

HUB PORTUALE ravenna



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico centro settentrionale



APPROFONDIMENTO CANALI CANDIANO E BAIONA,
ADEGUAMENTO BANCHINE OPERATIVE ESISTENTI,
NUOVO TERMINAL IN PENISOLA TRATTAROLI E
RIUTILIZZO MATERIALE ESTRATTO IN ATTUAZIONE
AL P.R.P VIGENTE 2007 - I FASE - PORTO DI RAVENNA

PROGETTO ESECUTIVO

oggetto BANCHINE
BANCHINA B - BUNGE SUD
RELAZIONE GENERALE - BANCHINA B - BUNGE SUD

file
1114-E-BAB-STR-RG-01-1.doc

codice
1114-E-BAB-STR-RG-01-1

scala
-

Revisione	data	causale	redatto	verificato	approvato
0	28/07/2021	Emissione per approvazione	M. Rossignoli	G. Marcolini	F.Busola
1	15/09/2021	Emissione per approvazione	M. Rossignoli	G. Marcolini	F.Busola

responsabile delle Integrazioni Specialistiche: **Ing. Lucia de Angelis**

responsabile del Procedimento: **Ing. Matteo Graziani**

committente



Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centro Settentrionale
Via Antico Squero, 31
48122 Ravenna

contraente generale



Consorzio Stabile Grandi Lavori Srl
Piazza del Popolo 18
00187 Roma



DEME - Dredging International NV
Haven 1025 - Scheldedijk 30
2070 Zwijndrecht - Belgium

progettisti



Technital S.p.A.
Via Carlo Cattaneo, 20
37121 Verona

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Filippo Busola



F&M Ingegneria SpA
Via Belvedere 8/10
30035 Mirano (VE)

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Tommaso Tassi



SISPI srl
Via Filangieri 11
80121 Napoli

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Marco Di Stefano

BANCHINE

Relazione generale banchina B – Bunge Sud

15 settembre 2021

PROGETTISTI

RTP:  **F&M**
ingegneria

F&M
ingegneria

SISPI
engineering

SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
3	SINTESI INDAGINI INTEGRATIVE RISPETTO AL PD	9
3.1	RILIEVI TOPOGRAFICI E FOTOGRAMMETRIA	9
3.2	INDAGINE MULTI BEAM E LIDAR	9
3.3	IMAGING SONAR	10
3.4	GEORADAR, TIRANTI E SOTTOSERVIZI	10
3.5	SISMICA	11
3.6	INDAGINI GEOTECNICHE	11
3.6.1	PROGETTO DEFINITIVO	11
3.6.2	PROGETTO ESECUTIVO.....	12
4	STATO DI FATTO	13
5	SINTESI DELLE CRITICITA'	14
5.1	VERIFICHE GEOMETRICHE	14
5.1.1	LUNGHEZZA DI BANCHINA.....	15
5.1.2	QUOTA DELLA TRAVE DI CORONAMENTO E DELLA PAVIMENTAZIONE	16
5.1.3	FRONTE BANCHINA	17
5.1.4	ARREDI	18
5.1.5	TIRANTI.....	19
5.2	VERIFICHE INTERFERENZE	19
5.3	VERIFICHE AREE DI CANTIERE	21
5.4	VERIFICA COMPATIBILITA' DEI MATERIALI E QUANTITA'	24
5.4.1	COMPATIBILITÀ DEI MATERIALI	24
5.4.2	QUANTITÀ DEI MATERIALI.....	24
5.5	VERIFICHE GEOTECNICHE	25
5.6	VERIFICA IMPIANTI	25
5.6.1	SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	25
5.6.2	RETE ANTINCENDIO E IMPIANTI ACCESSORI	26
6	RISOLUZIONE DELLE CRITICITA'	27
6.1	SOLUZIONI TECNICHE STRUTTURE	27
6.1.1	PRESTAZIONI RICHIESTE PER L'ADEGUAMENTO	27
6.1.2	SOLUZIONE PROGETTUALE PD	27
6.1.3	INTERFERENZE E CRITICITÀ OPERATIVE CONNESSE ALLE STRUTTURE	30
7	SINTESI CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE	32

8	SOLUZIONE PROGETTUALE PE - ADEGUAMENTO STRUTTURALE	34
8.1	CRITERI DI PROGETTO.....	38
8.1.1	VERIFICHE DELLE PRESTAZIONI	40
8.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	41
8.2.1	LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI	41
8.2.2	NORME E ISTRUZIONI NAZIONALI	42
8.2.3	NORMATIVA EUROPEA ED INTERNAZIONALE	42
8.3	CARATTERISTICHE MATERIALI	42
8.3.1	CALCESTRUZZO PER TRAVE DI CORONAMENTO, PLATEA E PALI DI FONDAZIONE	42
8.3.2	ACCIAIO PER ARMATURE	44
8.3.3	ACCIAIO PER PALANCOLE ESISTENTI	44
8.3.4	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA.....	46
8.3.5	ACCIAIO PER BARRE AUTOPERFORANTI.....	47
8.3.6	MISCELA CEMENTIZIA PER BULBO DI ANCORAGGIO	48
8.3.7	ACCIAIO PER TREFOLI ESISTENTI.....	48
8.4	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA E MONITORAGGIO	48
9	ARREDI DI BANCHINA	50
10	FASI COSTRUTTIVE CRONOPROGRAMMA	51
11	QUADRO ECONOMICO	62

1 PREMESSA

Il Piano Regolatore Portuale 2007 del porto di Ravenna, acquisito il parere del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici con voto n. 129 del 29.10.2008 e la Valutazione Ambientale Strategica con delibera della giunta regionale Emilia-Romagna n. 14796 del 12.10.2009, è stato approvato con delibera di Giunta provinciale n. 3 del 03.12.2010 in virtù della delega conferita a tale Ente dalla Legge Regionale n. 3 del 21.04.1999 "Riforma del sistema regionale e locale".

Successivamente, in data 19.03.2010, è stata attivata presso il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare e gli altri Enti competenti la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale delle opere previste in Piano, che è proseguita con le pubblicazioni di legge ed il parere favorevole di compatibilità ambientale della Commissione Tecnica per la Verifica dell'Impatto Ambientale - VIA e VAS in data 17.06.2011. Il Decreto congiunto di V.I.A. del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e del Ministro per i Beni e le Attività Culturali n. 6 del 20.01.2012 ha sancito la compatibilità ambientale del P.R.P. 2007 per l'attuazione delle opere connesse nel rispetto di alcune condizioni e prescrizioni.

Il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto col Ministro dei Beni e delle attività Culturali e del Turismo, con decreto n. 215 del 07.08.2017 ha prorogato per dieci anni a decorrere dalla data di scadenza, i termini di validità del Decreto di compatibilità ambientale prot. DVA-DEC-2012-6 del 20 gennaio 2012 relativo al "Piano Regolatore Portuale – Attuazione delle opere connesse" del Porto di Ravenna, ovvero sino al 18 maggio 2027.

L'Autorità di Sistema Portuale ha sviluppato il progetto preliminare di "Approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e utilizzo materiale estratto in attuazione al P.R.P. vigente 2007", istruito dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti in quattro stralci consecutivi ma singolarmente funzionali, ed approvato dal C.I.P.E. con delibera n. n. 98 del 26 ottobre 2012 (G.U.R.I. n. 136 del 12 giugno 2013) per i primi due.

Il Porto di Ravenna è costituito da un canale principale, Candiano, e due secondari, Baiona a Piombone. Nel complesso sono attualmente presenti 24 km di banchine disponibili, di cui 18.5 km operative. Le merci trattate dai terminalisti privati sono principalmente rinfuse, liquidi, container.

A seguito delle analisi del traffico e degli scenari futuri, il PRP del 2007 ha fissato come priorità per lo sviluppo del Porto l'approfondimento dei fondali per permettere l'ingresso di navi di dimensioni maggiori rispetto alle attuali, oltre alla realizzazione di un nuovo Terminal Container.

Le opere dei primi due stralci, oggetto del presente progetto, consistono nella realizzazione del nuovo Terminal Container e in un primo step di approfondimento dei fondali, oltre al conseguente adeguamento strutturale di parte delle banchine esistenti.

Nelle aree limitrofe al porto verranno acquisiti al Pubblico Demanio Marittimo alcune aree che saranno anche oggetto di destino di parte del materiale dragato prima della realizzazione delle aree logistiche vere e proprie.

