioni e Sicurezza Portuale dell’Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale ha trasmesso il materiale richiesto per integrazione;

ESAMINATI gli atti;

UDITA la Commissione Relatrice (- OMISSIS -)

PREMESSO

Con nota prot. 1375 del 31.01.2023, acquisita agli atti di questo Consesso con prot. n. 1159 del 02.02.2023, con la quale il Presidente dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale (in seguito AdSP) ha trasmesso per esame e parere il progetto definitivo del *Prolungamento Banchina n°13 - 2° lotto (II lotto OO.SS.)* del porto di Civitavecchia.

Si riporta un ampio stralcio della "Relazione Generale" che l'AdSP ha allegato a corredo della richiesta di parere.

1 PREMESSA

Il prolungamento dell'Antemurale C. Colombo ha la fondamentale funzione di proteggere dal moto ondoso l'area Nord del porto commerciale, consentendo un'adeguata operatività degli accosti, e di assicurare idonee condizioni di sicurezza nelle fasi di ingresso e di uscita dal porto. Tale prolungamento consente di ridurre sostanzialmente il downtime portuale dovuto alla penetrazione del moto ondoso come dimostrato nelle simulazioni effettuate con il modello matematico Vega in sede di redazione del PRP.

Inoltre, la disposizione planimetrica della nuova diga consente di agevolare il transito in ingresso ed in uscita delle navi che fruiranno delle infrastrutture portuali con particolare riferimento alle navi da crociera che raggiungono notevoli dimensioni come evidenziato dai risultati delle prove di navigabilità eseguite dalla Force Technology (Division for Maritime Industry, DMI), sempre in fase di redazione del PRP e successivamente dal CETENA.

2 STATO ANTE OPERAM. DESCRIZIONE DEL PROLUNGAMENTO DEL MOLO DI SOPRAFLUTTO RECENTEMENTE ESEGUITO

L'opera in progetto costituisce un ulteriore prolungamento del molo di sopraflutto recentemente realizzato (I° Lotto) di lunghezza pari a circa 415 m mediante la posa in opera di 14 cassoni cellulari in calcestruzzo armato. La disposizione planimetrica prevista dal progetto del I° Lotto (Figura 2, Figura 1) è stata variata successivamente alla gara di appalto, come riportato nella Figura 3, al fine di incrementare la larghezza dell'imboccatura e di facilitare la manovra delle navi dirette verso la darsena traghetti.

I cassoni del I° Lotto sono imbasati sopra uno scanno di fondazione costituito in massi naturali di prima categoria (peso singolo da 50÷1000 kg), protetti lato mare da una mantellata di massi naturali di terza categoria disposti in doppio strato lungo una pendenza 1:3 e superiormente da un doppio strato orizzontale di massi naturali di quarta categoria (peso singolo di oltre 7000 kg). Sul paramento interno lo scanno presenta una scarpa pari a 1/2. Al di sotto dello scanno viene steso un telo di geotessuto del peso di 700 g/cm². Il primo cassone di collegamento con l'antemurale esistente, verrà imbasato alla quota -18.50 m s.l.m., mentre i restanti 13 cassoni verranno imbasati alla -22.00 m s.l.m..

Per la ripartizione interna delle due tipologie di cassoni è stato utilizzato il medesimo modulo cellulare, che presenta dimensioni 3.92 m in direzione longitudinale e 4.51 m in direzione trasversale. I setti longitudinali hanno spessore pari a 25 cm, mentre i setti trasversali hanno spessore pari a 20 cm.

Il primo cassone di collegamento presenta un'altezza inferiore rispetto agli altri cassoni cellulari e nello specifico sarà caratterizzato da un'altezza pari a 19 m, una larghezza pari a 20 m e da una lunghezza pari a 29.86 m. All'interno il cassone sarà suddiviso in 28 (7x4) celle separate da setti in calcestruzzo armato, riempite con materiale inerte proveniente dai dragaggi. Le celle del cassone disposte verso il porto sono dotate di aperture per la dissipazione dell'energia ondosa residua aventi dimensioni di 3.10 m di altezza per 1.82 m di larghezza e raggiungono la profondità di 5.12 m dal filo esterno del fusto. Tali celle sono connesse idraulicamente tra loro mediante analoghe aperture di forma rettangolare applicate sui setti trasversali ed aventi dimensioni di 3.10 m di altezza per 1.50 m di

larghezza. Il cassone è delimitato sul fondo da una zattera in c.a. a tutta lunghezza, larga 23.0 m ed alta 0.8 m, mentre in sommità è chiuso con solette di copertura dello spessore di 20 cm.

I restanti 13 cassoni del prolungamento dell'antemurale hanno caratteristiche geometriche del tutto analoghe a quelle del primo cassone precedentemente descritto, con la sola differenza della profondità di imbasamento e del conseguente allungamento del fusto del cassone per un'altezza del manufatto pari a 22.50 m. Anche la suddivisione interna del cassone è operata per mezzo di setti interni in calcestruzzo armato formanti un ugual numero di celle (28), riempite con materiale inerte proveniente dai dragaggi. Le celle antirisacca disposte sul lato del cassone rivolto verso l'interno del porto e la zattera di base hanno le stesse caratteristiche geometriche descritte per il primo cassone.

Per evitare la perdita del materiale di riempimento, tutte le celle dei cassoni dell'Antemurale C. Colombo sono chiuse superiormente con dalle prefabbricate (solette tipo A e tipo B), ad eccezione delle celle antiriflettenti per le quali si prevede il getto in opera di calcestruzzo magro al di sopra del riempimento con materiale inerte, così da formare un tappo di 30 cm di altezza.

Sopra le solette di chiusura dei cassoni viene gettata in opera la sovrastruttura in cemento armato dotata di muro paraonde, la cui quota di coronamento è pari a 9.5 m sul l.m.m.. Il muro paraonde è posizionato in arretramento di circa 4 m rispetto al filo esterno esposto al moto ondoso.



Figura 1: Planimetria di inquadramento

La quota finale della sovrastruttura è pari a +2,50 m sul l.m.m. sul filo banchina lato porto, mentre lato mare è pari a +2,00 m s.l.m.. Il bordo interno della banchina è protetto da un paraspigolo in acciaio AISI 316 L lungo tutta la sua estensione. Il bordo banchina è reso disponibile per l'ormeggio delle navi per mezzo dell'installazione di 13 bitte in acciaio da 250 t di tiro nominale e 26 parabordi cilindrici in gomma ($\phi_e \times \phi_i$) 1600x800 mm lunghi 2 m, che sono collocati ad interasse pari a circa 15 m. La dotazione degli arredi di banchina è completata sul lato

rivolto verso l'interno del porto con l'installazione di 6 scale alla marinara e di 6 anelli di ormeggio, il tutto in acciaio AISI 316 L.

I cassoni cellulari, le dalle di chiusura, la sovrastruttura ed il muro paraonde sono realizzati con calcestruzzo avente resistenza caratteristica R_{ck} 45 N/mm², classe di consistenza S5, classe di esposizione XS3 e presentano armature in acciaio ad aderenza migliorata tipo B450C. Tutte le barre di armatura delle strutture in cemento armato che sono posizionate, anche solo parzialmente, ad una quota superiore rispetto la profondità di -2.50 m s.l.m., devono essere interamente (per l'intera lunghezza della barra) zincate a caldo.

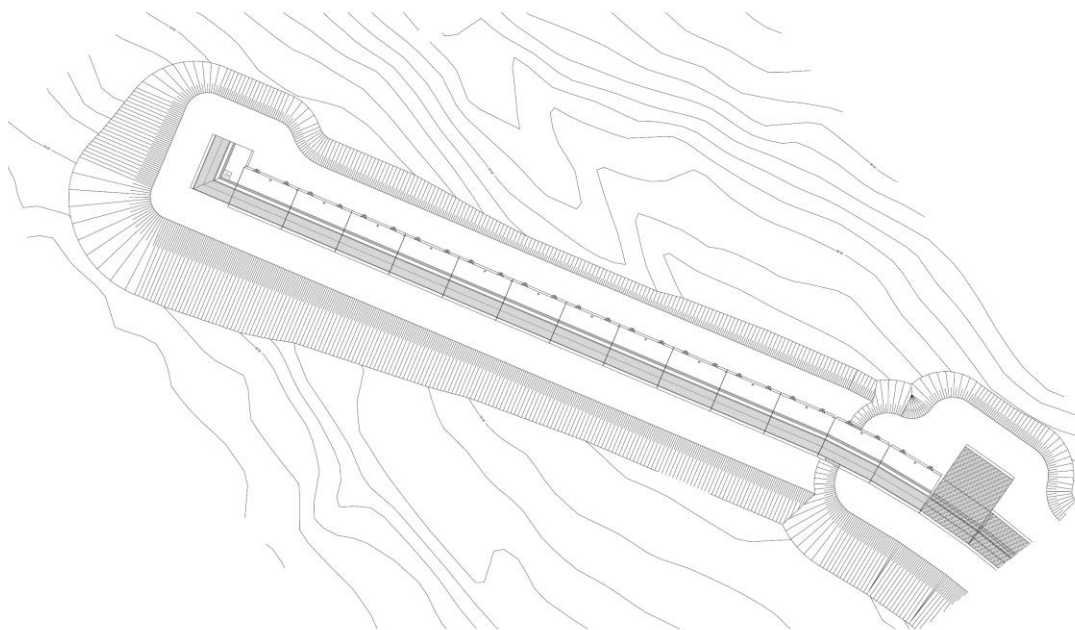


Figura 2: Planimetria del I° lotto delle Opere Strategiche

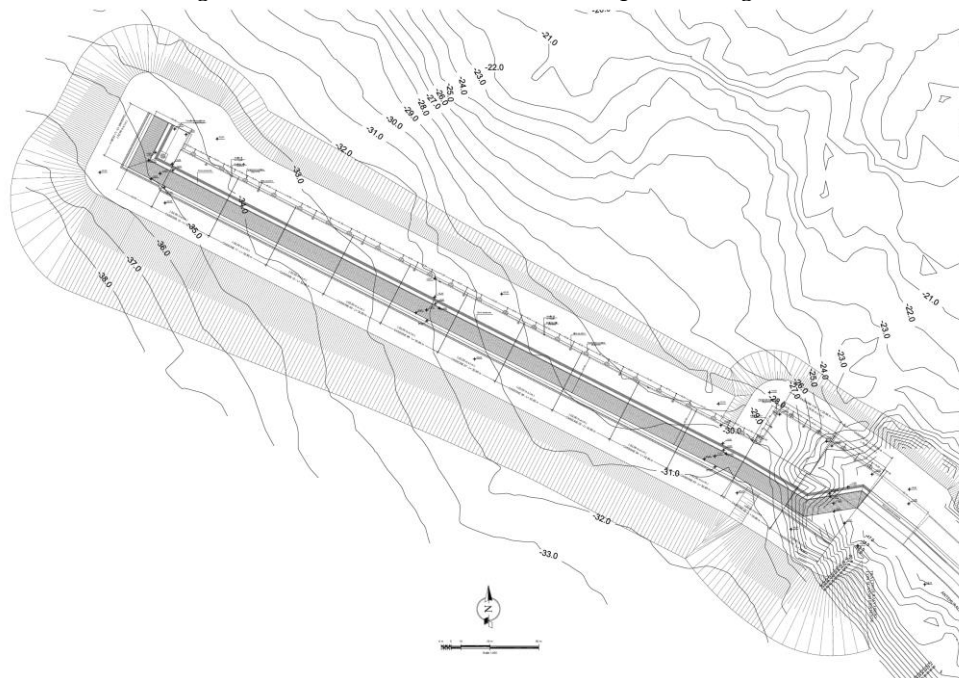


Figura 3: Variazione planimetrica del prolungamento dell'antemurale

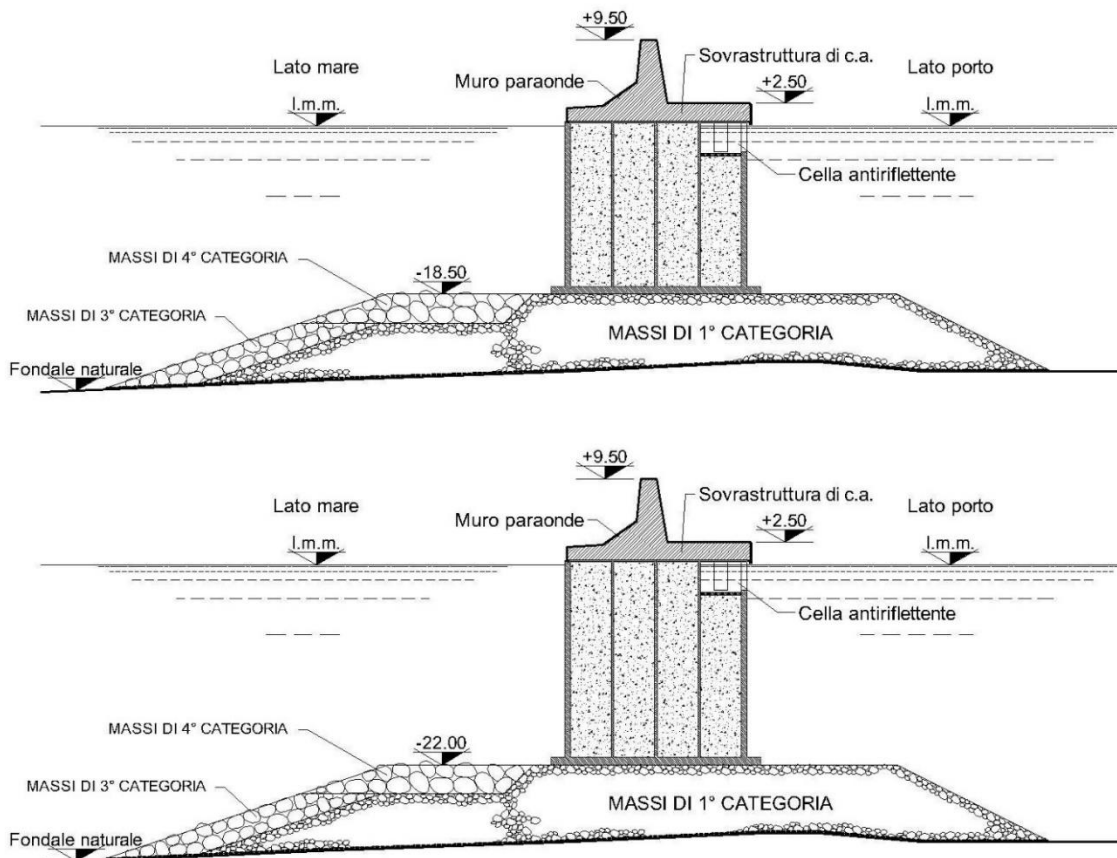


Figura 4: Sezioni tipo del prolungamento dell'antemurale previsto nel 1° lotto delle Opere

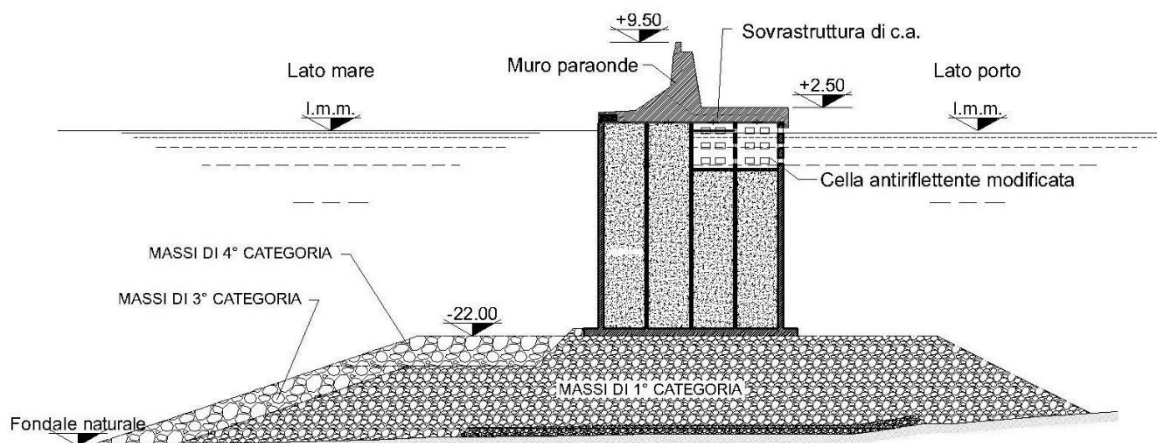


Figura 5: Sezione tipo del prolungamento dell'antemurale a seguito delle varianti migliorative

3 PROGETTO DELLE NUOVE OPERE

3.1 Criteri di scelta della sezione tipo

Il prolungamento della diga foranea si sviluppa su fondali ovunque superiori a 30 m, più precisamente variabili fra -36 e -40 m s.m.m. In presenza di tali fondali il ricorso ad opere di tipo verticale, a cassoni, su imbasamento a scogliera è senza dubbio conveniente dal punto di vista economico, dato il costo molto inferiore rispetto a quello di una tradizionale opera "a gettata", equivalente dal punto di vista della resistenza alle azioni del moto ondoso. Pertanto, pur presentando indubbi vantaggi per quanto concerne il fenomeno della riflessione del moto ondoso e il

sormonto del coronamento da parte delle onde, la soluzione a gettata è stata scartata in favore della soluzione a parete verticale.