In data 20/01/21, con verbale di avvio alla progettazione, l'Autorità di Sistema (AdSP), ha limitato l'inizio delle attività di progettazione esecutiva (PE) agli interventi di adeguamento funzionale e strutturale delle banchine ed allo svuotamento delle casse di colmata Nadep e Centro Direzionale.

Nell'ambito delle attività di PE oggetto del richiamato verbale rientrano anche le attività connesse allo svuotamento della cassa di colmata Trattaroli (per la parte incidente con le lavorazioni previste nel cantiere N2), nonché le attività di conferimento di materiali provenienti dalle casse di cui sopra nelle aree logistiche L2 e S3 e nella "Cava Bosca"

La progettazione esecutiva delle banchine riguarda in particolare:

- Banchine A - BUNGE NORD
- Banchine B - BUNGE SUD
- Banchine D – CEMENTILCE (UNIGRA'-UNITERMINAL) – TRATTAROLI NORD

- Banchina C - ALMA
- Banchina O - LLOYD
- Banchina E, F, G, H - TERMINAL NORD – TRATTAROLI SUD
- Banchina I - IFA
- Banchina M – DOKS PIOMBONI NORD
- Banchina N - Nuovo terminal container sopraelevazione (cantiere N1) e nuovo tratto (cantiere N2)

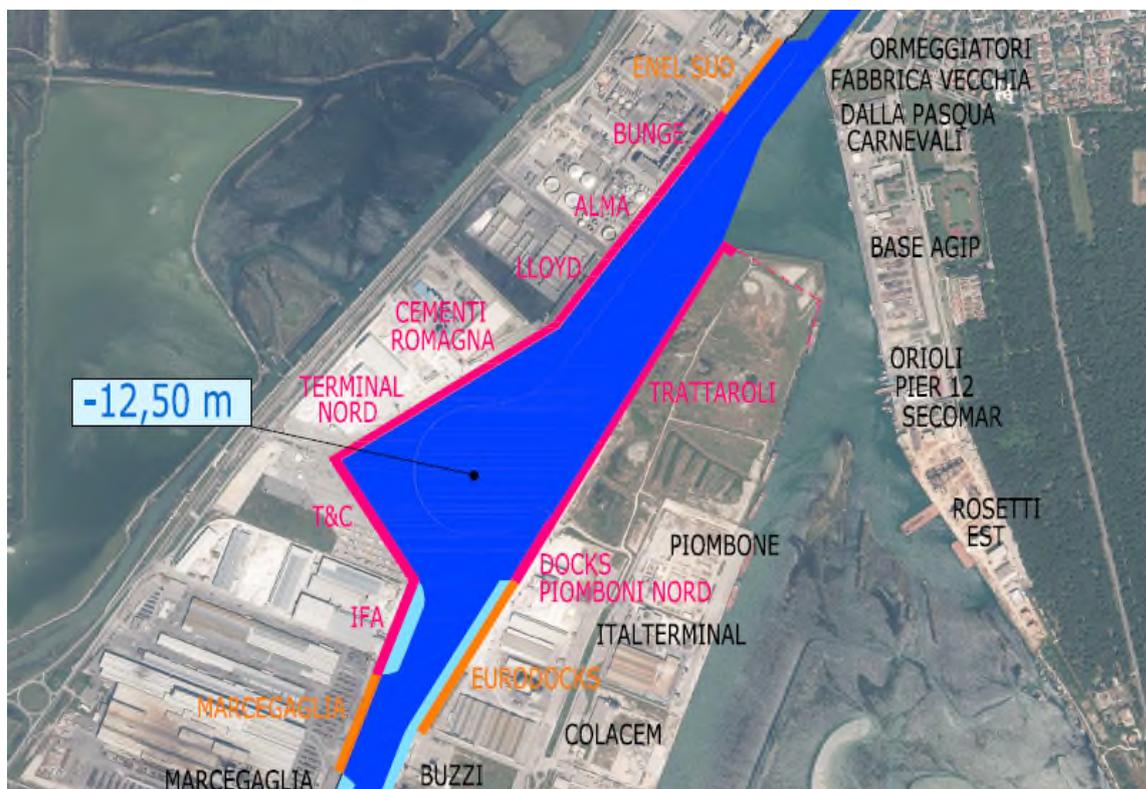


Figura 1 – Planimetria relativa alle banchine da adeguare e al nuovo terminal in penisola Trattaroli (PD)

In data 9/03/21 il GC (prot.9 del 9/03/21) ha presentato a AdSP le relazioni di criticità delle banchine, casse di colmata (rif.to art. 2.11 del CSA), in cui sono state effettuate le analisi dello stato esistente a partire dalle verifiche geometriche, verifiche delle interferenze, delle aree di cantiere, degli aspetti ambientali e delle compatibilità dei materiali, e sono state individuate le criticità.

A seguito delle successive riunioni ed incontri sintetizzati nella nota trasmessa dal CG in data 17/05/2021 con nota prot. 189 sono state concordate le linee di indirizzo per risolvere le principali criticità di cui alla relazione prot. 9 del 03/03/2021.

In data 28/07/2021 è stata trasmessa la rev. 0 del progetto esecutivo delle banchine elaborato in conformità all'analisi della matrice dei rischi prodotta in sede di gara ed alle linee indirizzo concordate con la Stazione Appaltante ed il Direttore dell'Esecuzione in fase progettuale.

La presente revisione di alcuni elaborati progettuali, aggiornati in rev.1 del 15/09/2021, tiene conto delle osservazioni rese dalla Stazione Appaltante e dal Direttore dell'Esecuzione sugli elaborati progettuali di cui alla revisione 0 trasmessa dal Contraente Generale in data 28/07/2021.

La presente relazione riporta nel dettaglio la descrizione della **Banchina B – Bunge Sud**.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

In merito alla banchina esistente, sono state reperite alcune tavole grafiche del progetto originale ed uno Stralcio del Certificato di Collaudo Statico.

Sono state reperite la sezione tipo del banchinamento per come risulta dagli elaborati originali del progetto del 1988 nonché uno stralcio planimetrico di seguito riportati.

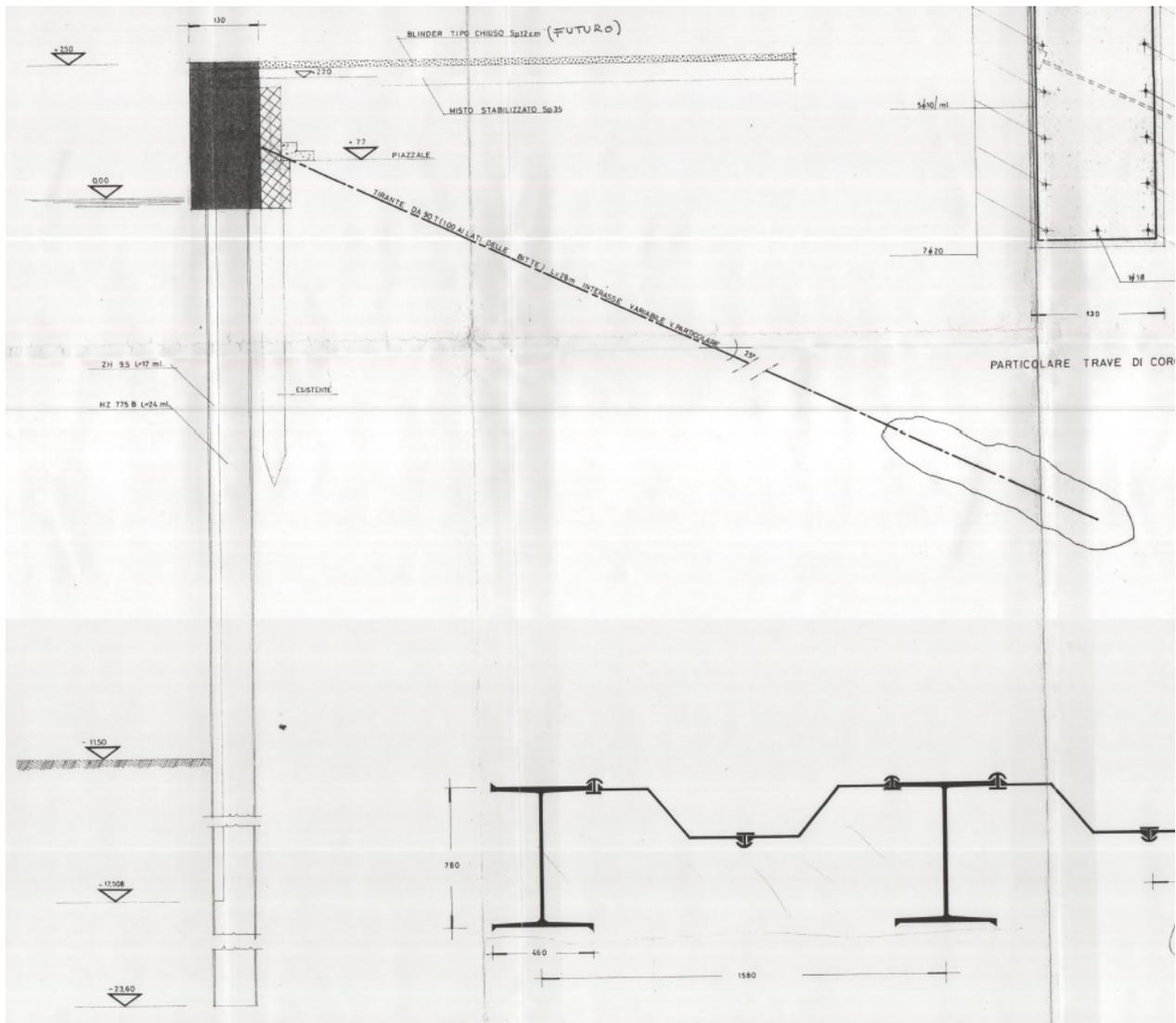


Figura 2 – Sezione tipo del banchinamento (dal progetto del 1988)

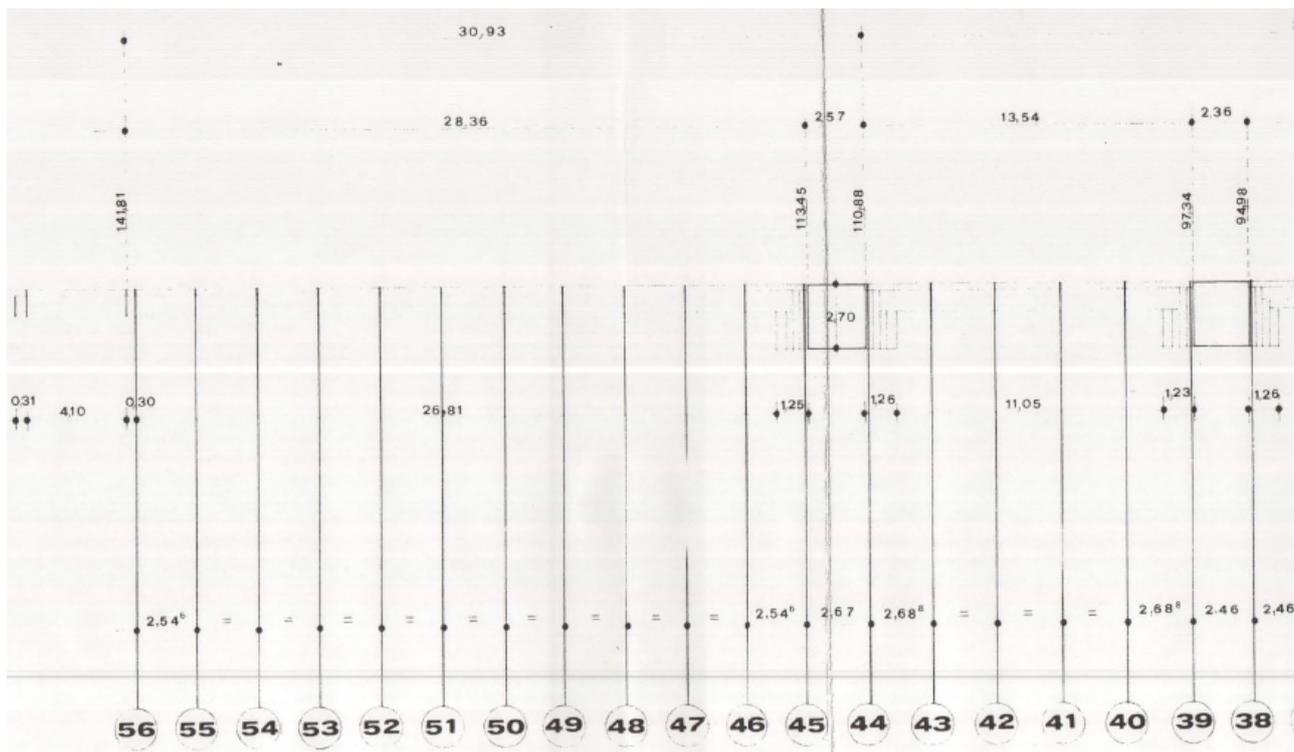


Figura 3 – Stralcio planimetrico del banchinamento (dal progetto del 1988)

La struttura è costituita da palancole principali ad H tipo HZ775B intercalati da elementi secondari ZH9.5, secondo la combinazione 10/13 indicata nel catalogo della ditta costruttrice TRADE ARBED - LUXEMBOURG edizione 1986. Il collegamento tra la palancola principale e l'elemento secondario è realizzato tramite speciali raccordi (RH16B) saldati agli elementi principali.

La palancola principale è estesa fino a -23,60 m su l.m.m. mentre la palancola secondaria fino a -17,508 m da l.m.m.

Al di sopra della paratia e ad essa opportunamente collegata corre una rigida trave di coronamento in c.a. con sezione rettangolare 1,30 x 2,50 avente l'estradosso a +2,50 m su l.m.m. Da tale trave partono, debitamente ancorati, i tiranti a bulbo iniettato di lunghezza totale 28 m, posti ad interasse variabile tra 2,50 e 2,70 m ed inclinati di 25° sull'orizzontale. I tiranti sono armati con n.8 trefoli di acciaio armonico da 0,6" (nel seguito si mostra che risultano presenti 6 trefoli e non 8).

Il calcolo dell'opera è stato sviluppato con il metodo proposto dal prof. Pozzati (Metodo per il calcolo delle fondazioni, Ed. Zanichelli, 1953), che è essenzialmente un modello di trave elastica su suolo alla Winkler. Il momento flettente massimo sul palancolato risultava pari a 123,2 tm/m ed il massimo tiro sugli ancoraggi risultava pari a 111 t.

Anche se l'indicazione progettuale prevedeva un innalzamento dei piazzali a +2,50 m su l.m.m., risulta che il piazzale sia all'incirca alla quota indicata nel rilievo, pari a circa +0,50 m su l.m.m.

Dalla relazione di Collaudo risultano le seguenti caratteristiche dei materiali impiegati:

- palancole principali Acciaio tipo PAE360 ($f_y=360\text{MPa}$; $f_t=490\text{MPa}$; $A_{gt}>22\%$)
- calcestruzzo trave coronamento $R_{ck}> 30\text{ MPa}$

Nella stessa relazione sono presenti anche una serie di certificazioni di prove sui materiali e 2 certificati di tesatura di tiranti di ancoraggio.

Non risulta invece distinta la lunghezza libera dalla lunghezza della fondazione dei tiranti di ancoraggio. Ne tale dato risulta chiaramente estrapolabile dalle prove di collaudo sui tiranti di prova.

Dallo stralcio della planimetria di progetto, si evince che l'interasse tra i tiranti è variabile e mediamente pari a 2,50 m.

Tutte le precedenti informazioni sono riportate anche nel progetto Definitivo, redatto dai progettisti Modimar/Geotechnical Engineering Services/Seacon ed approvato da Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centro Settentrionale in data 2020 che consiste nella base documentale di partenza per la redazione del Progetto Esecutivo.