Nella prima versione del progetto preliminare del prolungamento, redatto nel 2014, e nella successiva project review le considerazioni inerenti le dimensioni e le prestazioni dello scanno di imbasamento in termini di cedimenti hanno avuto particolare rilievo nei criteri di scelta della sezione tipo dell'opera.

Nel tratto terminale dell'antemurale Colombo, realizzato in distinti lotti a sezione composta ovvero con una parete verticale in cassoni imbasata su uno scanno di rilevante spessore, sono stati osservati degli assetamenti distribuiti irregolarmente nel tempo e nello spazio.

I cedimenti osservati nel tratto terminale della diga, in particolare, anche se in generale non pericolosi dal punto di vista della stabilità delle opere, hanno dato luogo comunque ad alcuni inconvenienti, non solo di carattere estetico. Questi aspetti sono stati ulteriormente approfonditi in sede di review del progetto preliminare sulla base di importanti nuovi elementi che hanno portato a riconsiderare i criteri di scelta della sezione tipo di progetto.

I nuovi elementi derivano dai risultati della campagna di monitoraggio del prolungamento dell'antemurale eseguita nell'ambito dei lavori del primo lotto delle Opere Strategiche. Dal confronto tra le misure eseguite nell'ultima campagna con quelle eseguite per i lotti antecedenti (caratterizzati dalla stessa sezione tipologica seppure con diversi spessori dello scanno di imbasamento e diverse altezze dei cassoni) è emerso come la riduzione degli spessori complessivi di scanno non comporti una pratica riduzione dei cedimenti complessivi in fase costruttiva. Lo scanno di imbasamento come noto, infatti, anche se costituito da materiali di buone caratteristiche intrinseche risulta, per modalità di collocazione in opera, nella fase iniziale, sicuramente poco addensato e pertanto sensibile alle prime massime sollecitazioni alle quali viene sottoposto.

Al fine di comprendere l'effetto delle diverse altezze dei cassoni e degli spessori degli scanni di imbasamento sui cedimenti attesi, sono state raccolte e messe a confronto le misure eseguite sull'ultimo tratto di diga (denominato PAC e realizzato tra il 2012 e il 2017) con quelle dei lotti antecedenti (realizzati nel periodo 1999-2002 e 2002-2005). Dal confronto è emerso come a spessori (h) minori dello scanno corrispondano valori maggiori del rapporto tra cedimento (w_m) e spessore dello scanno (v . Figura 6).

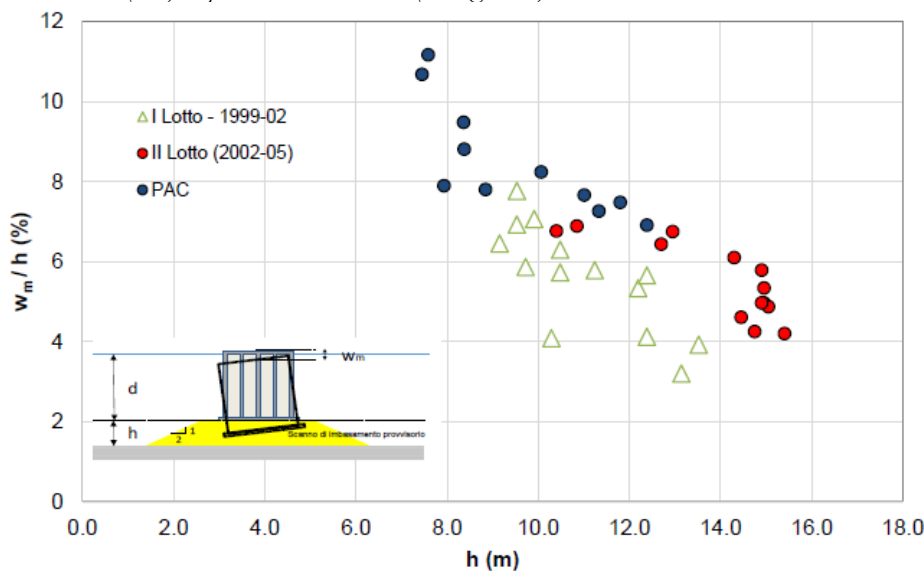


Figura 6 - Cedimenti medi normalizzati rispetto all'altezza dello scanno in funzione dello spessore dello scanno

Questa evidenza ha indotto a riconsiderare i criteri di progetto in favore di una soluzione progettuale consolidata come quella fin qui utilizzata indirizzando gli approfondimenti progettuali verso un'ottimizzazione della stessa. Pertanto, sono state studiate alcune possibili soluzioni alternative (come descritto nel paragrafo successivo) con i seguenti obiettivi progettuali:

- contenimento dello spessore dello scanno entro valori comparabili con gli spessori fin qui realizzati,

- riduzione del volume di materiale necessario per la costruzione dello scanno e dei relativi impatti,
- individuazione di una geometria dei cassoni compatibile con il livello tecnologico medio delle imprese che hanno esperienza in questo particolare settore delle opere marittime.

3.2 Descrizione delle alternative e confronto tecnico-economico

Come già indicato, il tratto di opera in esame è caratterizzato da profondità da 36 a 40 m, circa 10 m in più rispetto alla maggior parte del tratto precedente di antemurale nel quale si è impiegata la soluzione progettata dal Genio Civile e verificata sperimentalmente nel laboratorio di Delft, salvo il già richiamato incremento di altezza di 3,5 m del cassone costituente l'opera a parete verticale. Sono state pertanto prese in esame tre soluzioni alternative.

Una prima soluzione, denominata A (Figura 7), prevede che si continui a utilizzare la stessa sezione tipo dell'ultimo tratto di antemurale realizzato (1° lotto delle Opere Strategiche), cioè un cassone di sezione costante imbasato a -22.0 m s.m.m., di larghezza pari a 20 m commisurata alle necessità di carattere esecutivo (fondamentalmente verifiche dei cassoni in fase di varo, galleggiamento e affondamento) e di carattere statico (tradizionali verifiche di stabilità allo slittamento e al ribaltamento).

La seconda soluzione, denominata B (Figura 8), prevede di realizzare uno scanno di spessore inferiore e comparabile con lo spessore minimo dei tratti di antemurale realizzati tra il 1999 e il 2005. A tal fine la quota di imbasamento è stata posta pari a -27.0 m s.m.m.. Le analisi eseguite di carattere esecutivo e di carattere statico hanno evidenziato che il semplice "aumento di altezza" a parità di larghezza del cassone non è praticabile in quanto il cassone stesso non risulta stabile in fase di esercizio senza incrementarne la larghezza. Pertanto, per assicurare la stabilità dell'opera la larghezza del fusto del cassone è stata incrementata fino a 25.0 m.

La terza soluzione, denominata C (Figura 9), prevede di ridurre ulteriormente lo spessore dello scanno fino a raggiungere il valore minimo corrispondente a quello di alcuni dei cassoni del prolungamento recentemente realizzato. Per questa soluzione resta valida la larghezza del fusto pari a 25.0 m seppure con una riduzione dei coefficienti di sicurezza relativi alla stabilità alla traslazione e al ribaltamento.

Le tre soluzioni individuate sono state messe a confronto tenendo conto dei seguenti aspetti:

- aspetti costruttivi;
- stabilità dell'opera;
- cedimenti;
- costi.

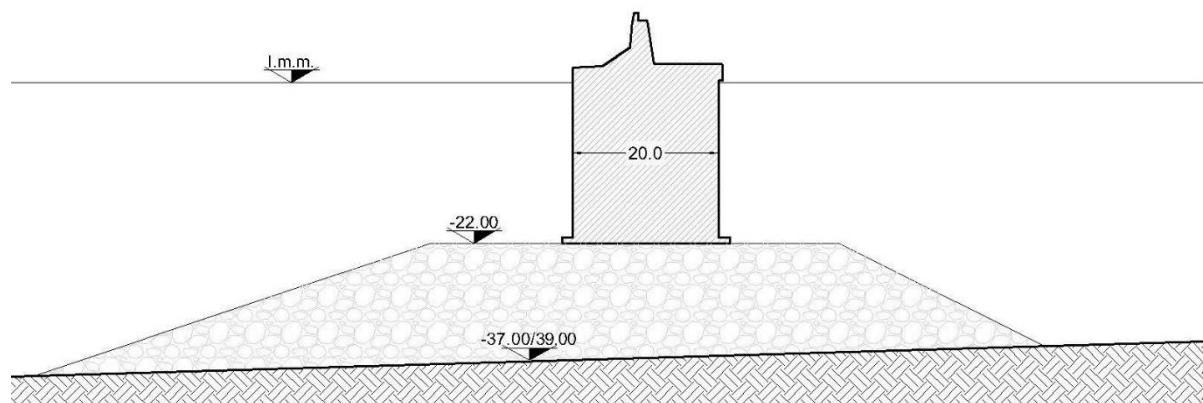


Figura 7: Soluzione alternativa A: cassone di larghezza costante imbasato alla quota -22,0 m s.m.m.

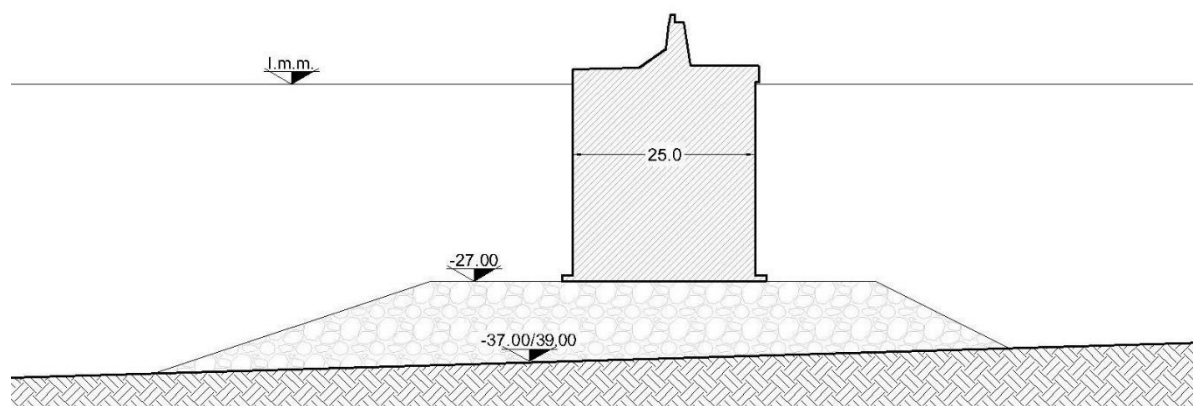


Figura 8: Soluzione alternativa B: cassone di larghezza costante imbasato alla quota -27,0 m s.m.m.

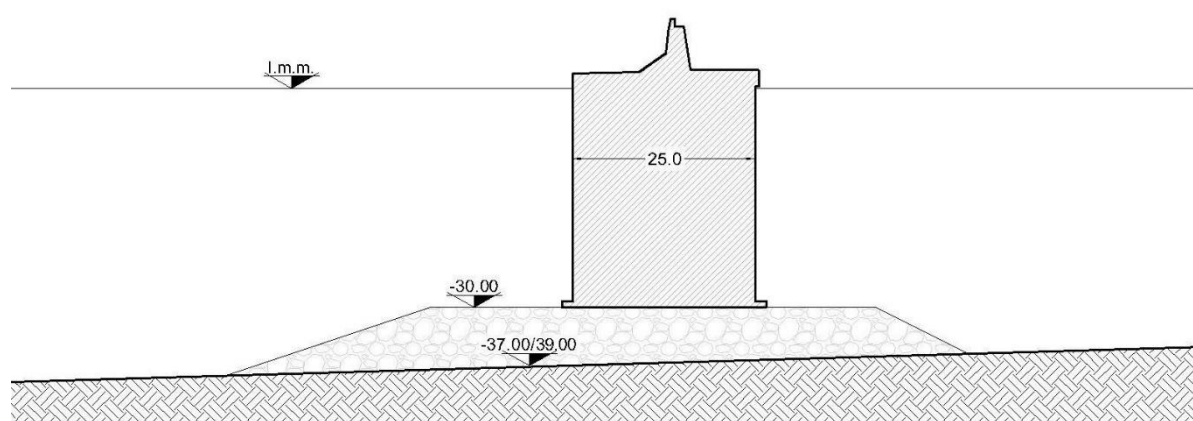


Figura 9: Soluzione alternativa C: cassone di larghezza costante imbasato alla quota -30,0 m s.m.m.

Aspetti costruttivi

Per quanto riguarda la geometria dei cassoni gli aspetti da considerare riguardano sostanzialmente la larghezza e l'altezza dei cassoni. Nel passare dalla soluzione A alla soluzione B la larghezza del fusto del cassone è stata incrementata fino a 25.0 m visto che l'approfondimento della quota di imbasamento richiede un incremento della larghezza del cassone per garantire un'adeguata stabilità alla traslazione e al ribaltamento.

La larghezza pari a 25 m può essere ritenuta quella massima realizzabile in relazione alle dimensioni dei bacini galleggianti di prefabbricazione attualmente disponibili e operanti in Italia. Si osserva a riguardo che l'adozione di cassoni di dimensioni maggiori di quelle previste restringerebbe sensibilmente il campo delle imprese in grado di realizzarli.

Per quanto riguarda l'altezza, la soluzione A offre il vantaggio di poter costruire per intero i cassoni sui bacini galleggianti, mentre per le soluzioni B e C è necessaria la costruzione in due fasi: la prima fase nel bacino galleggiante e la seconda fase di completamento con il cassone in galleggiamento o affondato temporaneamente.

All'altezza dei cassoni sono direttamente correlati gli aspetti costruttivi relativi allo scanno. Infatti all'aumentare della profondità di imbasamento dei cassoni il volume complessivo di materiale da porre in opera si riduce notevolmente. In particolare, rispetto alla soluzione A, il volume complessivo di materiale da porre in opera si riduce del 35% (pari a circa 400.000 tonnellate in meno) per la soluzione B e del 50% (pari a circa 650.000 tonnellate in meno) per la soluzione C.

Questo aspetto è importante al fine di ridurre i tempi di realizzazione dell'opera con particolare riferimento alle interferenze con il traffico portuale dovuto ai mezzi marittimi. Si osserva infatti che l'area di cantiere è ubicata in

corrispondenza dell'imboccatura portuale e, a differenza dell'ultimo tratto di diga realizzato, lo spazio utile per il transito delle navi risulta ora ridotto in quanto confinato dalle opere di difesa della darsena servizi.

Stabilità dell'opera

Le tre soluzioni sono state verificate per quanto concerne la stabilità alla traslazione e al ribaltamento ma anche per la capacità portante della fondazione.

Le verifiche eseguite hanno evidenziato una significativa maggiore stabilità dell'opera per le soluzioni B e C.

Cedimenti

Per una stima di massima dei cedimenti che subiranno i cassoni nella fase di collocazione in opera e, successivamente, per effetto dei sovraccarichi sono utilmente ripresi ed interpretati i dati di monitoraggio dei tratti di diga esistente caratterizzati dalla stessa tipologia costruttiva.

Per quanto riguarda la soluzione A, in particolare, in analogia all'ultimo tratto di antemurale recentemente realizzato, sono da attendersi valori dei cedimenti medi associati alla sola fase di collocazione in opera per lo più nell'ordine dei 85-95 cm. Alla stima complessiva, come per le altre tipologie di cassone, va evidentemente aggiunta l'aliquota associata alla realizzazione della sovrastruttura, contenuta al più entro 10 cm, e dei cedimenti consolidazione dei terreni argillosi profondi di lungo termine generalmente di entità modesta ed al più comparabile.

Cedimenti di entità comparabile sono attesi per la soluzione B, nell'ordine dei 90-100 cm, in conseguenza della riduzione di spessore dello scanno di imbasamento che di fatto viene a compensare l'incremento di azioni in fondazione, sia in condizioni ordinarie (peso proprio) che effetto delle mareggiate (cresta e cavo dell'onda).