3 SINTESI INDAGINI INTEGRATIVE RISPETTO AL PD

In seguito ai rilievi ricevuti dal GC relativi alla banchina Bunge Sud, per l'analisi e ricostruzione dello stato attuale dei luoghi e la valutazione delle azioni progettuali è stata presa in considerazione la seguente documentazione:

- Rilievo Georadar 3D
- Paramento banchina restituito dal SONAR e rilievo multibeam
- Rilievo Topografico Banchina e Laserscan
- Documentazione fotografica

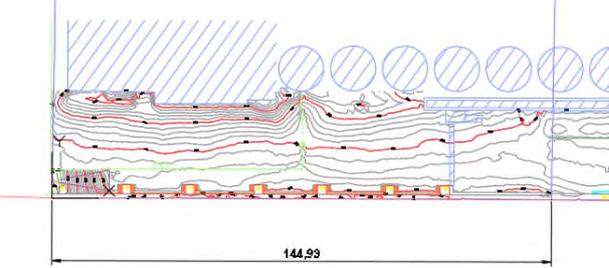
Di seguito sono elencati gli elaborati di rilievo forniti e presi in considerazione:

- Topografia BUNGE rev02 3D
- BUNGE Terreno da Mesh.rcp
- BUNGE Lidar e Multibeam.rcp
- AN_BAN_A_B
- AN_BAN_GPR_AB

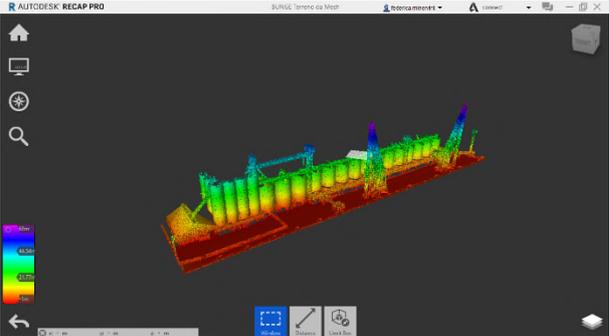
Sono stati ricevuti due ulteriori rilievi eseguiti dal GC:

- Rilievo Tiranti Banchina BUNGE al 24_05_2021 I.L.dwg
- Rilievo Pozzetti e caditoie Banchina BUNGE al 19_06_2021 I.L.dwg

3.1 RILIEVI TOPOGRAFICI E FOTOGRAMMETRIA

Nome file	Immagine	Dati ottenuti
Topografia BUNGE rev02 3D		Disposizione elementi battuti e filo banchina interno

3.2 INDAGINE MULTI BEAM E LIDAR

BUNGE Terreno da Mesh.rcp		Verifica elementi in superficie
---------------------------	--	---------------------------------

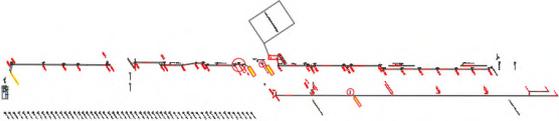
<p>BUNGE Lidar e Multibeam.rcp</p>		<p>Verifica elementi verticali in palancolato verticale</p>
------------------------------------	--	---

3.3 IMAGING SONAR

<p>Sonar AN_BAN_A_B.dwg Sono presenti 4 tipi di rilievi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Curve di livello e stazione strumento - Lidar multibeam - Fotoraddrizzamento da frame video - Scansione Sonar 		<p>Individuazione dei sottoservizi</p>
---	--	--

3.4 GEORADAR, TIRANTI E SOTTOSERVIZI

<p>Georadar AN_BAN_GPR_AB</p>		<p>Individuazione dei sottoservizi</p>
<p>Rilievo Tiranti Rilievo Tiranti Banchina BUNGE al 24_05_2021 I.L.dwg</p>		<p>Individuazione testate dei tiranti esistenti</p>

<p>Rilievo Sottoservizi Rilievo Pozzetti e gaditoie Banchina BUNGE al 19_06_2021 I.L.dwg</p>		<p>Individuazione dei servizi di smaltimento delle acque meteoriche esterne al limite di cantiere</p>
--	--	---

3.5 SISMICA

L'azione del sisma è stata definita in accordo con il DM 17.01.2018 e la Circolare n° 7 del 21.01.2019.

La vita nominale dell'opera è stata assunta pari a $V_N = 50$ anni con Classe d'uso III, alla quale è associato un coefficiente d'uso C_U pari a 1,5, pertanto il periodo di riferimento V_R è pari a:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1,5 = 75 \text{ anni}$$

Il tempo di ritorno dell'evento sismico risulta essere $T_r = 712$ anni, al quale corrispondono i seguenti valori dell'accelerazione orizzontale di base a_g su sito di riferimento rigido:

<i>Stato Limite di Danno (SLD)</i>	$a_g = 0.064g$
<i>Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)</i>	$a_g = 0.172g$

La magnitudo associata all'evento sismico agli SLV vale $M_W = 5.96$

E' stata fatta una analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) sulla base dei dati desunti dalle indagini di progetto definitivo ed esecutivo, per definire l'accelerazione sismica orizzontale massima di progetto (amplificazione stratigrafica), che è risultata pari a $a_{g_{max}} = 0,2g$ per SLV e $a_{g_{max}} = 0,1g$ per SLD.

Si rimanda alla "Relazione sismica" di progetto esecutivo per un maggiore dettaglio degli argomenti trattati

3.6 INDAGINI GEOTECNICHE

Le indagini disponibili sono quelle eseguite per il progetto definitivo a base di gara e quelle a supporto del presente progetto esecutivo. Queste ultime hanno permesso di dettagliare l'assetto stratigrafico dell'area di studio in corrispondenza di ciascuna banchina e di integrare le informazioni pregresse per la caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni di fondazione.

Si riporta di seguito una sintesi delle indagini effettuate nell'intera area di progetto delle banchine.

3.6.1 Progetto definitivo

Le indagini sono state svolte tra la fine del 2014 e l'inizio del 2015 e sono composte da:

- n. 7 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità di 35 m da p.c.; n.4 dei quali predisposti con tubo in PVC fino a fondo foro per prospezione geofisica Down Hole.
- n. 7 prove penetrometriche statiche con piezocono lato terra (CPTu) spinte sino a una profondità variabile tra 35 e 50 m.
- n. 4 prove penetrometriche statiche con piezocono lato mare (CPTu) spinte sino a una profondità variabile tra 26 e 30 m.

- n. 7 prove con dilatometro Marchetti (DMT).
- prelievo n. 19 campioni di terreno indisturbati nel corso dei sondaggi sottoposti in laboratorio a prove geotecniche di classificazione (proprietà fisiche, limiti di Atterberg e analisi granulometrica), prove triassiali non consolidate non drenate (JU), consolidate drenate (CD), consolidate non drenate (CU), prove di taglio diretto (TD) e prove edometriche (EDO).

3.6.2 Progetto esecutivo

Le indagini sono state svolte tra la fine del 2019 e l'inizio del 2020 e sono composte da:

- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità di 50 m da p.c., per ogni sondaggio sono state eseguite n.3 prove di permeabilità di tipo Lefranc, n.2 sondaggi sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto.
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità di 20 m da p.c., in foro di sondaggio sono state condotte prove penetrometriche dinamiche Standard Penetration Test (SPT).
- n. 9 prove penetrometriche statiche con piezocono sismico (SCPTu) spinte fino a profondità di 30/40 m e n.12 test di dissipazione.
- n. 6 stendimenti MASW Multichannel Analysis of Surface Waves (SMA).
- prelievo n. 27 campioni di terreno indisturbati e n. 48 campioni rimaneggiati nel corso dei sondaggi sottoposti in laboratorio a prove geotecniche di classificazione (proprietà fisiche, limiti di Atterberg, analisi granulometrica), prove triassiali consolidate non drenate (CIU), prove di taglio diretto (TD), prove edometriche (EDO) e prove triassiali cicliche (TXC).

La figura seguente riporta l'ubicazione delle indagini di progetto esecutivo (S2Pz/20, SCPTu6/20, SMA1/20), non sono presenti indagini di progetto definitivo.

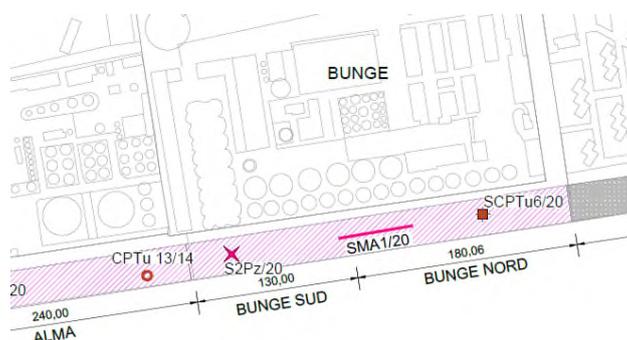


Figura 4 – Banchina Trattaroli Nord – Planimetria ubicazione indagini geognostiche

4 STATO DI FATTO

Nelle seguenti figure viene rappresentato lo stato di fatto della banchina dedotto dalla documentazione di riferimento e dai rilievi effettuati nel Progetto Esecutivo.

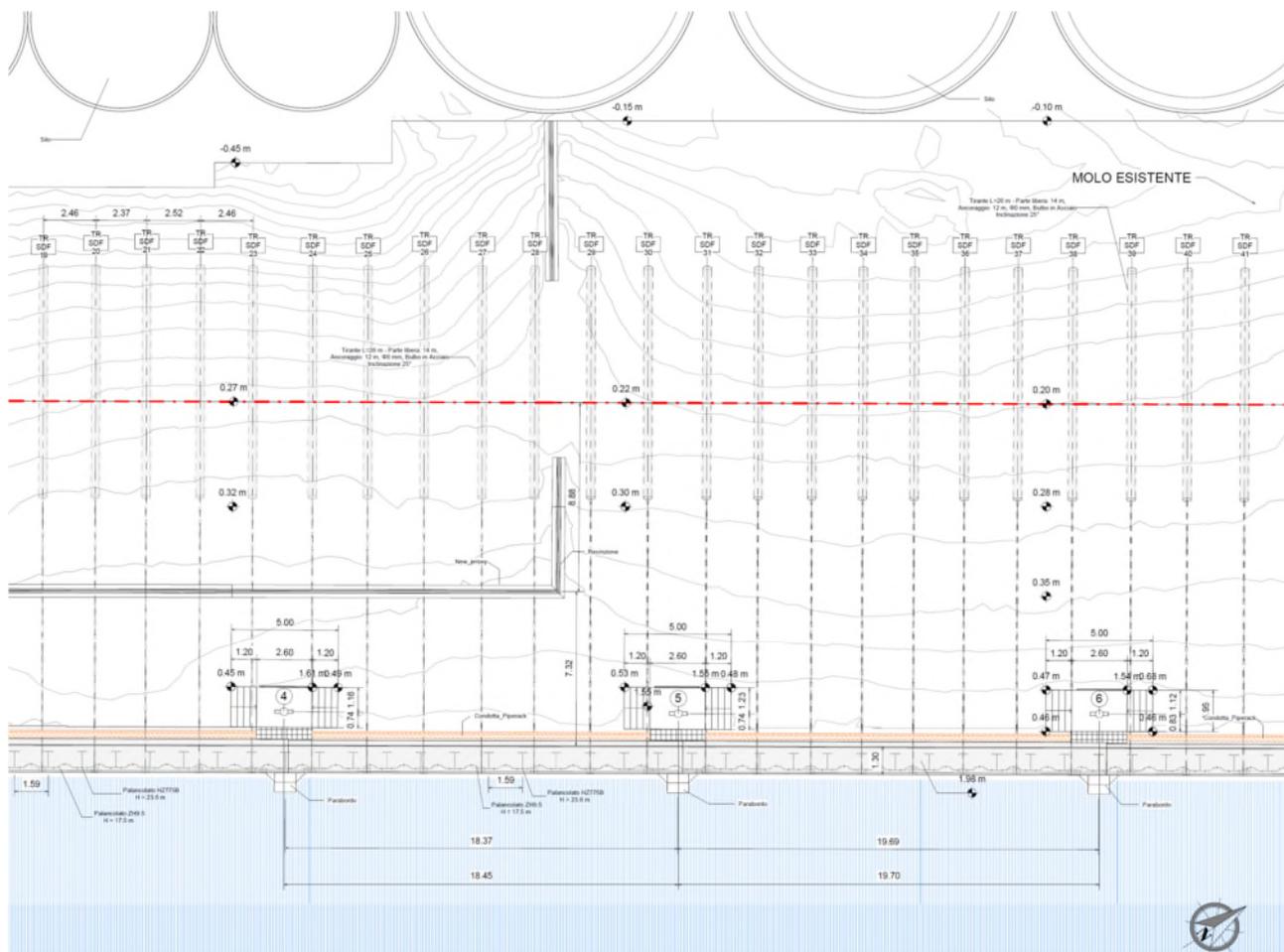


Figura 5 – Banchina Bunge Sud – Stralcio planimetrico dello stato di fatto

- 1114.STR.04B.05 - Piattaforma in c.a._carpenteria piante e sezioni_Rev.2
- 1114.STR.04B.06 - Arredi_Rev.2
- 1114.STR.04B.A - Relazione dei calcoli geotecnici e strutturali_Rev.2

5.1.1 Lunghezza di banchina

Il limite di cantiere stabilito dai punti battuti dagli elaborati forniti di rilievo ha una lunghezza pari a 144,93 m, a differenza di quanto espresso nel PD fornito dalla Autorità Portuale nei documenti 1114.STR.04B.01 - Planimetria di inquadramento_Rev.2, 1114.STR.04B.02 - Stato Attuale Planimetria e Sezioni_Rev.2 e 1114.STR.04B.03 - Planimetria di intervento_Rev.2 che rilevano una lunghezza della banchina di Bunge Sud (Cantiere B) pari a 143,40 m.

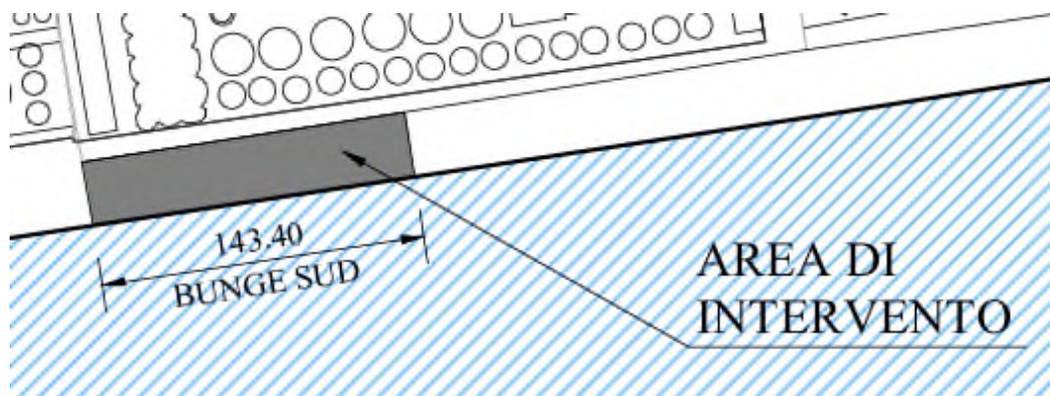


Figura 7 1114.STR.04B.01 - Planimetria di inquadramento_Rev.2

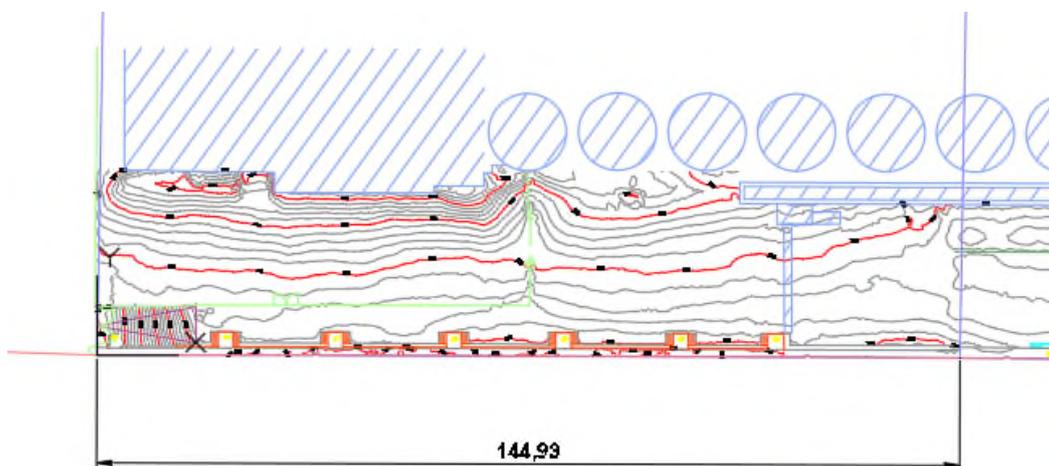


Figura 8 Topografia BUNGE rev02 3D

Questa differenza di 1,50 m ha generato problematiche nello stabilire la posizione effettiva dei tiranti dello stato di fatto, nonché una ridistribuzione dei pali e dei tiranti con interessi leggermente differenti da quelli del Progetto Definitivo.

5.1.2 Quota della trave di coronamento e della pavimentazione

La quota dello stato di fatto della trave rilevata dai disegni del PD e dalla 1114.STR.04B.A - *Relazione dei calcoli geotecnici e strutturali_Rev.2*, si evidenzia che è stabilita a +2,50 m l.m.m.