Per la soluzione C è presumibile un ulteriore incremento dei cedimenti per effetto della maggiore altezza dei cassoni; una stima in tal senso è però difficilmente estrapolabile dai dati a disposizione ed andrebbe meglio indagata anche alla luce delle elevate pressioni di contatto tra scanno e solettone di fondo del cassone attese (fino a 85 t/m² per mareggiate estreme). Tali pressioni possono teoricamente portare a rottura gli elementi lapidei dello scanno e concorrere ad indurre ulteriori cedimenti in esercizio di entità difficilmente prevedibili, per cui in linea di principio non sarebbero da escludere possibili accorgimenti in fondazione consistenti in un pretrattamento dello scanno.

Costi

Per quanto riguarda i costi è stata eseguita una stima per ciascuna delle soluzioni progettuali. La stima ha evidenziato che i costi relativi alle tre soluzioni sono sostanzialmente allineati con differenze inferiori al 3%.

La scelta definitiva della soluzione progettuale è stata eseguita sulla base di un confronto tecnico-economico delle ipotesi esaminate.

Al fine di individuare la soluzione ottimale, nella Tabella 1 sono stati sintetizzati per i distinti elementi di giudizio i vantaggi e gli svantaggi relativi a ciascuna delle ipotesi progettuali (con il simbolo “-” sono stati indicati gli svantaggi e con il simbolo “+” i vantaggi).

La tabella mette in evidenza come, a fronte di un modesto incremento dei costi, la Soluzione B costituisca la soluzione ottimale.

Vantaggi/svantaggi	Soluzioni progettuali		
	Soluzione A	Soluzione B	Soluzione C
prefabbricazione dei cassoni	+	-	-
realizzazione dello scanno	-	+	+
impatto sul traffico portuale	-	+	+
stabilità dell'opera	-	+	+

cedimenti della diga	+	+	-
costi	+	+	+
totale	0	++++	++

Tabella 1 - Tabella riassuntiva dei vantaggi e degli svantaggi di ciascuna soluzione progettuale

4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

4.1 Caratteristiche geometriche

Il prolungamento del molo di sopraflutto è caratterizzato da un'estensione di circa 400 m e verrà realizzato con 13 cassoni cellulari in calcestruzzo armato, disposti secondo lo schema planimetrico riportato in Figura 10. L'opera si sviluppa in due tratti di cui il primo ha la funzione di raccordare l'antemurale in corso di costruzione con quello di progetto.

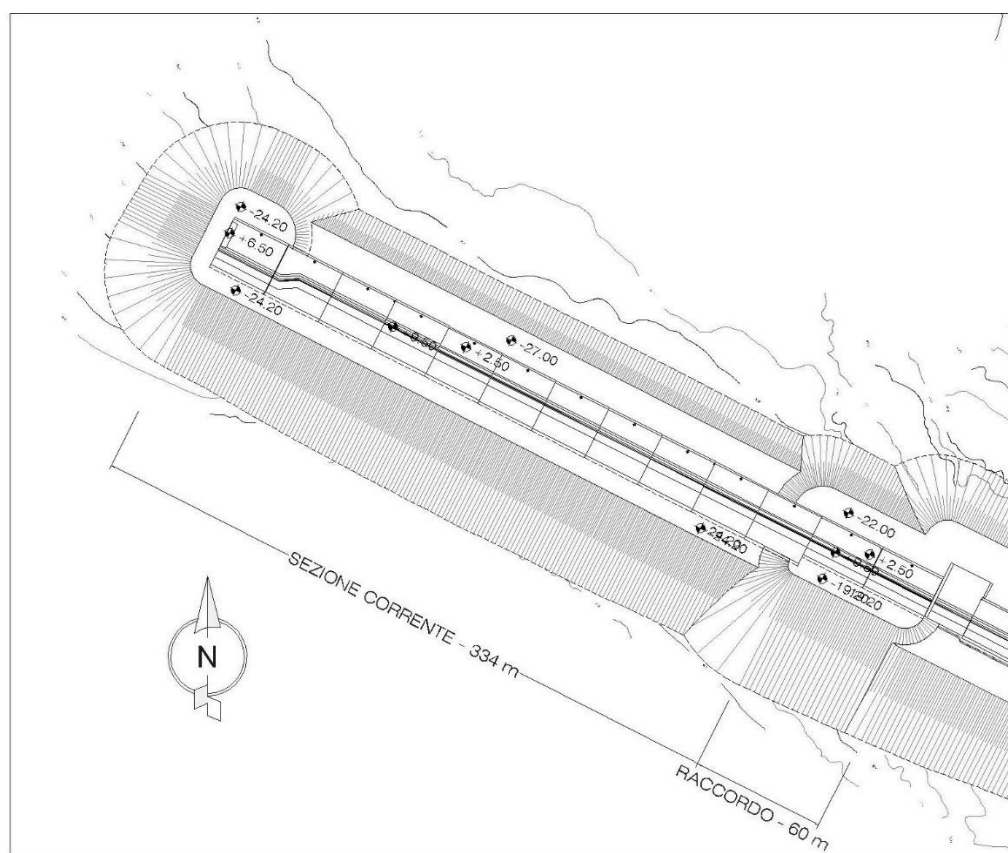


Figura 10: Planimetria dell'intervento

Per quanto riguarda il tratto di raccordo (dello sviluppo di circa 60.0 m) è stata prevista la stessa tipologia di opera realizzata nell'ambito dei lavori del I° Lotto delle Opere Strategiche. In particolare, i cassoni verranno imbasati a quota -22.00 m s.l.m. su di uno scanno di fondazione costituito in massi naturali di prima categoria (peso singolo da 50÷1000 kg), protetti lato mare da una mantellata di massi naturali di terza categoria disposti in doppio strato lungo una pendenza 1:3. Sul paramento interno lo scanno presenterà una scarpa pari a 1/2.

Si osserva che, diversamente da quanto previsto per i lotti precedenti dell'antemurale, la protezione dello scanno è interamente in massi di terza categoria e risvolta sopra il nucleo dello scanno a sezione trapezia. In questo modo lo scanno in massi di prima categoria sarà interamente protetto da una mantellata ed in particolare in prossimità del

piede del cassone dove maggiori sono le azioni di scalzamento del moto ondoso. Inoltre, si agevoleranno le operazioni di spianamento dello scanno in quanto si avrà un'unica superficie tutta alla stessa quota.

I cassoni sono caratterizzati da una larghezza pari a 20 m e da una lunghezza pari a 30.30 m. All'interno il cassone sarà suddiviso in 28 (7x4) celle separate da setti in calcestruzzo armato. Le celle del cassone disposte verso il porto saranno dotate di aperture per la dissipazione dell'energia ondosa residua. Tali celle saranno connesse idraulicamente tra loro mediante analoghe aperture di forma rettangolare applicate sui setti trasversali. Il cassone è delimitato sul fondo da un solettone in c.a. a tutta lunghezza (larghezza 23.0 m e spessore 1.0 m).

I cassoni saranno completati da un muro paraonde e da una sovrastruttura in c.a. Il muro paraonde è caratterizzato da una quota di sommità pari a +9.50 m sul l.m.m., mentre la sovrastruttura di banchina è caratterizzata dalla stessa geometria della diga esistente (quota +2,50 m sul l.m.m. e larghezza carrabile 9.0 m circa).

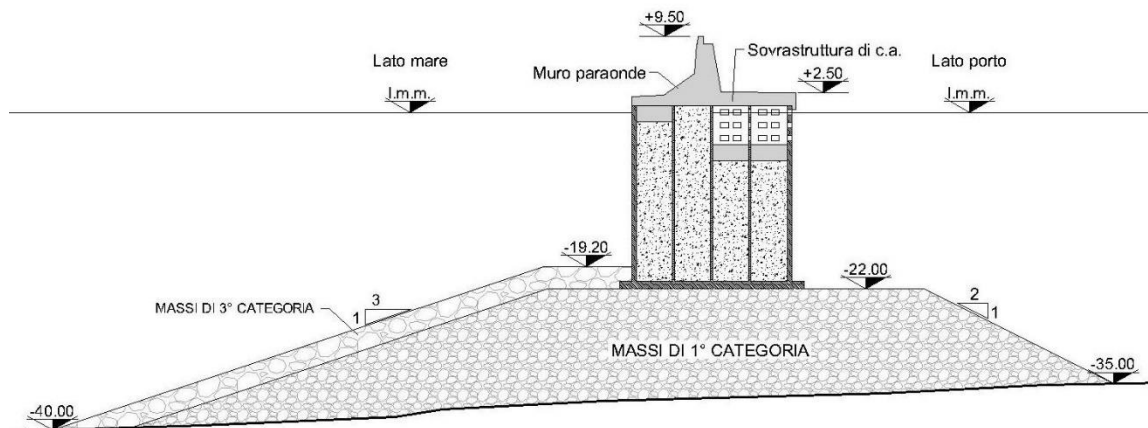


Figura 11: Sezione tipo del tratto di raccordo

Per quanto riguarda il secondo tratto, dello sviluppo di circa 334.0 m, l'opera verrà realizzata mediante la posa in opera di 11 cassoni imbasati alla profondità di 27.0 m su di uno scanno di fondazione costituito da massi naturali di prima categoria (peso singolo da 50÷1000 kg) e di seconda categoria (peso singolo da 1000÷3000 kg). La sezione tipo del tratto corrente ricalca quella del tratto di raccordo fatta eccezione per la quota di imbasamento e le dimensioni dei cassoni.

I cassoni sono caratterizzati da una larghezza pari a 25 m e da una lunghezza pari a 30.30 m. All'interno il cassone sarà suddiviso in 35 (7x5) celle separate da setti in calcestruzzo armato. Le celle del cassone disposte verso il porto saranno dotate di aperture per la dissipazione dell'energia ondosa residua. Tali celle saranno connesse idraulicamente tra loro mediante analoghe aperture di forma rettangolare applicate sui setti trasversali. Il cassone è delimitato sul fondo da un solettone in c.a. a tutta lunghezza (larghezza 28.0 m e spessore 1.0 m).

La parte sommitale della struttura è del tutto identica a quella dell'intera opera foranea a cassoni. È quindi costituita da un muro paraonde e da una sovrastruttura in c.a. Il muro paraonde è caratterizzato da una quota di sommità pari a +9.50 m sul l.m.m., mentre la sovrastruttura di banchina è caratterizzata dalle stesse dimensioni dell'antemurale esistente (quota +2,50 m sul l.m.m. e larghezza carrabile 9.0 m circa).

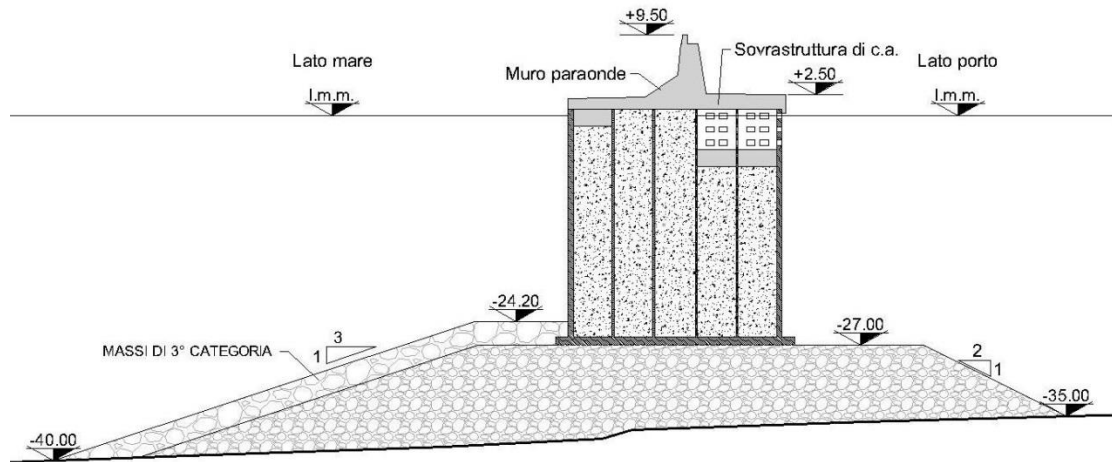


Figura 12: Sezione tipo del tratto corrente

4.2 Fasi esecutive

Le fasi esecutive di prefabbricazione e posa in opera dei cassoni sono state definite ipotizzando di utilizzare un bacino galleggiante di dimensioni medio-grandi (come quelli utilizzati negli ultimi anni per diversi lavori eseguiti nel porto). Le verifiche di stabilità al galleggiamento hanno permesso di stabilire il pescaggio dei cassoni nelle varie fasi. Per le verifiche si è ipotizzato il ricorso unicamente a zavorramenti con acqua di mare in quanto possono essere modificati facilmente nel corso delle diverse fasi di lavoro. Tuttavia, in base all'esperienza e alle esigenze delle imprese costruttrici si potrà fare ricorso anche all'uso di zavorre solide.

Nel seguito sono descritte le fasi esecutive relative al cassone da imbarcare a quota -27.0 m sul l.m.m.. Per quanto riguarda i cassoni di raccordo, da imbarcare a quota -22.0 m, le fasi esecutive sono quelle tradizionali in quanto i cassoni possono essere prefabbricati interamente sui bacini galleggianti come per i cassoni realizzati negli ultimi anni.

Fase 1. Prefabbricazione parziale su bacino galleggiante

La prima fase consiste nella prefabbricazione parziale dei cassoni sul bacino galleggiante in quanto l'altezza massima dei cassoni ottenibile è condizionata dai seguenti aspetti:

- ingombro massimo permesso dal bacino inferiore all'altezza del cassone completato;
- pescaggio disponibile al piede delle banchine a servizio dell'area di prefabbricazione.

Fase 2. Varo dal bacino galleggiante

La seconda fase consiste nel varo del cassone eseguito parzialmente. In questa fase il pescaggio del cassone è limitato a circa 12-13 m.

Fase 3. Affondamento nella seconda area di prefabbricazione

La terza fase consiste nel trasportare e affondare il cassone parzialmente costruito in una seconda area di lavorazione. Tenendo conto del pescaggio del cassone completato (pari a circa 18 m), l'area prospiciente la banchina che sarà dedicata al completamento del cassone dovrà essere caratterizzata da una profondità minima di 18.5 m sul l.m.m.. In questa fase verrà incrementata l'altezza delle zavorre liquide fino a far adagiare il cassone sul fondo o a renderlo sufficientemente stabile ma in galleggiamento.

Fase 4. Completamento della struttura del cassone

Una volta adagiato sul fondo il cassone o comunque reso stabile, continueranno le lavorazioni di completamento della prefabbricazione del cassone. Il cassone verrà completato utilizzando di nuovo dei casseri rampanti.

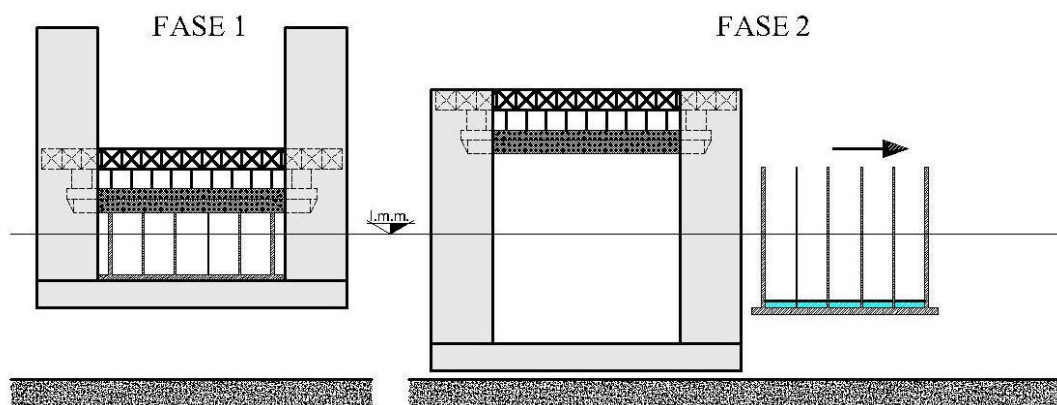


Figura 13: Fasi 1 e 2. Prefabbricazione parziale su bacino galleggiante e successivo varo

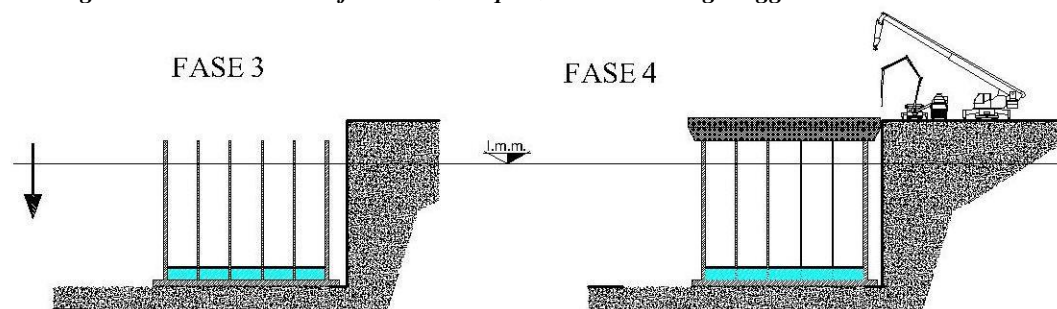


Figura 14: Fasi 3 e 4. Affondamento e completamento della prefabbricazione

Fase 5a. Galleggiamento del cassone completato

Diminuendo l'altezza delle zavorre di acqua, il cassone verrà messo in galleggiamento.

Fase 5b. Trasporto in area affondamento

In questa fase il cassone, perfettamente stabile, verrà trainato nell'area di affondamento.

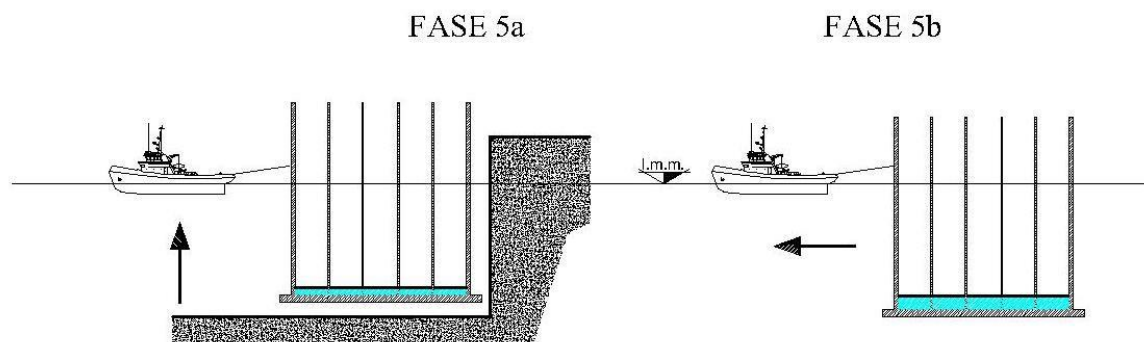


Figura 15: Fasi 5a e 5b. Galleggiamento del cassone completato e trasporto in area affondamento

Fase 6. Affondamento e riempimento delle celle del cassone

Al fine di far affondare il cassone mantenendolo verticale, le zavorre liquide dovranno essere progressivamente e, raggiunto il pescaggio di 27 m, il cassone dovrà essere riempito completamente di acqua. Successivamente le celle del cassone verranno riempite con il materiale inerte e il calcestruzzo ove previsto.

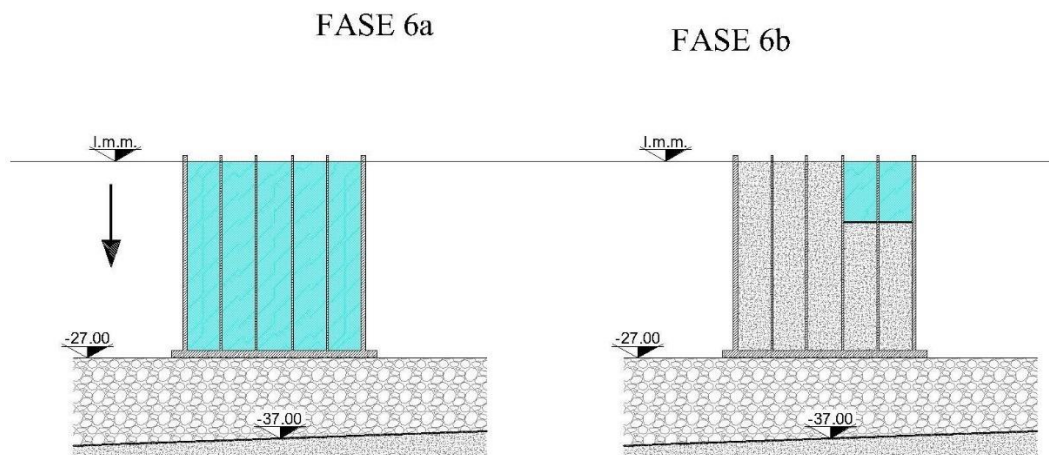


Figura 16: Fasi 6a e 6b. Affondamento del cassone e riempimento

Nelle fasi successive si provvederà al completamento dell'opera e in particolare alla costruzione della sovrastruttura e del muro paraonde.

L'area ove eseguire il completamento della prefabbricazione dei cassoni può essere ubicata lungo il molo di sopraflutto del porto. Nella Figura 18 sono riportate alcune sezioni, la cui ubicazione è indicata nella Figura 17, dalle quali si evince la disponibilità di aree a mare in prossimità delle banchine con un fondale sufficientemente profondo per il completamento del cassone (Fasi 3 e 4) e il successivo varo e trasporto (Fasi 5a e 5b). Nella suddetta figura è rappresentato anche uno scanno di imbasamento provvisorio nel caso venga utilizzato per la fase di completamento della struttura dei cassoni.

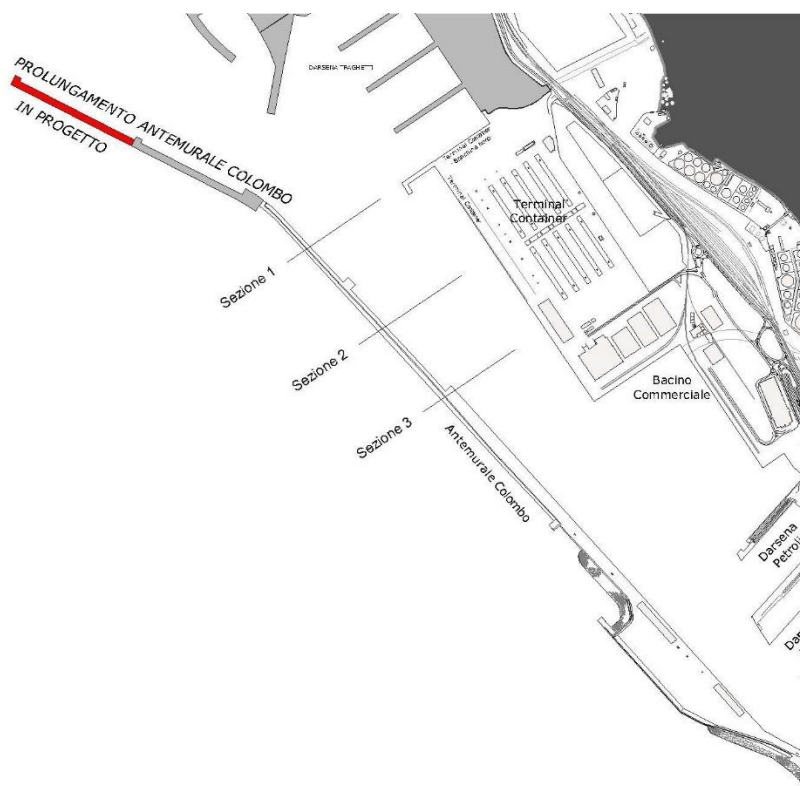


Figura 17: Ubicazione delle sezioni di riferimento per il completamento della prefabbricazione dei cassoni lungo l'antemurale Colombo

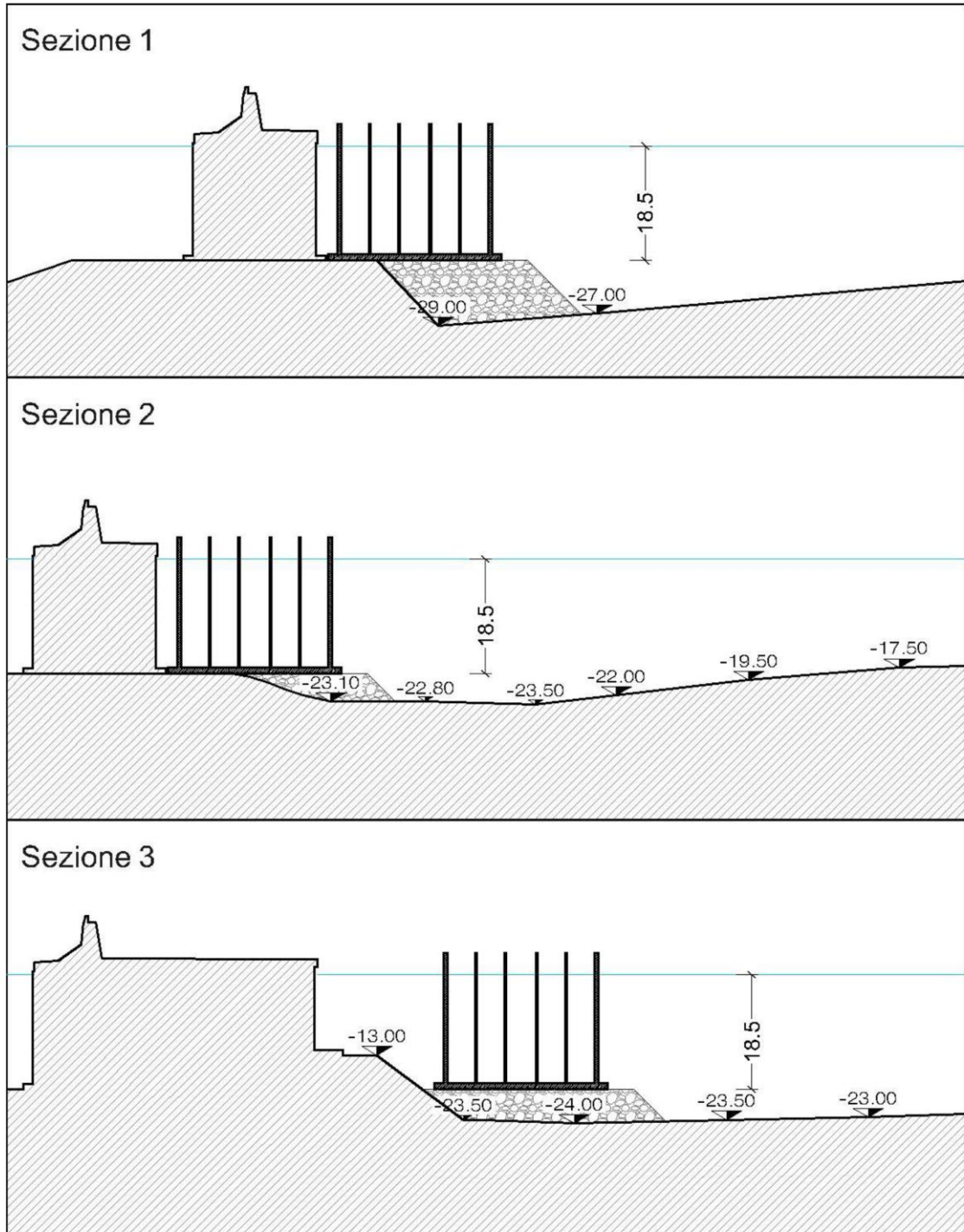


Figura 18: Sezionidi riferimento per il completamento della prefabbricazione deicassoni lungo l'antemurale Colombo

5 STUDI A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE

5.1 Aggiornamento dello studio meteomarino

L'aggiornamento dello studio meteomarino ha avuto per obiettivo la definizione del clima ondometrico a ridosso delle opere previste per il prolungamento dell'antemurale.

La ricostruzione del moto ondoso sotto costa è stato effettuato attraverso l'applicazione del modello matematico di rifrazione inversa spettrale MEROPE (sviluppato dalla MODIMAR S.r.l.), che ha consentito la definizione delle principali caratteristiche meteomarine che contraddistinguono il paraggio in esame, necessarie per la determinazione dei principali parametri progettuali.

Lo studio aggiorna e completa lo studio meteo marino, eseguito dall'Università di Padova per l'autorità Portuale, che ha definito le caratteristiche ondometriche al largo del porto.

5.2 Studio dell'agitazione ondosa

Nello studio della penetrazione del moto ondoso all'interno del porto è stato analizzato, oltre alla configurazione attuale delle opere del porto, il layout del prolungamento dell'antemurale sia nella configurazione prevista dal PRP sia per configurazioni parziali che prevedono un progressivo aumento dello sviluppo planimetrico dell'opera. Le diverse configurazioni prevedono di prolungare la diga da 250 m fino a 400 m corrispondente alla configurazione di PRP (vedi Figura 19).

Tenuto conto della disposizione planimetrica delle opere portuali esistenti e in progetto, l'analisi della distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso ha messo in evidenza che gli stati di mare significativi ai fini della valutazione dell'agitazione ondosa sono quelli provenienti da libeccio, ponente e maestrale. Gli eventi di libeccio sono sensibilmente più frequenti rispetto alle altre direzioni, tuttavia da ponente provengono gli eventi più intensi anche se decisamente meno frequenti.

Per ciascuna direzione di provenienza sono stati considerati due valori del periodo d'onda incidente al fine di verificare l'agitazione ondosa dovuta a condizioni frequenti (tempo di ritorno 1-2 anni, periodo d'onda inferiore) e a condizioni eccezionali (tempo di ritorno 50 anni, periodo d'onda superiore).

Dall'analisi dei risultati ottenuti dall'applicazione del modello VEGA sono state tratte le seguenti conclusioni:

- *il prolungamento dell'antemurale Colombo produce un miglioramento delle condizioni di agitazione ondosa residua alla configurazione attuale dell'opera. Tale miglioramento è tanto più consistente quanto più è prolungata la diga attuale.*
- *in virtù dell'orientamento della diga, per gli stati di mare provenienti da libeccio l'azione di protezione della diga è particolarmente efficace anche con un prolungamento parziale di 250 m. Con un prolungamento di 350 m l'agitazione ondosa residua risulta praticamente annullata all'interno del porto e in corrispondenza dell'imboccatura della darsena servizi.*
- *per gli stati di mare provenienti da ponente l'azione di protezione della diga è meno efficace rispetto a quella offerta per gli eventi di libeccio ma tuttavia significativa ai fini dell'utilizzo degli accosti anche con un prolungamento parziale di 300 m. Tuttavia l'agitazione ondosa residua persiste in corrispondenza dell'imboccatura della darsena servizi anche con un prolungamento di 400 m.*
- *per gli stati di mare provenienti da maestrale l'azione di protezione della diga è meno efficace rispetto a tutte le altre direzioni in quanto maestrale coincide con la rotta di ingresso al porto. Tuttavia è significativa la riduzione dell'agitazione ondosa in corrispondenza della banchina del terminal container.*

In conclusione, il prolungamento della diga foranea risulta efficace nei confronti della riduzione dell'agitazione ondosa residua con particolare riferimento agli eventi di moto ondoso provenienti dal settore di libeccio caratterizzato da eventi frequenti e intensi. Per quanto riguarda i settori di ponente e maestrale, caratterizzati da una bassa frequenza di accadimento, la protezione pur risultando meno efficace determina un miglioramento delle condizioni di accosto per il bacino interno.

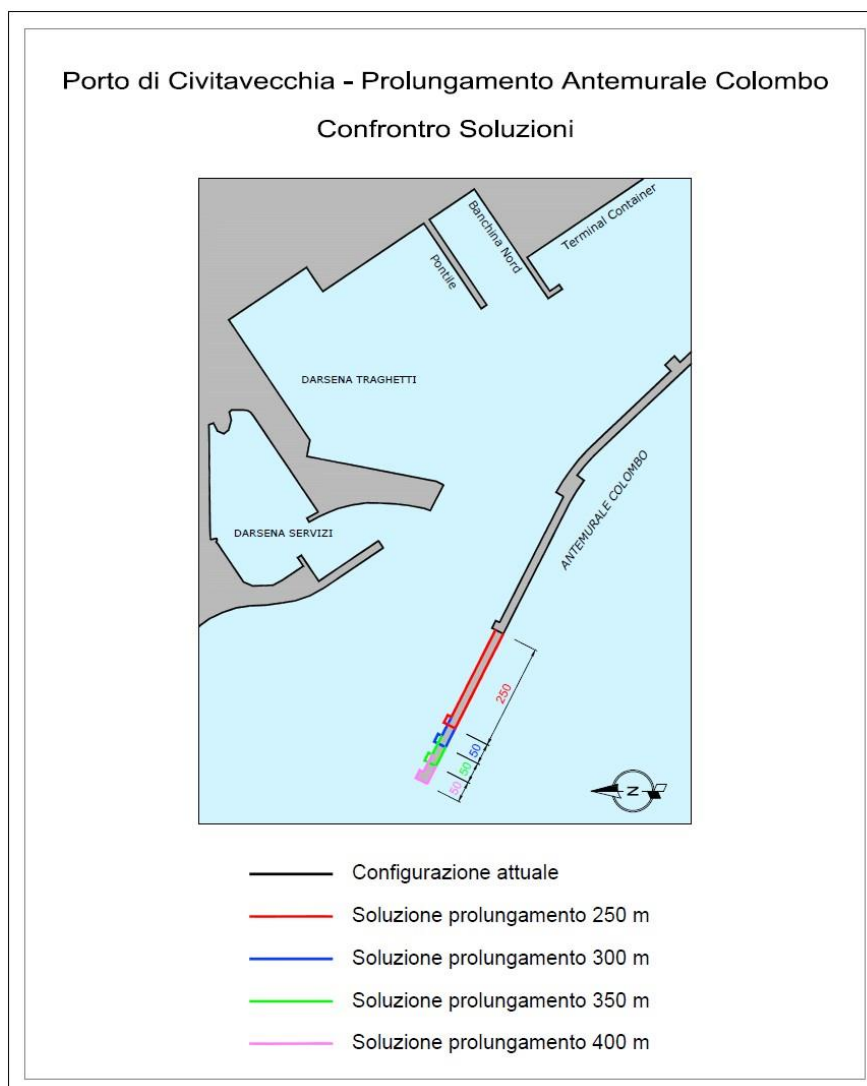


Figura 19: Layout analizzati nello studio della penetrazione del moto ondoso

5.3 Studio delle azioni sulla struttura con modello numerico

Nello studio sono riportati i risultati di alcune simulazioni numeriche eseguite mediante il codice numerico CFD OpenFOAM® al fine di calcolare il campo di pressione e le conseguenti forze che agiscono sulla struttura in progetto nelle condizioni di moto ondoso estreme assunte per il dimensionamento dell'opera foranea in esame.