Dagli elaborati di rilievo e dalla nuvola di punti *Terreno da Mesh* che è stata fornita si trova a +2,00 m rispetto al caposaldo IGM* (RMN2). Dai rilievi è emersa anche una differente quota della pavimentazione che, da +0,75 espressa negli stessi disegni del PD, è stata rilevata dalla nuvola di punti una quota massima di +0,50 m.

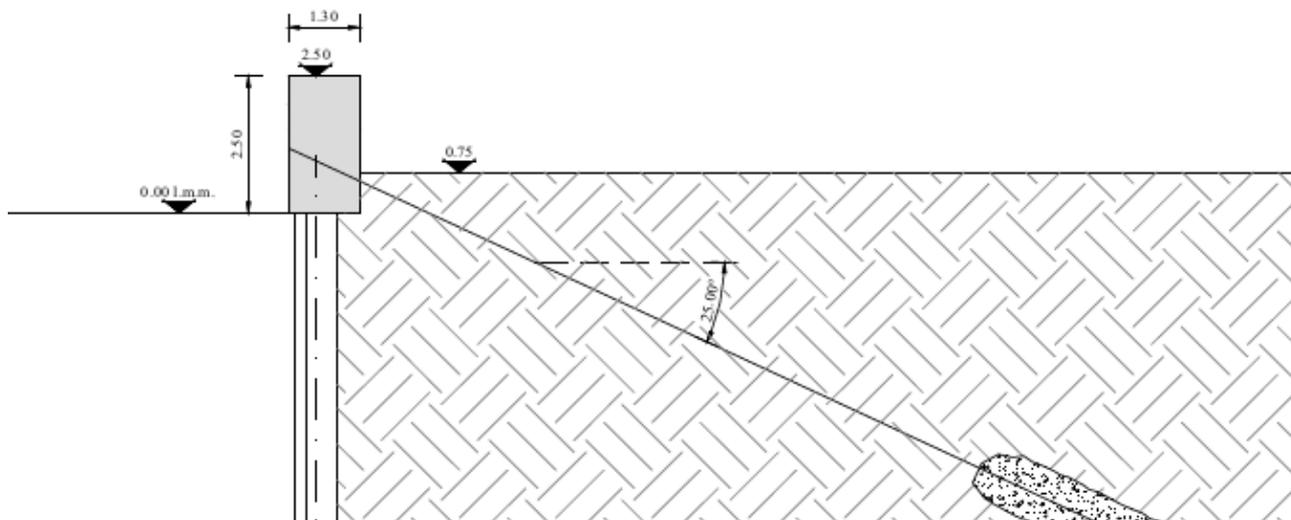


Figura 9 Estratto da elaborato del PD - 1114.STR.04B.02 - Stato Attuale Planimetria e Sezioni_Rev.2

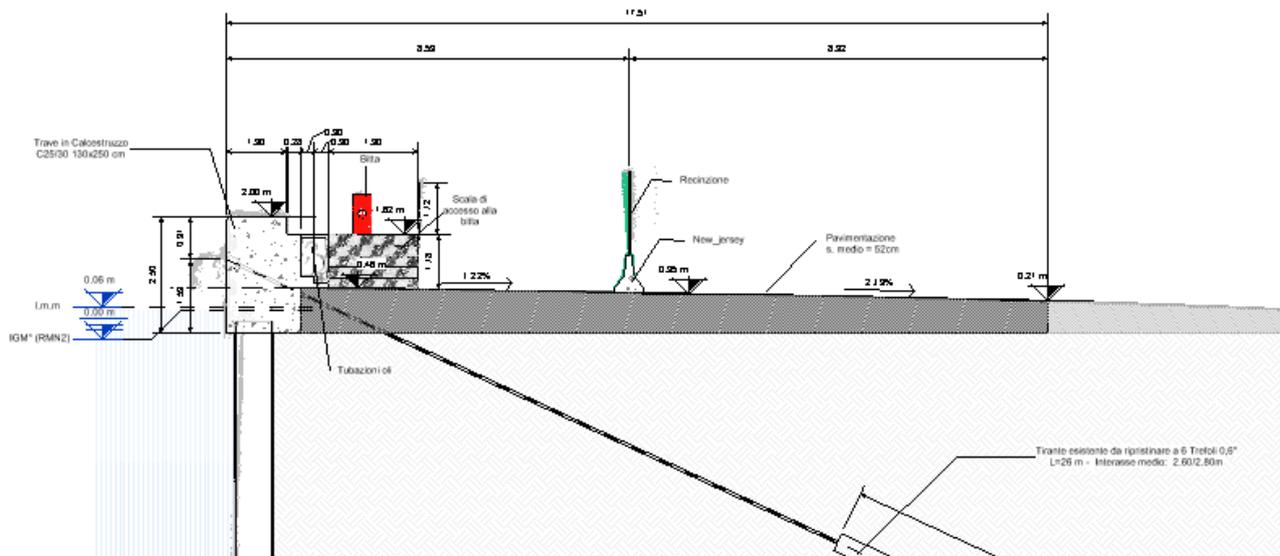


Figura 10 Sovrapposizione tra PD e nuvola di punti determinata dai rilievi topografici

5.1.3 Fronte banchina

Sulla base del rilievo *BUNGE Lidar e Multibeam.rcp* eseguito per rilevare il fronte della banchina, non si riscontrano variazioni dell'inclinazione del palancoato rispetto alla verticale. Tuttavia, al momento della demolizione della trave, è necessario verificare, la quota di sommità del palancoato, in quanto impossibile rilevarlo dai rilievi forniti.

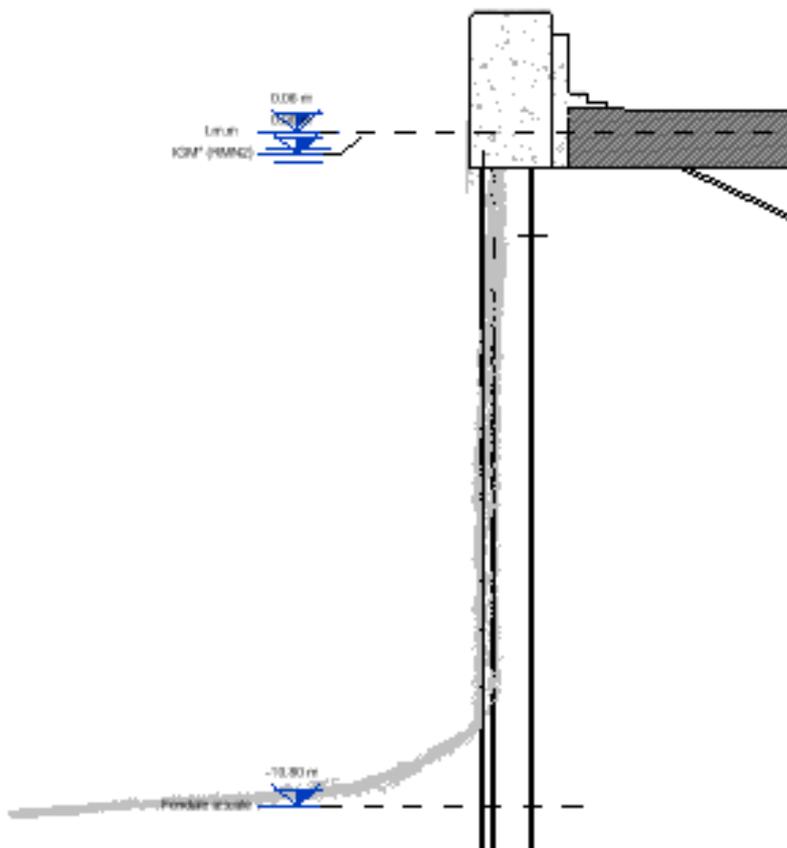


Figura 11 Ricostruzione palancoato dalla nuvola di punti Bunge Lidar e Multibeam.rcp

5.1.4 Arredi

Dai materiali rinvenuti dal progetto definitivo, non è stato possibile ricavare informazioni riguardo gli arredi di banchina dello stato di fatto. Pertanto, la loro posizione e numero, è stata ricavata dalla Nuvola di punti *BUNGE Terreno da Mesh.rcp* per quanto concerne le bitte, mentre parabordi e scalette alla marinara sono stati individuati dalla nuvola di punti *BUNGE Lidar e Multibeam.rcp*