Il codice numerico, che risolve le equazioni di Navier-Stokes mediate alla Reynolds in presenza di acqua e di aria con la tecnica numerica dei volumi finiti, è in grado di simulare la propagazione e l'interazione di stati di mare con strutture di qualsiasi geometria anche in presenza di onde frangenti e di azioni di tipo impulsivo. Il codice di calcolo utilizzato, che si avvale dei "toolbox" InterFOAM e IHFOAM, è in grado di riprodurre stati di mare regolari e irregolari di prefissate caratteristiche e simula anche la presenza di un mezzo poroso, che nel presente caso è costituito dallo scanno di imbasamento, dove sono risolte le equazioni VARANS (Volume-Averaged/Reynolds Averaged Navier-Stokes).

Le simulazioni eseguite hanno riguardato stati di mare caratterizzati dai tempi di ritorno di 50, 100 e 250 anni. I risultati ottenuti in termini di pressioni agenti sull'opera sono stati opportunamente integrati per calcolare le forze che agiscono sulla struttura e i rispettivi punti di applicazione. A titolo di esempio nella Figura 20 è riportata l'evoluzione dell'onda incidente sulla struttura per diversi istanti temporali di calcolo.

Le forze calcolate numericamente sono state poste a confronto con quelle ottenute applicando le formule di Goda estese da Takahashi per onde frangenti.

Il confronto ha mostrato che le formule di Goda nel presente caso risultano conservative poiché le pressioni e le forze ottenute numericamente risultano inferiori rispetto a quelle fornite dalle formule. Tale comportamento è pienamente giustificato dal fatto che mentre il codice numerico riproduce i fenomeni di sormonto del moto ondoso che riducono la spinta orizzontale che agisce sulla parete verticale della struttura, ciò non accade dall'applicazione delle formule di Goda le quali, supponendo che la parete verticale abbia un'altezza infinita, forniscono pressioni e forze maggiori.

I risultati numerici hanno mostrato inoltre che l'opera risulta stabile anche in presenza di stati di mare con $T_r=100$ anni e 250 anni.

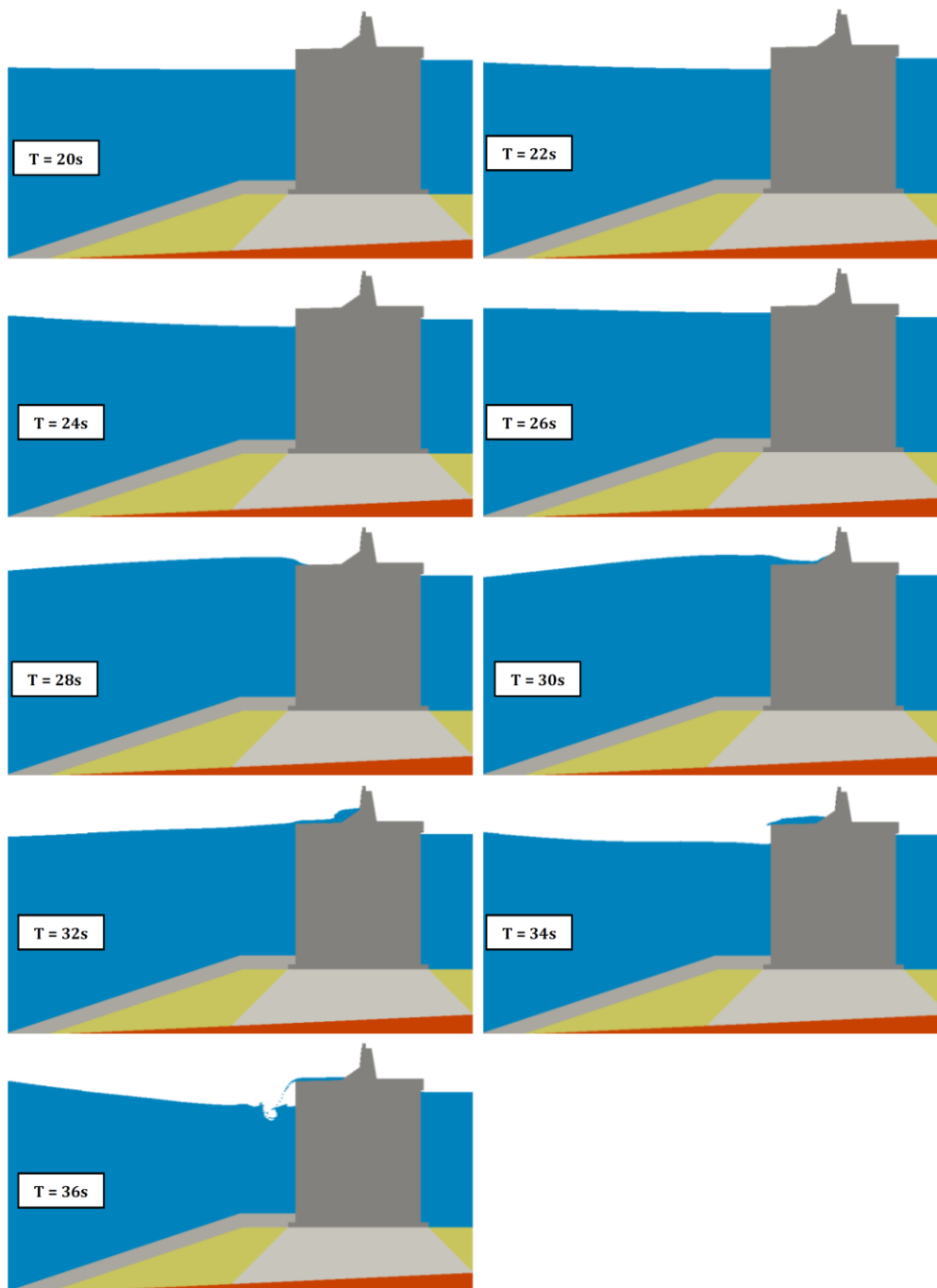


Figura 20: Evoluzione dell'onda incidente sulla diga a parete verticale.

6 ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Nella prima versione del progetto preliminare la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni interessati dal prolungamento dell'antemurale era stata assunta coerente ed in continuità con quella ben indagata e verificata per i tratti di antemurale già realizzati in stretta adiacenza.

In particolare la ricostruzione del quadro geologico e geomorfologico preliminare era stato basato sulla raccolta delle indagini già disponibili e delle interpretazioni eseguite nel corso di tutti gli interventi già eseguiti e progettati in aree adiacenti e comunque rientranti nello stesso contesto ambientale. Tra queste ultime, significativa rilevanza avevo avuto le indagini eseguite nel Progetto della Darsena Grandi Masse e quelle svolte durante la progettazione del primo Stralcio delle Opere Strategiche. Un quadro sintetico dei dati disponibili è rappresentato in Figura 21.

A seguito degli esiti della campagna di indagine integrativa recentemente completata, predisposta e programmata già in sede di Progettazione Preliminare dei diversi interventi, e fatta lodevolmente eseguire direttamente dall'Autorità Portuale, per i terreni interessati dalla costruzione del nuovo antemurale è risultato un quadro stratigrafico più completo e meglio rappresentativo di quello inizialmente assunto.

Come meglio rappresentato nella Relazione geotecnica di progetto alla quale per completezza si rimanda, dal nuovo quadro geotecnico complessivo non sono derivate pratiche conseguenze sulle condizioni di stabilità dei cassoni.

La più completa e maggiormente significativa modellazione geotecnica dei terreni di imposta ha inoltre consentito di affinare i calcoli dei cedimenti residui dei cassoni attesi nel tempo



Figura 21: Sondaggi disponibili nell'area

6.1 Indagini eseguite

La grande profondità dei fondali nel tratto dove dovrà essere impostato il prolungamento dell'Antemurale Colombo pone eccezionali difficoltà operative nei riguardi dell'esecuzione di sondaggi meccanici per la necessaria caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni di imposta dei nuovi manufatti, che risulterebbero di fatto incompatibili con le esigenze di programmazione e finanziamento delle previste nuove opere di adeguamento del Porto. Difficoltà in ogni caso esaltate da problemi di praticabilità ed operatività dell'area a fronte degli attuali importanti traffici marittimi.

In tale contesto è stato studiato e predisposto un piano di indagine alternativo basato sulla massima utilizzazione dei dati disponibili e recepitibili, consistente nella esecuzione di indagini dirette ed indirette di tipo off-shore basate sulla realizzazione di sondaggi geognostici con apparecchiature di carotaggio a vibrazione (Vibrocore) a taratura di rilievi indiretti di tipo geofisico, accompagnate da un sondaggio "profondo" realizzato a terra in corrispondenza della attuale testata dell'Antemurale (SS1).

La campagna di indagine è stata eseguita nel mese di giugno 2021 dalla società Geo Gav S.r.l.. In particolare il sondaggio SS1, di lunghezza 72 metri, dopo aver attraversato il cassone e lo scanno di imbasamento, è stato spinto fino ad una profondità sufficientemente rappresentativa di circa 34 m dal fondale preesistente, ed integrato da prelievo di campioni e prove in sito, essenzialmente prove penetrometriche dinamiche tipo SPT. In fase di perforazione sono stati prelevati n.3 campioni indisturbati (CI1, CI2 e CI3, rispettivamente a 42 m, 48.5 m e 54.6 m) e n.6 campioni rimaneggiati di classe superiore (CR2, CR8, CR4, CR5, CR9 e CR6) sui quali sono stati effettuate usuali prove di caratterizzazione fisica e meccanica di laboratorio consistenti in: prove compressione ad espansione laterale libera ELL, prove di taglio diretto TD e di compressione edometrica. Alcune prove di classificazione hanno infine riguardato anche i materiali grossolani superficiali. Una sintetica rappresentazione delle prove complessivamente eseguite è rappresentata in tabella:

Codice			Profondità		Poc ket	Contenuto d'acqua	Peso volume naturale	Peso secco	Peso specifico grani	Granulometria	Limite liquido e plastico	Mineralogiche	Prova compressione semplice	Taglio diretto	Edometrica
Sondaggio	Camp. Rim.	NSPT	da	a	P P	w	γ_n	γ_d	Gs	GR	LC	(calcimetrica)	ELL	TD	ED
SS1	CR10		39.5	39.7					X	X		X			
SS1	CR1		41.2	41.4					X	X		X			
SS1	CI1		42	42.5	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
SS1	SPT1	88	42.5	42.95						X	X	X			
SS1	CR2		45.5	45.7		X	X		X	X	X		X		
SS1	CR7		47.3	47.5					X	X	X				
SS1	CI2		48.5	49	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
SS1	SPT2	82	49	49.45						X	X	X			
SS1	CR8		52.7	52.9		X	X		X	X	X		X		
SS1	CR3		53.3	53.5					X	X	X				
SS1	CI3		54.6	55.1	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
SS1	SPT3	90	55.6	56.05						X	X	X			
SS1	CR4		58.8	59		X	X		X	X	X		X		
SS1	CR5		62.5	62.7		X	X		X	X	X		X		
SS1	SPT4	112	63.6	64.05						X	X	X			
SS1	CR9		64.7	64.9		X	X		X	X	X		X		
SS1	SPT5	100	68.6	69.05						X	X	X			
SS1	CR6		70.5	70.7		X	X		X	X	X		X		
SS1	SPT6	115	70.5	70.95						X	X	X			

Come accennato, ad integrazione del sondaggio a terra, nell'ampia zona a mare corrispondente all'allineamento in prolungamento dell'Antemurale, sono stati eseguiti n.15 sondaggi geognostici con apparecchiature di carotaggio a vibrazione (Vibrocore) (SV1, .., SV15) disposti su n.5 terne coincidenti con le linee di rilievo geofisiche.



Figura 22: Sondaggi vibrocore: apparecchiatura utilizzata

Questo sistema di perforazione ha consentito di effettuare un carotaggio continuo dei sedimenti al procedere dell'infissione fino ad una profondità massima di circa 4 m dal fondale marino. Le carote raccolte da una fustella campionatrice presente all'interno dell'asta sono state aperte per la determinazione della stratigrafia ed hanno consentito il prelievo di ulteriori campioni rimaneggiati successivamente sottoposti alle specifiche prove di caratterizzazione fisica e meccanica di laboratorio rappresentate in tabella:

Codice		Profondità VIBROCORE		Profondità CAMPIONE		Pocket	Contenuto d'acqua	Peso di volume naturale	Peso specifico grani	Granulometria	Limite liquido e plastico	Taglio diretto
Sondaggio	Camp. Rim.	da	a	da	a	PP	w	γ_n	Gs	GR	LC	TD
-	SV1	0	1.41	0.8	1.2		X		X	X		
-	SV2	0	2.1	1.4	1.7		X		X	X	X	
-	SV3	0	1.5	0	0.4		X		X	X	X	
-	SV4	0.66	1.59	0.7	1.1		X		X	X		
-	SV5	0	1.75	0.55	1		X		X	X		
-	SV6	0	0.84	0.6	0.84		X		X	X		X
-	SV7	2	3.4	2.5	2.9		X		X	X		
-	SV8	0	1.92	1.15	1.74		X		X	X	X	
-	SV9	0.66	1.71	0.66	1.71		X		X	X		
-	SV10	0.45	1.87	1.1	1.6		X		X	X	X	X
-	SV11	0	1.08	0.4	0.7		X		X	X	X	
-	SV12A	0	2.4	1	1.4		X		X	X	X	
-	SV12B	2.4	4.4	3.8	4.4	X	X	X	X	X	X	X
-	SV13	0	0.96	0.5	0.9		X		X	X	X	
-	SV14	1.54	2.43	1.6	1.9		X		X	X		
-	SV15	0	1.1	0.45	1		X		X	X		

A completamento di indagini lungo tre linee longitudinali, allineate con i sondaggi vibrocore, è stata eseguita una indagine geofisica ad alta risoluzione tramite strumentazione acustica "Sub Bottom Profiler" a tecnologia Chirp. Nel complesso sono state eseguiti n.9 profili acustici di cui 3+1 con andamento parallelo all'asse della diga, per una lunghezza circa 600 metri ognuna, e cinque perpendicolari ad esso ciascuno di lunghezza di 300 metri (Figura 23).

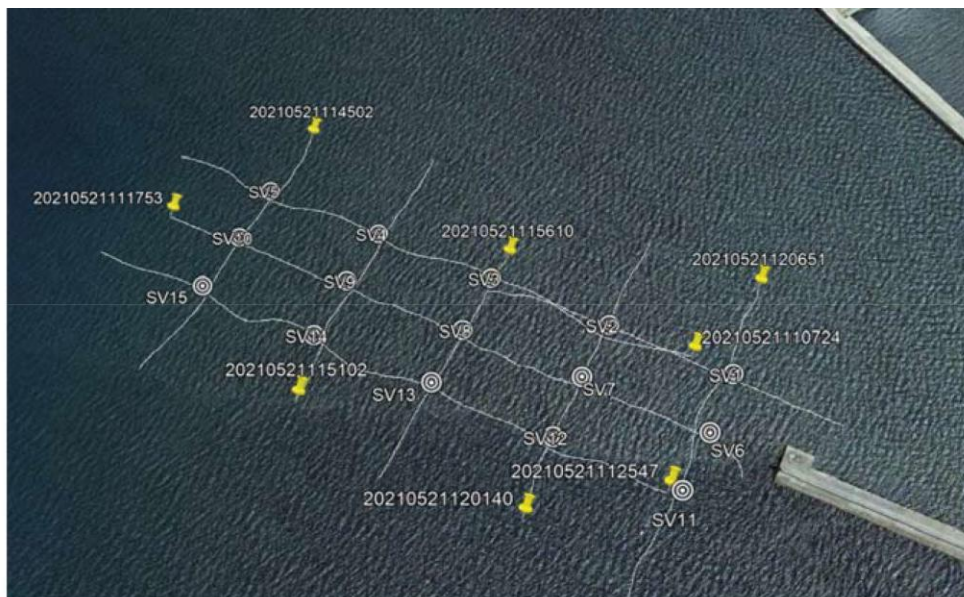


Figura 23: Planimetria allineamenti sub-bottom profiler

I dati acquisiti opportunamente elaborati hanno consentito di ottenere delle sezioni geofisiche rappresentative e coerenti tra di loro, ed in grado di integrare ed estrapolare le informazioni puntuali ottenute dai sondaggi vibrocure a mare e da quello in testata SS1.

La disposizione delle indagini complessivamente disponibili, comprensiva dei sondaggi eseguiti in passato per il tratto di antemurale precedente e per il primo lotto di opere strategiche è rappresentata in Figura 24 per le stratigrafie dei sondaggi e per i dettagli ed i risultati delle prove geotecniche in situ e di laboratorio e del rilievo sub-bottom profiler si rinvia allo specifico Rapporto Tecnico allegato.

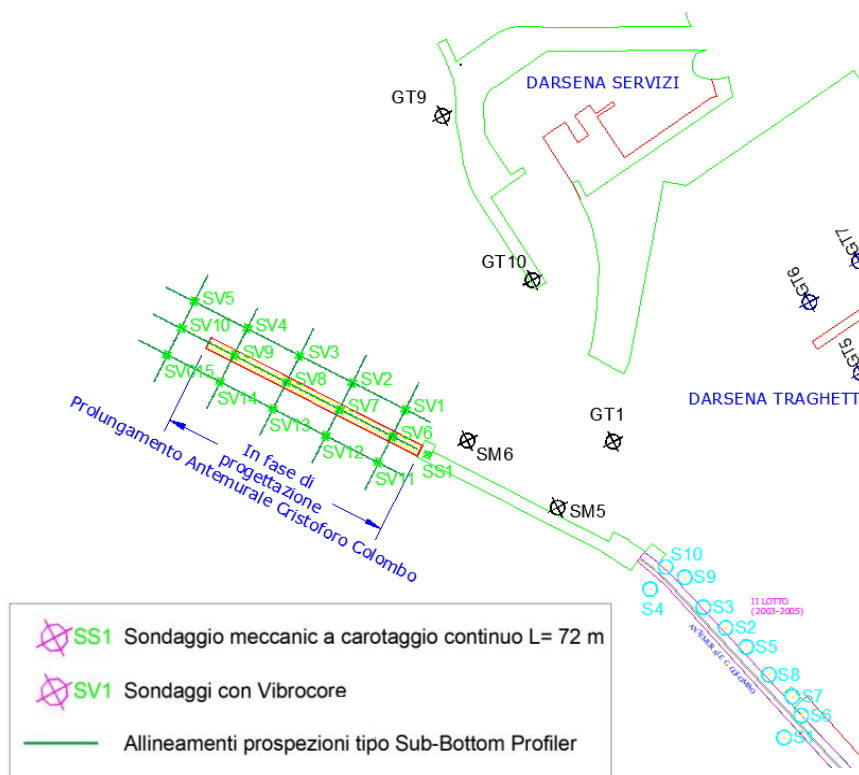


Figura 24: Planimetria indagini integrative e indagini disponibili

6.2 Assetto stratigrafico locale

Le indagini hanno nell'insieme confermato il quadro geologico dei tratti di antemurale già realizzati in stretta adiacenza.

Da una attenta interpretazione delle nuove risultanze stratigrafiche, correlate con quelle già disponibili, è stato comunque possibile addivenire ad una ricostruzione stratigrafica più rappresentativa di quella del progetto iniziale, rimuovendo alcune incertezze riguardanti essenzialmente i rapporti stratigrafici nella zona mediana ed esterna del prolungamento.

Il quadro stratigrafico è risultato in particolare caratterizzato, per tutto il tratto del molo, dalla presenza di terreni attribuiti alla formazione dei "limi argillosi grigi" che comprende limi argillosi consistenti, a luoghi debolmente marnosi ed intercalati a sottili livelli di sabbie fini limose, e che costituisce il substrato locale dell'intero prolungamento. Questi terreni, in superficie, sono risultati ricoperti da uno spessore di qualche metro di terreni attribuiti alla formazione delle "sabbie debolmente cementate e calcareniti", costituita da sabbie a granulometria variabile da medio-fine a grossolana con numerosi frammenti litici angolari e con frequenti intercalazioni di calcari organogeni più o meno cementati ("Panchina").

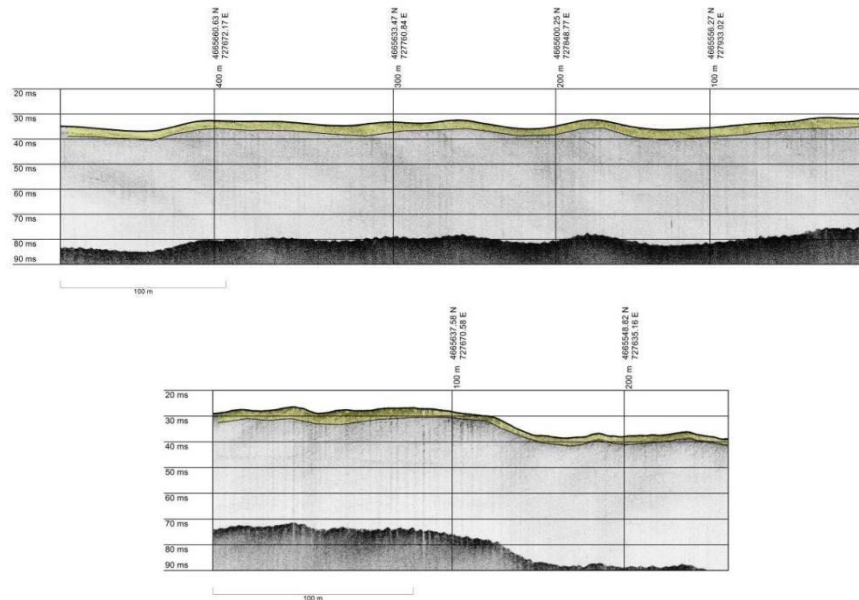


Figura 25: Prolungamento Antemurale Colombo – Profili geofisici, sopra in asse all'Antemurale e trasversale (sotto)

Tale quadro, pur confermando il nota ed atteso assetto geologico della zona, consente di togliere alcune incertezze interpretative del progetto preliminare iniziale, riguardanti la supposta presenza di livelli di sabbie e calcareniti ed un anomalo andamento del substrato limo argilloso. La maggior profondità raggiunta dal sondaggio SS1 è risultata in questo senso utile elemento diagnostico.

7 STIMA ECONOMICA DELL'INTERVENTO

L'importo dei lavori, derivante dal computo metrico estimativo, ammonta a € 99.282.828,69 e gli oneri per la sicurezza ammontano a € 730.047,16.

Per i prezzi elementari della mano d'opera, dei noli, dei materiali utilizzati e delle lavorazioni considerate nel computo per la definizione degli importi dei lavori e degli oneri della sicurezza si è fatto riferimento alla Tariffa dei Prezzi per Opere Pubbliche della Regione Lazio del Luglio 2022.

Per la determinazione del corrispettivo per la progettazione esecutiva da porre a base di gara si è fatto riferimento al Decreto Legislativo del 18 aprile 2016, n. 50 (Codice degli appalti), e al relativo regolamento del Decreto del Ministero di Giustizia del 17 giugno 2016.

Nella seguente tabella è riportato il riepilogo degli importi:

a	Importo esecuzione lavori a base d'asta, soggetto a ribasso	€ 99.282.828,69
b	Oneri per l'attuazione del piano di sicurezza, non soggetti a ribasso	€ 730.047,16
c	Corrispettivo per progettazione esecutiva, soggetto a ribasso	€ 644.701,78
T	IMPORTO TOTALE APPALTO	€ 100.657.577,63

Tabella 2 - Riepilogo degli importi

8 TEMPI D'ESECUZIONE E CANTIERIZZAZIONE

8.1 Tempi di esecuzione

La complessa articolazione delle lavorazioni da svolgere, caratterizzate da una reciproca interdipendenza, è stata affrontata mediante un approfondito studio delle sequenze lavorative inerenti le movimentazioni di tutti i materiali in gioco.

Tale studio ha consentito di sviluppare delle macro fasi realizzative volte a favorire un impiego ottimale delle risorse da utilizzare e individuando le tempistiche dei necessari approvvigionamenti per la fattibilità dei lavori.

Tale analisi ha consentito di stimare in 24 mesi la durata dei lavori secondo il cronoprogramma riportato nella figura seguente.

	Mesi																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Cantierizzazione	■																								
Ricerca masse metalliche	■																								
Scanno di imbasamento (massi 1 ^a cat)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Scanno di imbasamento (massi 3 ^a cat)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Prefabbricazione dei cassoni		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Trasporto e affondamento			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Riempimento cassoni				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sovrastruttura							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Smobilizzo cantiere																									■

Tabella 3 - Cronoprogramma

8.2 Cantierizzazione

L'area e l'impianto di cantiere saranno definite compiutamente in fase di progettazione esecutiva. Tuttavia, in ottemperanza a quanto previsto nella normativa vigente, sono state definite delle linee guida per la installazione dell'impianto di cantiere fornendo una proposta progettuale per la logistica, la viabilità e le misure di sicurezza da adottare.

Le motivazioni a supporto degli schemi progettuali di seguito proposti sono:

- la disponibilità di aree a terra cantierizzabili, anche in relazione all'esposizione ondosu del paraggio oggetto di intervento (assenza di opere foranee di protezione da moto ondosu);
- la disponibilità di viabilità interna al porto che consenta il collegamento carrabile tra i sottocantieri;
- le banchine operative in adiacenza al cantiere;

- la profondità minime per impianto del bacino di prefabbricazione;
- il rispetto del cronoprogramma redatto in fase di progetto;
- l'ottimizzazione della security e safety di cantiere;
- la stima dei costi inerenti l'impianto

In relazione alla tipologia, entità, alla tempistica delle opere da eseguire, si propone l'allestimento delle seguenti aree di cantiere (descritte in dettaglio nel PSC):

- *Cantiere A: area adibita alle funzioni logistiche (servizi amministrativi, igienico- assistenziali, mensa, etc..) allestita con unità abitative prefabbricate ed impianti di servizio e alle funzioni operative (a mare e a terra) allestita per la prefabbricazione di prima fase dei cassoni cellulari su bacino galleggiante. Il cantiere A è ubicato all'estremità Nord della banchina del terminale contenitori;*
- *Cantiere B: area operativa (a mare e a terra) allestita per la prefabbricazione di seconda fase dei cassoni cellulari. Il cantiere B è ubicato sull'antemurale Colombo;*
- *Cantiere C: area operativa (a mare e a terra) adibita alle operazioni di scarico e carico per la realizzazione delle opera a mare. Il cantiere C è ubicato nella Darsena Servizi;*
- *Cantiere D: area operativa (a mare e a terra) consiste nell'area di lavoro per il prolungamento dell'antemurale della testata esistente dell'Antemurale Colombo.*

L'importo totale dell'investimento previsto dall'AdSP per la realizzazione del prolungamento della banchina n. 13 – 2° lotto (II lotto OO.SS.) del porto di Civitavecchia è pari ad a € **106.063.749,45**, come di seguito dettagliato:

QUADRO TECNICO ECONOMICO (art. 16 DPR 207/2010)			
A) Lavori :			
a1) Importo per l'esecuzione delle lavorazioni	= €	99,282,828.69	
a2) Oneri di sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	= €	730,047.16	
		=====	
IMPORTO TOTALE DEI LAVORI (a1 + a2)	= €	----->	= € A) 100,012,875.85
Prezzario OO.PP. Regione Lazio 2022			
B) Somme a disposizione della Stazione Appaltante :			
b1) Lavori in economia e forniture, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto	= €		-
b2) Rilievi, accertamenti e indagini	= €		-
b3) Allacciamenti ai pubblici servizi	= €		-
b3bis) Oneri di discarica	= €		-
b4) Imprevisti (1,0%).....	= €	1,000,128.76	
b5) Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi	= €		-
b6) Accantonamento di cui all'art. 106 del D.Lgs. 50/2016	= €		-
b7) Spese tecniche : (Progettazione esecutiva)	= €	644,701.78	
b7bis) Spese tecniche : (Dir. Lav. ; Coord. Esecuzione ; misura e contabilità)	= €	2,578,993.92	
b7tris) Incentivi art. 113 D. Lgs. n. 50/2016 (1,8% di A/2)	= €	900,115.88	
b8) Spese attività tecnico-amministrative connesse alla progett. e di supporto RUP	= €	464,185.28	
b9) Spese per commissioni giudicatrici	= €	18,000.00	
b10) Spese per pubblicità	= €	15,000.00	
b11) Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico - amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici.	= €	300,000.00	
b12) Imposte			
b12.1) C.N.P.A.I.A. (4 % di b7 + b7bis)	0.04 x	3,223,695.70	= € 128,947.83
b13) ANAC			= € 800.00
			=====
B) TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	= €	----->	6,050,873.45
di cui per C.N.P.A.I.A. (b 12)	= €	128,947.83	
			=====
IMPORTO COMPLESSIVO (A+B)	= €		106,063,749.30

Con nota n. 2682 del 03.03.2023, la Commissione relatrice ha richiesto chiarimenti e integrazioni come nel seguito riportato:

A seguito dei colloqui intercorsi durante l'audizione con i rappresentanti di codesta Autorità Portuale, i progettisti e questa Commissione relatrice, tenutasi il 2.3.2023, è emersa la necessità di acquisire chiarimenti e integrazioni – indispensabili al fine di potere procedere nell'esame e parere di competenza – come nel seguito indicato.

- *Copia del Piano Regolatore Portuale.*
- *Una relazione del RUP che illustri il procedimento con il quale è stata adottata la variazione alla disposizione planimetrica del molo di sopraflutto, di cui viene riferito a pag. 3 della Relazione generale di progetto, allegando copia dei relativi elaborati tecnici e atti amministrativi.*
- *Studio di navigabilità*
- *Bilancio dei materiali, modalità di acquisizione e livello di sostenibilità perseguito in termini di gestione delle risorse non rinnovabili*
- *fornire indicazioni circa il livello di sostenibilità dell'opera.*
- *Nella relazione per quanto attiene la caratterizzazione geologica e geotecnica del sito, viene precisato che oltre alle indagini mirate, invero non particolarmente abbondanti in relazione all'importanza dell'opera, il presente studio si avvale anche di dati e informazioni ricavate da campagne geognostiche riguardanti precedenti tratti di antemurale e comunque ricadenti nell'area portuale di Civitavecchia. Si richiede di integrare la documentazione disponibile con una sintesi critica della documentazione relativa alle indagini pregresse, inquadrando nel quadro di contesto generale dell'area, consentendo di dare maggiore affidabilità alle risultanze dello studio presentato.*
- *Con riferimento al paragrafo 7.2 del documento "PR1_DR_003_00_GEO Relazione geologico-geotecnica" della relazione si chiede di chiarire le ragioni della scelta del coefficiente β_m adottato e di dare evidenza del rispetto dei valori previsti dalle NTC-2018 per le verifiche di sicurezza in condizioni non drenate allo SLU di cui al paragrafo 7.2.2.*
- *Si richiede, altresì, di supportare la valutazione delle azioni sismiche con una valutazione della risposta sismica locale che tenga conto degli effetti dovuti alla presenza dello scanno su un substrato che sembra relativamente abbastanza più rigido.*

Si fa riserva di eventuali ulteriori comunicazioni ad avvenuta acquisizione di quanto richiesto.

Con nota n. APCFG n. 5558/2023 del 12.04.2023, acquisita agli atti di questo Consesso con prot. n. 4648 del 12.04.2023, l'AdSP del Mar Tirreno Centro Settentrionale ha trasmesso la seguente documentazione integrativa:

1. copia del Piano Regolatore Portuale e relativi ATF caricati in un apposito link;
2. circa la variazione planimetrica del molo di sopraflutto viene trasmessa unita alla presente la richiesta Relazione del RUP corredata dei 7 allegati ivi richiamati;
3. copia dello studio di navigabilità è resa accessibile al link di cui al punto 1 nella sottocartella "Studio di Navigabilità";
4. per gli altri aspetti tecnici oggetto del richiesto approfondimento viene allegata alla presente una relazione dei progettisti denominata "Integrazione per il CSLLP".