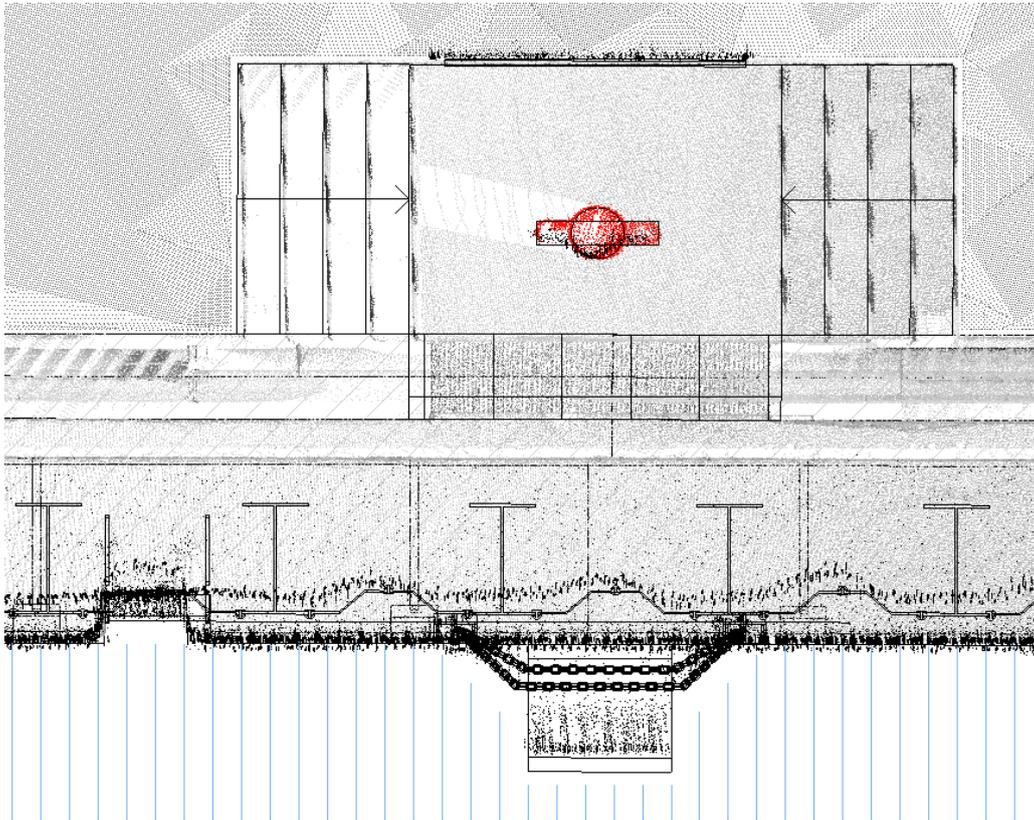


Figura 12 Rilievo arredi BUNGE Lidar e Multibeam.rcp e BUNGE Terreno da Mesh.rcp

5.1.5 Tiranti

L'elaborato grafico *1114.STR.04B.02 - Stato Attuale Planimetria e Sezioni_Rev.2* del progetto definitivo evidenzia i tiranti esistenti, distribuiti su uno sviluppo della banchina pari a 143,40 m. Lo stesso progetto definitivo è stato elaborato considerando i documenti storici forniti.

A seguito dei rilievi e quindi, della conoscenza della lunghezza effettiva dello sviluppo dalla banchina che risulta essere di 144,93 m, è stato necessario ridefinire la posizione dei tiranti esistenti e di conseguenza del progetto esecutivo, che è stato riposizionato sulla base del rilievo dei tiranti fornito dal GC *Rilievo Tiranti Banchina Bunge al 24_05_2021.I.L.dwg*.

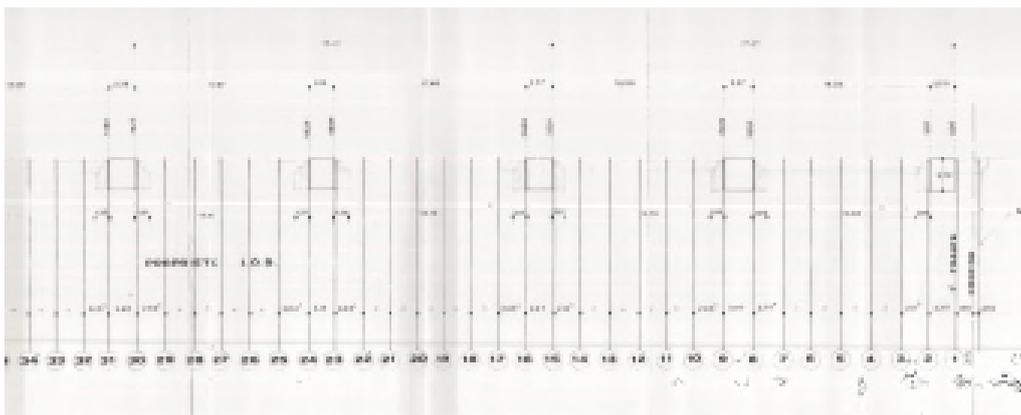


Figura 13 Estratto stato di fatto 1114.STR.04B.02 - Stato Attuale Planimetria e Sezioni_Rev.2

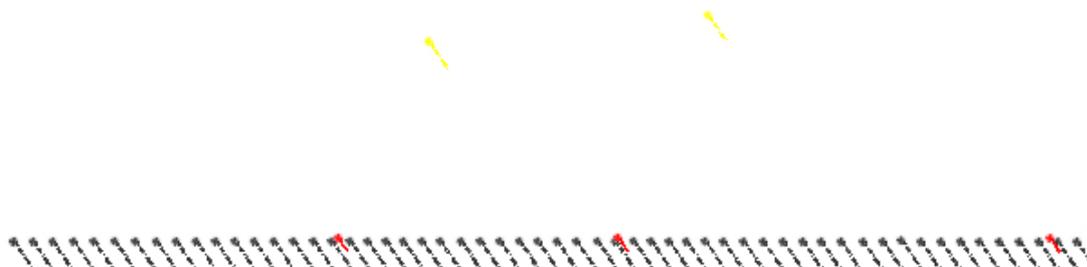


Figura 14 Rilievo Tiranti Banchina Bunge al 24_05_2021. I.L.dwg

Questo potrebbe provocare possibili interferenze. Nel progetto esecutivo si modelleranno anche i tiranti esistenti in modo tale da non incombere a criticità. Tuttavia, è da considerare una possibile oscillazione nelle direzioni x,y,z del tirante esistente di circa 10 cm, poiché il rilievo dei tiranti è stato eseguito considerando il baricentro delle teste di tiranti visibili sul fronte della banchina.

5.2 VERIFICHE INTERFERENZE

Di seguito sono analizzate le interferenze riscontrate.

Sulla base dei rilievi effettuati e delle ipotesi condotte, si sono evidenziate un numero pari a 17 interferenze tra pali e tiranti, dovendo procedere quindi a un numero superiore di demolizioni dei tiranti pari a 3 rispetto a quanto previsto nel progetto definitivo. Il numero finale di tiranti da demolire a progetto risulta pari a 17.

Un'ulteriore criticità rilevata è generata dalle differenze di quote rilevate di calpestio tra le banchine adiacenti (cantiere A-Bunge Nord, cantiere C-Alma) sopracitate che si riflettono sulla progettazione esecutiva degli impianti, sullo studio delle pendenze della pavimentazione nello stesso cantiere Bunge Sud ed eventuali raccordi delle pavimentazioni tra il cantiere B e gli adiacenti.

La presenza della Torre fare in confine con il cantiere Alma è risultata una possibile interferenza per l'installazione dei nuovi tiranti dal momento che non si hanno documentazioni sulle dimensioni e sulla profondità della fondazione della torre faro.

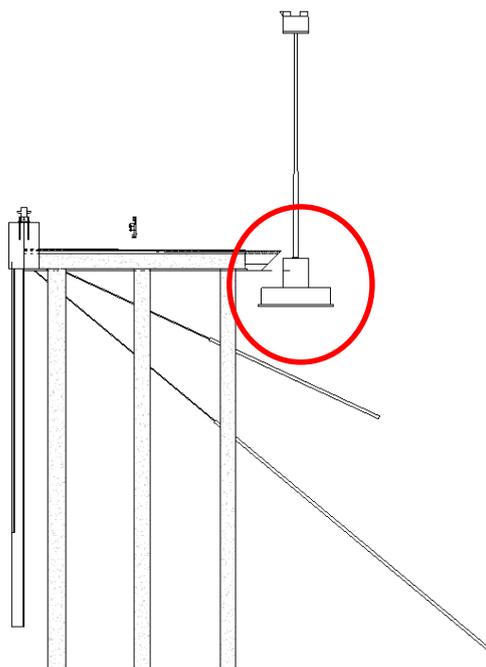


Figura 15 Possibile interferenza con fondazione torre faro.