CONSIDERATO

ASPETTI GENERALI E PROCEDURALI

Preliminarmente, si rappresenta che l'AdSP del Mar Tirreno Centro Settentrionale ha richiesto a questo Consesso il parere ai sensi dell'art. 215, comma 3, del D. Lgs. 50/2106 sul progetto

definitivo riguardante il prolungamento della banchina n°13 - 2° lotto (II lotto OO.SS.) del porto di Civitavecchia.

Al riguardo, si evidenzia che, ai sensi dell'art. 8, comma 7, lettera d), del decreto legge 16 luglio 2020, n. 76 convertito, con modificazioni, dalla legge 11 settembre 2020, n. 120, la sfera di competenza del Consiglio Superiore è stata così temporaneamente rideterminata: *“In deroga all'articolo 215, comma 3, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, fino al 30 giugno 2023, il Consiglio superiore dei lavori pubblici esprime il parere obbligatorio di cui al comma 3 del medesimo articolo 215 esclusivamente sui progetti di fattibilità tecnica ed economica di lavori pubblici di competenza statale, o comunque finanziati per almeno il 50 per cento dallo Stato, di importo pari o superiore ai 100 milioni di euro”*.

Nel caso specifico, trattandosi di un progetto di livello definitivo, in base al disposto normativo soprarichiamato, il parere obbligatorio del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici di cui all'art. 215, comma 3, del D. Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii. non è procedibile; tuttavia, attesa anche la rilevanza dell'interesse dell'amministrazione richiedente ad ottenere il presente parere, si evidenzia che lo stesso, di carattere facoltativo, è rilasciato ai sensi del D.P.R. n. 204 del 27 aprile 2006 – Regolamento di riordino del Consiglio superiore dei lavori pubblici, art. 2 comma 1, lettera b) che recita come segue:

“Il Consiglio superiore, nell'ambito dei compiti attribuiti allo Stato e nel rispetto delle prerogative delle regioni e delle province autonome, delle province e dei comuni, esercita funzioni consultive ed esprime pareri:

a) *(Omissis)*

b) ***di carattere facoltativo, su richiesta delle amministrazioni competenti, sulle linee fondamentali dell'assetto del territorio nazionale, sulle linee generali della programmazione delle grandi reti di interesse nazionale, sui piani aeroportuali e sulle vie di navigazione di interesse nazionale, sui programmi di lavori pubblici, sui progetti delle opere pubbliche o di interesse pubblico, ai sensi delle disposizioni vigenti sulle costruzioni ed infrastrutture strategiche, sui progetti delle altre amministrazioni pubbliche. Per i progetti delle opere strategiche e di preminente interesse nazionale, di cui alla legge 21 dicembre 2001, n. 443, il parere del Consiglio superiore è espresso sui progetti preliminari. Ai pareri di carattere facoltativo si applicano le disposizioni di cui al comma 5-ter dell'articolo 6 della legge 11 febbraio 1994, n. 109;”***

Si evidenzia altresì che tale parere concerne unicamente la totalità degli interventi soggetti a finanziamento pubblico, pari a **€ 106.063.749,45**, ripartito come segue:

- € 33.647.212,09 a valere sul Fondo per avvio l'avvio delle opere indifferibili concesso all'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale
- € 26.650.000,00 finanziati nell'ambito del PNRR con Decreto Ministeriale n. 330 del 13.08.2021
- € 45.766.537,21 fondi propri dell'AdSP derivanti dal finanziamento BEI

Detto importo, riguardante i lavori di messa in sicurezza e infrastrutturazione, è così ripartito:

- € 100.012.875,85 per l'esecuzione delle lavorazioni e per oneri di sicurezza non soggetti a ribasso d'asta;
- € 6.050.873,45 per somme a disposizione dell'Amministrazione (spese tecniche, collaudi, progettazione esecutiva e direzione lavori, imprevisti, ecc.).

IMPORTO LAVORI	FONTI FINANZIARIE
€ 100.012.875,85	€ 33.647.212,09
€ 6.050.873,45	€ 26.650.000,00
	€ 45.766.537,21
Tot. € 106.063.749,30	Tot. € 106.063.749,30

Il Codice Unico di Progetto (CUP) per l'identificazione dei progetti d'investimento pubblico, come previsto dalla Legge n. 3 del 16 gennaio 2003, è il seguente “J37I15000020001”.

Il progetto trasmesso è proposto come definitivo e, pertanto, deve comunque prevedere tutti gli elaborati previsti dal D.P.R. n. 207/10, art. 24, comma 2, “Documenti componenti il progetto definitivo”.

Vieppiù, trattandosi di un sistema di aggiudicazione quale l'appalto integrato che richiede perciò stesso il sopradetto livello di progettazione da porre a base dell'appalto stesso.

Per quanto concerne la completezza degli elaborati trasmessi, la Sezione rileva l'assenza del Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici, specifico per il progetto in esame.

ASPETTI AMBIENTALI, PAESAGGISTICI ED URBANISTICI

L'attuale impostazione di una qualificata progettazione non può esimersi dal mettere in atto i principi di sostenibilità che sia con riferimento agli indirizzi comunitari che alle più recenti indicazioni e linee guida nazionali, per cui sembra d'obbligo segnalare che l'utilità e la efficacia di un intervento non possono essere confuse con il rispetto di detti principi. Si auspica quindi che in fase di attuazione dell'intervento sarà posta la massima attenzione ai principi di sostenibilità visto che, per quanto sopra ricordato, non è sufficiente – ad esempio - affermare che all'opera in esercizio non è associata nessuna emissione di CO₂ in quanto, oltre all'ovvietà vista la sua stessa configurazione e il suo ruolo, molti dei contributi di CO₂ per le opere di ingegneria vengono emessi in fase di costruzione e quindi una attenta e moderna progettazione vorrebbe che fosse posta l'attenzione al progetto della sua cantierizzazione al fine di ridurre le azioni o l'uso dei macchinari più gravosi da questo punto di vista. Sempre in un'ottica di progettazione sostenibile si evidenzia che il ricorso a circa un milione di metri cubi di materiale da cava non può essere assunto come un buon risultato in questi termini e il fatto che non vi siano altre azioni di progetto che siano in grado di fornire materiale di realizzazione nella stessa opera non può essere più assunto come un motivo per non spingere il processo progettuale verso una ricerca di progettazione partecipata ovvero tale che mediante il confronto e il dialogo con altri organismi e/o organi di governo del territorio non si possano trovare sinergie tra diverse iniziative presenti nel sistema infrastrutturale o territoriale tale da evitare necessariamente il ricorso all'uso di risorse non rinnovabili.

La Sezione ritiene quindi che, per lo meno in merito alla fase di realizzazione, sia sviluppato un idoneo approfondimento progettuale che pervenga ad un progetto ambientale della cantierizzazione che consenta di perseguire idonei livelli di sostenibilità dell'iniziativa mediante il ricorso a scelte di organizzazione dei lavori e all'uso di tecnologie che perseguono gli obiettivi predefiniti dal DNSH ed in particolare alla mitigazione ai cambiamenti climatici.

ASPETTI STRADALI E VIABILISTICI

Nella documentazione progettuale nulla è detto circa i riflessi che le opere in progetto avranno sul sistema viabilistico e, più in generale, sull'assetto trasportistico portuale e retroportuale, tanto nella fase di esercizio, quanto, soprattutto, in quella di cantierizzazione. Occorre invece che l'argomento sia affrontato in progetto in un'apposita relazione che evidenzi le criticità attese e le modalità di risoluzione.

ASPETTI MARITTIMI

L'intervento in progetto prevede una zona di transizione dall'opera esistente a quella nuova. Diversi casi di opere analoghe hanno dimostrato la opportunità di condurre prove in vasca su modello fisico in scala ridotta mirate a superare le eventuali debolezze in progetto e a ottimizzare la soluzione esecutiva adottata. Pertanto, visto anche l'elevato costo dell'intervento, si ritiene opportuno raccomandare la conduzione di prove i cui tempi di realizzazione appaiono compatibili con i tempi assegnati dal finanziamento in essere e che determinano una certa e forte riduzione delle incertezze, anche con riferimento alla eventuale protezione al piede esterno con massi guardiani (non presenti nelle tavole progettuali).

Le celle antirisacca disposte lungo il lato del cassone rivolto verso l'interno del porto appaiono completamente sommerse, tanto più in condizioni di alta marea e/o sovrizzo di tempesta. Pertanto, va approfondita la loro capacità di ridurre l'energia ondosa che appare pressoché nulla.

Lo studio di simulazione della manovra è limitato a navi cruise, Ro-Pax e mega-yacht, e trascura la nave porta container, sebbene questa scali il porto di Civitavecchia. Le manovre della cruise di progetto in ingresso con vento da Tramontana di intensità 30 kn falliscono; solo con l'assistenza del rimorchiatore con tiro 80 ton, la manovra risulta riuscita al limite. Manovre non riuscite si sono verificate anche con navi cruise di dimensioni minori. Pertanto, si demanda alla Capitaneria di Porto di Civitavecchia, organo competente per la sicurezza della navigazione, la adozione di opportuni limiti all'ingresso in porto.

ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Gli aspetti geologici e geotecnici generali sono riportati nella Relazione geologica e geotecnica di riferimento "PR1_DR_003_00_GEO Relazione geologico-geotecnica", che riporta sinteticamente l'inquadramento geologico dell'area ed una caratterizzazione geotecnica oltre alle verifiche geotecniche statiche e sismiche che assumono valenza determinante nell'ambito della progettazione.

In sede istruttoria era stato evidenziato che *le indagini mirate* erano abbastanza ristrette, tanto più in relazione all'importanza dell'opera. Anche se nello studio era dichiarato si facesse riferimento *anche di dati e informazioni ricavate da campagne geognostiche riguardanti precedenti tratti di antemurale e comunque ricadenti nell'area portuale di Civitavecchia*. A tal fine era stato richiesto di integrare la documentazione disponibile con una sintesi critica della documentazione relativa alle indagini pregresse, inquadrando nel quadro di contesto generale dell'area, consentendo di dare maggiore affidabilità alle risultanze dello studio presentato.

Nel documento ALL_2_Integrazione_per_il_CSLP.pdf in cui sono stati trattati diversi temi relativi alle richieste di approfondimento sono state riportate alcune delle risultanze degli studi precedenti. Va tuttavia evidenziato che questi approfondimenti non sono stati integrati nella pag. 29 di 36

specifica relazione. Si ritiene che gli approfondimenti sviluppati diventino parte integrante del progetto, nell'ambito delle specifiche relazioni specialistiche.

Nell'analisi critica, così come nel testo della Relazione geologica e geotecnica di riferimento "PR1_DR_003_00_GEO Relazione geologico-geotecnica" che è rimasta invariata, si fa per esempio riferimento a back-analysis che non sono riportate nell'integrazione (neanche come riferimento). Le verifiche di sicurezza nell'integrazione sono solo citate con riferimento alla Relazione geologico-geotecnica, che non è stata aggiornata e non sono state esplicitate in modo da dare evidenza delle verifiche svolte, giustificando adeguatamente la scelta del coefficiente β_m dando evidenza del rispetto dei valori previsti dalle NTC 2018 per le verifiche di sicurezza in condizioni non drenate allo SLU di cui al paragrafo 7.2.2.

Nella relazione integrativa sono state aggiunte delle valutazioni circa gli effetti di amplificazione sismica locale approfondendo le conseguenze dello scanno. I progettisti nella relazione integrativa ammettono che *dal confronto tra l'accelerazione attesa su substrato rigido e quella risultata in sommità allo scanno assunto di spessore medio pari prudenzialmente a 10 m, si ottiene un apprezzabile incremento del valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s medio, che è risultato pari a circa 1.92 e maggiore a quello competente ad una categoria di sottosuolo C e soprattutto B, che si conferma essere quella in cui effettivamente ricadono i terreni naturali insistenti sul fondale*. Questa valutazione non sembra essere stata implementata nella Relazione geologica e geotecnica di progetto, oltre che nelle conseguenti verifiche.

Alla luce di quanto illustrato, la Sezione ritiene che, nell'attuale livello di approfondimento progettuale e in ogni caso prima dell'esperimento della procedura c.d. di appalto integrato, le risultanze delle integrazioni già sviluppate debbano essere adeguatamente implementate nell'ambito della Relazione geologica e geotecnica di progetto e nell'ambito di tutte le verifiche geotecniche. Si ritiene altresì debba darsi evidenza delle back analysis eseguite.

Si ritiene infine opportuno sviluppare approfondimenti nei relativi elaborati progettuali in grado di dare una maggior validazione alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica.

ASPETTI IDROLOGICI E IDRAULICI

Le attività progettuali hanno contemplato un aggiornamento dello studio meteomarinario, precedentemente eseguito dall'Università di Padova. L'aggiornamento contiene, tra le varie cose, una stima della variazione del livello medio. L'analisi appare qualitativa. Occorre, invece, che il livello di progetto vada definito sulla base di analisi specialistiche e quantitative sulle informazioni a disposizione (ad esempio, sulla base del mareografo installato nel Porto di Civitavecchia) associando la componente meteorologica al tempo di ritorno. Inoltre, si rileva che nella definizione del livello di progetto non è inclusa la componente relativa agli effetti del cambiamento climatico (quantificata in 30 cm nell'elaborato). Si fa osservare che la definizione del livello di progetto ha un potenziale effetto su alcune valutazioni progettuali (es. sulle spinte agenti sul cassone, sull'efficacia delle celle anti-riflettenti e sulla tracimazione del moto ondoso), che andrebbero eventualmente aggiornate. A tal proposito, si rileva l'assenza di una specifica analisi della tracimazione dell'opera in progetto, per la quale si ritiene che sia effettuato un opportuno approfondimento, tenendo conto del possibile innalzamento del livello del mare dovuto ai citati effetti del cambiamento climatico. La Sezione, al riguardo, suggerisce di motivare l'assenza di tale analisi, anche sulla base di giudizio esperto, ovvero di integrare il progetto con valutazioni finalizzate a quantificare l'entità del sormonto.

Inoltre, il lato esterno delle opere di difesa della Darsena Servizi è dotato di molteplici cassoni REWEC per la produzione di energia elettrica da moto ondoso, produzione che sarebbe certamente influenzata dall'effetto di schermatura del prolungamento dell'antemurale in progetto; al riguardo, la Sezione ritiene opportuno che venga effettuato un approfondimento di tale interferenza.

ASPETTI STRUTTURALI

La presente relazione fa riferimento alla documentazione tecnica trasmessa in merito al Progetto definitivo per il prolungamento dell'Antemurale C. Colombo del porto di Civitavecchia; le considerazioni che seguono sono focalizzate agli aspetti di carattere strutturale.

Interventi in progetto

Gli interventi in progetto riguardano il prolungamento della diga foranea, in presenza di fondali con profondità variabili da 36 a 40 metri. La soluzione prescelta, per ragioni di natura economica e prestazionale, si avvale di opere di tipo verticale a cassoni, che si fondano su un imbasamento a scogliera. Al fine di poterne ottimizzare la geometria, in una fase preliminare, sono state esaminate tre diverse alternative, che si differenziavano per lo spessore dell'imbasamento e quindi per l'altezza del manufatto sovrastante. Tra le possibili soluzioni considerate, quella che ha mostrato maggiori vantaggi dal punto di vista economico, realizzativo e funzionale è quella rappresentata nella figura seguente (Figura 1), che prevede una base di appoggio del manufatto a una profondità di 27 metri dal livello medio del mare.

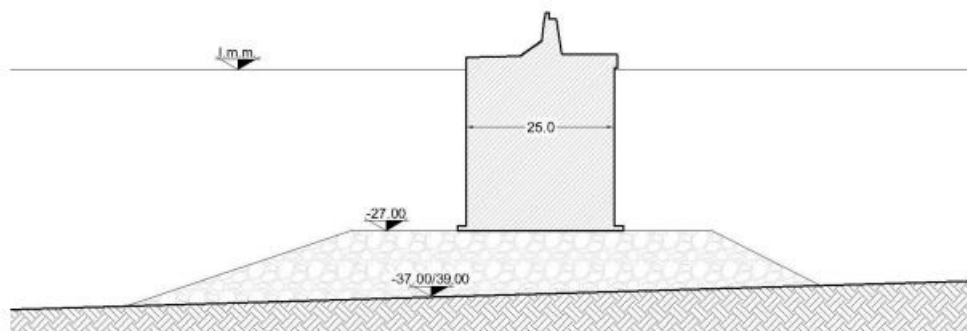


Figura 1 – Sezione tipologica dell'intervento in progetto

Lo sviluppo della nuova opera è pari a circa 400 metri, e si compone di 13 cassoni cellulari in c.a. affiancati tra loro. La prima parte, di lunghezza pari a 60 metri, servirà da raccordo con l'opera in corso di costruzione al momento della progettazione, e presenterà una geometria leggermente differente rispetto alla porzione successiva. In particolare, il manufatto della prima parte avrà un'altezza ridotta di circa 5 metri e i cassoni saranno caratterizzati da dimensioni geometriche in pianta più contenute.

Nello specifico: i cassoni della parte di transizione hanno una larghezza di 20 metri e una lunghezza pari a 30,30 metri, ognuno suddiviso in 28 celle separate da setti, e sono delimitati inferiormente da un solettone in cemento armato di un metro di spessore; i cassoni della parte successiva, invece, presentano una larghezza di 25 metri e un'altezza di 30,30 metri e sono suddivisi in 35 celle tramite setti interni, anche quest'ultimi sono delimitati inferiormente da un solettone in c.a. di spessore pari a un metro.

La parte sommitale della struttura, in continuità con quella già presente, è costituita da un muro paraonde e da una sovrastruttura in c.a. Il muro paraonde è caratterizzato da una quota di sommità pari a +9,5 metri sul livello medio del mare, mentre la sovrastruttura di banchina presenta le stesse dimensioni dell'antemurale esistente e si caratterizza per una quota di +2,50 metri sul livello medio del mare e per una larghezza carrabile di circa 9 metri.

La progettazione dell'opera è stata supportata da un aggiornamento dello studio meteomarinario, una valutazione dell'agitazione ondosa, una simulazione numerica delle azioni sulla struttura, nonché un'analisi geologica e geotecnica.

Il progetto strutturale ha fatto riferimento alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, NTC 2018, e sono state messe in conto azioni sismiche valutate a partire da una Vita Nominale dell'opera, V_N , pari a 100 anni e una classe d'uso IV, parametri pertinenti data la tipologia e l'importanza dell'opera in questione.

In merito allo sviluppo del progetto, si osserva che l'armatura della porzione inclinata del muro paraonde sul prospetto lato mare, indicato con il riferimento 10 nella figura seguente (Figura 2), richiede particolari cautele al fine di evitare la delaminazione della superficie esterna del manufatto; il paramento del muro, infatti, è caratterizzato da un'armatura superficiale non ancorata in profondità, pertanto, si ritiene necessario che vengono predisposti opportuni ferri di cucitura da ancorare nel corpo del getto in calcestruzzo, così da prevenire eventuali cedimenti strutturali.

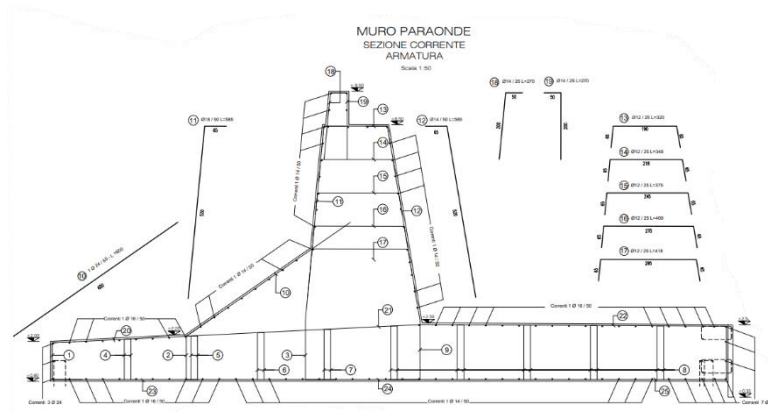


Figura 2 – Dettaglio delle armature del muro paraonde

Tenuto conto delle informazioni sopracitate, non si riscontrano ulteriori criticità.

Come considerazione di carattere generale, vista la suscettibilità di tali strutture a subire cedimenti fondali, si sottolinea l'importanza di predisporre, durante la fase costruttiva, opportuni dispositivi per il suo monitoraggio continuo nel tempo.

INTERFERENZE

Il progetto non riporta alcuna informazione circa la presenza di interferenze con sistemi a rete o altre emergenze locali. Parimenti nulle è detto circa le interferenze che le attività di cantiere avranno sulle attività portuali e retroportuali nonché sulle inevitabili limitazioni con il traffico portuale. Lo stesso progettista evidenzia infatti nella “Relazione Generale” di progetto che “l'area di cantiere è ubicata in corrispondenza dell'imboccatura portuale e, a differenza

dell'ultimo tratto di diga realizzato, lo spazio utile per il transito delle navi risulta ora ridotto in quanto confinato dalle opere di difesa della darsena servizi”.

Occorre che gli argomenti sopra richiamati siano dettagliatamente affrontati in progetto con appositi studi che mostrino come il Proponente intende minimizzare i disagi per le attività retroportuali e portuali, queste ultime sia con riferimento alla navigazione che alle operazioni di terra.

ASPETTI IMPIANTISTICI

L'intervento di prolungamento dell'Antemurale C. Colombo non prevede la necessità di interventi impiantistici elettrici vista la sua funzione. In ogni caso appare opportuno prevedere qualche canalizzazione di servizio come predisposizione ad eventuali prevedibili impianti di monitoraggio, di segnalazione e di illuminazione della banchina.

ASPETTI RELATIVI ALLA SICUREZZA, ALLA GESTIONE DEI MATERIALI E ALLA CANTIERIZZAZIONE

La Sezione ritiene necessario che, nel presente livello di approfondimento progettuale, in merito alla cantierizzazione, venga attentamente valutata l'interferenza dell'allestimento delle varie aree operative di cantiere a mare previste (Cantiere B e D), con il traffico portuale marittimo, tenendo conto della indisponibilità di parte dell'antemurale Colombo esistente, nelle fasi di prefabbricazione dei cassoni.

PIANO DI SICUREZZA E DI COORDINAMENTO

Nell'allegato n°1 relativo alla “*Stima costi della sicurezza*” del Piano di sicurezza e coordinamento, non viene data evidenza del prezzario di riferimento utilizzato per la stima degli importi. In particolare, si evidenzia che i prezzi unitari indicati non sembrano trovare riscontro con il documento deliberato dalla Regione Lazio “*Tariffa 2022 – Parte S Costi della sicurezza*”. Si chiede un chiarimento a tal proposito e di indicare il tariffario di riferimento.

Si chiede inoltre di dare evidenza della stima del costo “*S 1.01.1.29.b- Costo di esercizio*”, che risulta avere un prezzo unitario pari a 10.08 € al giorno, di gran lunga superiore al corrispettivo prezzo di riferimento del suddetto tariffario della Regione Lazio, pari a 2.93 € al giorno.

BONIFICA ORDIGNI BELLICI

La Sezione evidenzia che la quantificazione delle aree interessate dalla Bonifica da residui bellici (Legge n. 177/2012) non risulta essere definita con chiarezza. Non risulta infatti nella documentazione trasmessa, un approfondimento circa le aree ove è prevista la ricognizione e l'eventuale necessità di effettuare una ricognizione profonda oltre che superficiale, che comporterebbe costi superiori.

La voce di tariffa n. 23 OM.002.001 “*Bonifica preventiva di fondo marino, preliminare alla esecuzione di escavazioni, da eseguirsi per il tramite di palombaro e/o sommozzatore in possesso dei requisiti di Legge per l'effettuazione di tali operazioni, da condursi con idonea apparecchiatura per il rilevamento della presenza di masse metalliche interrate nel sedime marino incluso ogni onere per la rimozione degli eventuali ordigni per il tramite del competente Nucleo SDAI della Marina Militare*”, non si identifica con nessuna attività di bonifica bellica sistematica subacquea prevista dalla Direttiva Tecnica GEN-BSS 001 edizione 2020 emanata dal Ministero delle Difesa. Non è inoltre definito con chiarezza il prezzario

pag. 33 di 36

utilizzato per la definizione del costo a mq, che sembrerebbe derivato dal Prezziario Regionale della Regione Puglia edizione 2022. Al riguardo, è necessario che vengano forniti gli opportuni chiarimenti e approfondimenti.

Ciò stante, in merito a tali aspetti, la Sezione ritiene necessario che vengano effettuate delle opportune valutazioni e analisi nel presente livello di approfondimento progettuale.

Infine, nella Relazione di progetto dovrà essere espressamente riportato che: *“L'attività di bonifica preventiva e sistematica è svolta sulla base di un parere vincolante dell'autorità militare competente per territorio in merito alle specifiche regole tecniche da osservare in considerazione della collocazione geografica e della tipologia dei terreni interessati, nonché mediante misure di sorveglianza dei competenti organismi del Ministero della difesa, del Ministero del lavoro e delle politiche sociali e del Ministero della salute”*, così come previsto dalla Legge 1 ottobre 2012, n. 177.

ASPETTI ECONOMICI

Elenco prezzi - Computo metrico – Analisi dei prezzi – Quadro economico – Capitolato Speciale d'Appalto - Cronoprogramma

Dal cronoprogramma risulta che la durata complessiva dei lavori è pari a 24 mesi, con una non chiara indicazione delle tempistiche per le fasi di progettazione esecutiva, di affidamento dei lavori e dei “collaudi finali”.

Si rileva inoltre che il cronoprogramma non fornisce alcuna indicazione in merito alla prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole che potrebbero esser causa di minor produttività e conseguentemente allungare le tempistiche previste per le lavorazioni.

Dall'analisi dei Computi Metrici Estimativi, di cui all'Elab. “PR1_DR_005_01_AMM Computo Metrico Estimativo”, si rileva che alcuni prezzi unitari non risultano trovare riscontro con il documento pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Lazio, “*Tariffa dei prezzi, Edizione Luglio 2022 - Parte F opere idrauliche e opere marittime*”.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, si evidenziano le seguenti voci:

- **“14 - A06.01.002.03.03.a** - Calcestruzzo per strutture in ambiente marino, in opera, a prestazione garantita, conforme alle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104 con classe di consistenza S4, con dimensione massima ... ella pompa per il getto. Classe di esposizione ambientale XS3 classe di resistenza a compressione C 35/45 – Rck 45 N/mm²”;
- **“16 - A06.03.001.b** - Casseforme rette per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compresi armo, disarmante disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di app ... tiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: travi, solai e solette piene, rampe di scale, pianerottoli, gronde”;
- **“22 - D12.03.001.b** - Pozzetto in cemento prefabbricato per presa di terra, completo di telaio e coperchio (chiusino) in cemento, compreso lo scavo del terreno di qualsiasi natura, il rinterro e la sua ... dimensioni interne di circa 40 x 40 x 60 cm di tipo carrabile per carichi pesanti, alloggiato in manufatto di calcestruzzo”;
- **“23 - B02.03.015.a.01** - Tubazioni in PVC rigido (policloruro di vinile), forniti e posti in opera, con giunto a bicchiere ed anello elastomerico di tenuta per condotte di scarico interrate non in pressione o, da pagarsi con le apposite voci di elenco: Classe di rigidità 2 kN/m² del diametro esterno di 200 mm spessore 3,9 mm”.

Si rileva inoltre, che alcune voci di costo, calcolate come addizionali di altri articoli presenti nel computo, non sono conformi alle percentuali dichiarate, bensì vengono calcolate sulla base dei costi del Tariffario della Regione Lazio edizione 2020 anziché sulla base dei costi della più recente edizione 2022.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, si evidenziano le seguenti voci:

- **“5- F02.02.008.a - B.8) Compenso addizionale ai prezzi di cui all'art. B.7 per il prelevamento da terra e la collocazione in acqua degli scogli via mare con l'impiego di idonei mezzi marittimi: a) per scogli di 1^ e 2^ categoria (Percentuale del 20 %)”;**
- **“7- F02.02.008.b - B.8) Compenso addizionale ai prezzi di cui all'art. B.7 per il prelevamento da terra e la collocazione in acqua degli scogli via mare con l'impiego di idonei mezzi marittimi: b) per scogli di 3^ e 4^ categoria (Percentuale del 25 %)”;**
- **“9 - F02.02.006 - B.6) Compenso addizionale alla regolarizzazione e spianamento subacqueo eseguito a profondità fino i 27 metri sotto il livello medio mare. (Percentuale del 45 %)”;**
- **“11 - F02.02.017 - B.17) Sovrapprezzo percentuale da applicare all'art. B.16 per la formazione di celle antiriflettenti (Percentuale del 5 %)”.**

In merito al Capitolato Speciale di Appalto, di cui all'Elab. “PR1_DR_008_01_AMM_CSA”, si evidenzia che lo stesso risulta molto generico e non contestualizzato al progetto in argomento.

A tal riguardo si osserva a titolo esemplificativo e non esaustivo, che all' ART. 76 - SUB.4: Classe di resistenza e all' ARTICOLO 89: Cassoni cellulari, viene fatta menzione della resistenza caratteristica a compressione minima, ma non viene indicata alcuna classe di resistenza a limite superiore, per la quale potrebbero essere previste delle specifiche procedure per il controllo della qualità, come previsto al § 4.1 delle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018.

Lo Schema di Contratto, di cui all'Elab. “PR1_DR_007_00_AMM Schema di contratto”, risulta anch'esso generico e non ben circostanziato alle finalità dell'appalto. A titolo esemplificativo e non esaustivo si osserva che all' “Art.9 Consegna e termine di ultimazione della progettazione esecutiva”, viene indicata in caso di ritardo nella consegna del progetto esecutivo all'appaltatore, una penale di 1000 € al giorno. Tale previsione risulta essere non coerente con la modalità di appalto integrato e pertanto dovrà essere espunta dallo Schema di contratto.

Si rileva, inoltre, che nello Schema di Contratto non sono indicate le clausole di revisione dei prezzi previste all'interno dei documenti di gara per l'affidamento dei lavori dall'art. 106, comma 1, lettera a), primo periodo del D. Lgs. n 50/2016, come previsto dall'art. 29, comma 1, lettera a) del D.L. 4/2022.

Dall'analisi del Quadro Tecnico Economico, di cui all'Elab. “PR1_DR_010_01_AMM Quadro economico”, non è possibile rilevare chiaramente la modalità di determinazione e la percentuale utilizzata per la valutazione di alcune voci di costo. A tal riguardo, a titolo esemplificativo e non esaustivo si evidenzia la voce di attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione e di supporto al RUP (b8), la voce di spesa per commissioni giudicatrici (b9) e la voce di spesa per pubblicità (b10).

Risulta inoltre sorprendente la duplicazione delle spese tecniche di progettazione esecutiva, che vengono considerate sia nella voce di costo b7) Spese tecniche : (Progettazione esecutiva) €644,701.78, che nella voce b7tris) Incentivi art. 113 D. Lgs. n. 50/2016 (1,8% di A/2) €900,115.88, per la quale pag. 35 di 36

è previsto anche l'incentivo per *“la direzione dei lavori ovvero direzione dell'esecuzione”*. Si chiedono quindi chiarimenti sul calcolo degli incentivi del punto *b7tris*) calcolati come 1,8% del 50% dell'importo totale dei lavori (A/2) e sulla ripartizione delle somme a disposizione *b7*), *b7bis*) e *b7tris*).

Riguardo alle somme a disposizione, risulta che la percentuale di dette somme è pari a circa il 6% della spesa complessiva dell'intervento.

Inoltre, sempre tra le somme a disposizione della stazione appaltante, andranno previste le spese degli oneri relativi al funzionamento del collegio consultivo tecnico ex art. 6 della legge n. 120/2020.

Si suggerisce, altresì, di tenere in debito conto della incertezza riguardo ai prezzi dei materiali da costruzione in conseguenza del recente conflitto Russia Ucraina.

Tutto ciò premesso e considerato, la Sezione, all'unanimità

É DEL PARERE

che il progetto denominato *“Porto di Civitavecchia - Progetto del prolungamento della banchina n. 13 – 2° lotto (II lotto OO.SS.)”*, nell'attuale livello di progettazione definitiva, debba essere rivisto, integrato e modificato secondo le osservazioni, raccomandazioni e prescrizioni riportate nei suesposti considerato, in ogni caso prima di essere posto a base della procedura c.d. di appalto integrato.

LA COMMISSIONE RELATRICE

(- OMISSIS -)

Firmato virtualmente tramite e-mail di assenso.

Il Segretario:
F.to
(Luisa Ottolenghi)

Visto:
Il Presidente
F.to
(Pietro Baratono)

LA PRESENTE COPIA COMPOSTA DI N. 36 PAGINE È CONFORME ALL'ORIGINALE ESISTENTE PRESSO
LA SEGRETERIA DELLA SECONDA SEZIONE DEL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI.

Il Segretario