Una simile interferenza poteva esserci anche con le fondazioni dei Silos presenti su tutta la banchina Bunge, di cui non si hanno documentazioni sulla profondità delle fondazioni delle due tipologie di silos presenti.

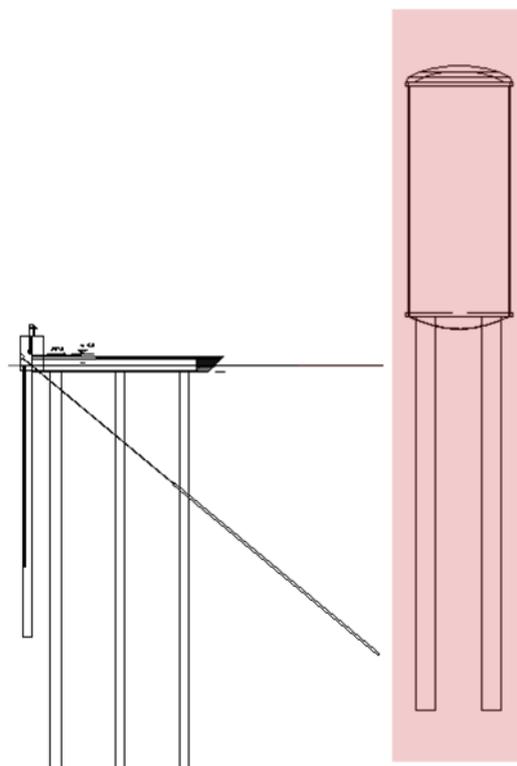


Figura 16 Possibile interferenza con fondazioni silos.

Tuttavia a seguito degli approfondimenti del caso queste due interferenze sono state superate e quindi non sono più risultate delle criticità.

Una criticità importante, rinvenuta solo a seguito del rilievo preciso delle teste dei tiranti esistenti, consiste nella sovrapposizione tra il nuovo tirante di progetto a quello esistente che non viene abbandonato, ma che invece viene ricollocato sulla platea per la fase provvisoria.

Questa interferenza ha portato a studiare una soluzione localizzata con tirante nuovo maggiormente inclinato (30°). Tale soluzione è stata adottata per n°21 tiranti.

5.3 VERIFICHE AREE DI CANTIERE

Si ravvisa la presenza di bitte di ormeggio dietro la linea di banchina per cavi alla lunga lato Ravenna, che dovranno essere demolite. Le linee di ormeggio interferiscono con le lavorazioni.

L'area di cantiere deve garantire l'accosto di una nave di 230 m di lunghezza su Bunge Nord previa realizzazione di briccole e montando parabordi per consentire alla nave di tonneggiare verso Bunge Sud.

Da PD occorre inserire una nuova bitta all'interfaccia con la banchina Bunge Nord per la quale nel progetto definitivo non è previsto alcun dettaglio. Tale bitta dovrebbe intestarsi sul coronamento esistente con criticità nell'installazione dei tirafondi.

Nel PD sono inoltre previste, ad una distanza di alcuni metri dal filo banchina, una o più bitte provvisorie per l'ormeggio dei cavi per consentire l'accosto sulle strutture provvisorie.

In merito a tali aspetti si evidenziano le seguenti criticità:

1. Le dimensioni dell'area di cantiere non risultano compatibili con le attività di stoccaggio dei materiali di risulta provenienti dalla trivellazione dei pali di progetto. Tale aspetto è inoltre condizionato dai tempi di essiccazione del materiale saturo trivellato sotto falda, che necessita di particolari adempimenti operativi per essere trasportato con presenza di acqua.
2. Le dimensioni dell'area di cantiere non risultano compatibili con lo stoccaggio delle forniture necessarie alla realizzazione delle opere di progetto (gabbie armatura pali, elementi costituenti la parete combinata, etc.);
3. Non sono descritte dal progetto definitivo le caratteristiche delle briccole provvisorie della nuova linea di accosto né di quella nuova bitta all'interfaccia con la banchina Bunge Nord, e pertanto non si comprende se gli importi previsti nel prezzo AN33 del CME siano adeguati a tali opere, tanto soprattutto in considerazione del fatto che, come riportato all'interno della relazione sulla cantierizzazione, il progetto definitivo prevede di utilizzare una di queste briccole in via definitiva durante le fasi di esercizio della banchina;
4. Risulta necessario chiarire se la linea di accosto provvisoria permette lo svolgimento delle lavorazioni in fase di ormeggio delle navi;
5. Esiste un'area critica per le attività di stabilimento lato Alma Petroli; in fase di realizzazione bisogna privilegiare e ripristinare il prima possibile lo stato dei luoghi cercando di minimizzare l'occupazione spazio-temporale di questa zona
6. Il progetto non prevede oneri e adempimenti della sicurezza connessi all'emergenza epidemiologica da Covid 19



Figura 17 – Banchina Bunge Sud – area di cantiere prevista nel PD

L'area di intervento considerata da filo trave a 17,55 m è uguale a 2543 mq.

L'area pavimentata rimanente esclusa la precedente di intervento (da 17.55 m a filo silos e capannone) è pari a 1781 mq.

In relazione agli aspetti dimensionali dell'area di cantiere si rinvia agli elaborati grafici di progetto di cui si rappresenta il layout generale.

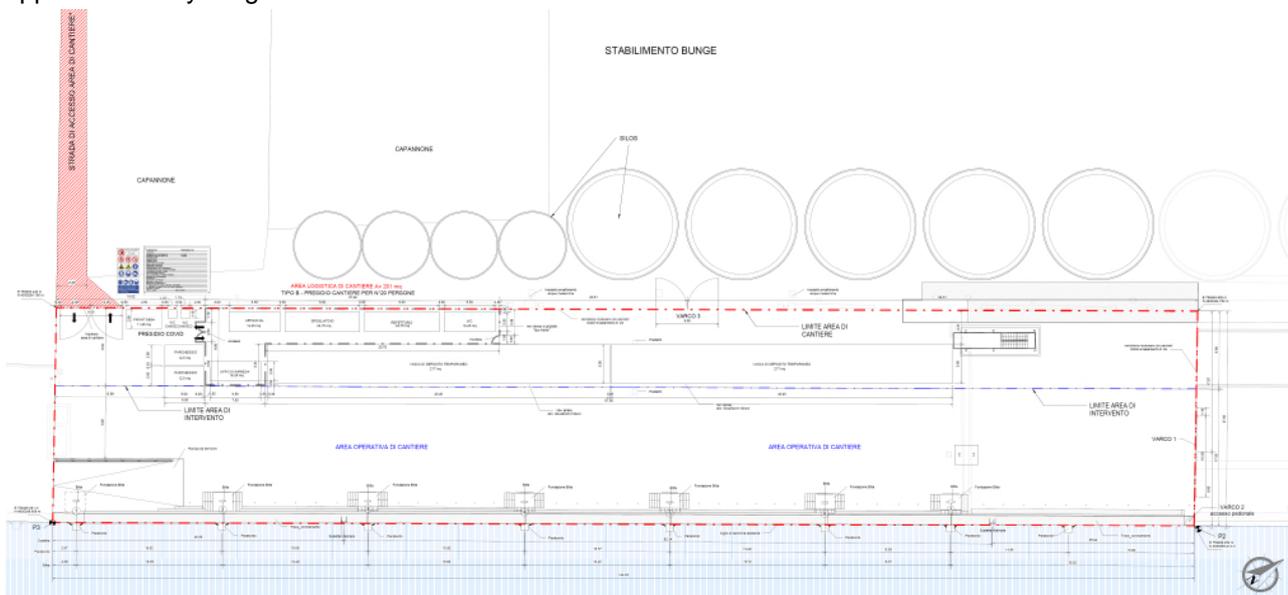


Figura 18 – Banchina Bunge Sud – Layout di cantiere nel PE

5.4 VERIFICA COMPATIBILITA' DEI MATERIALI E QUANTITA'

5.4.1 Compatibilità dei materiali

La trave di coronamento della banchina non è stata ulteriormente indagata in quanto destinata alla demolizione da progetto Definitivo. In aggiunta versa in condizioni piuttosto ammalorate che non consentirebbero in altro modo di recuperare la struttura. La stessa considerazione è stata fatta per i tiranti che nel calcolo verranno abbandonati e considerati solo per la fase di costruzione come da progetto di base.

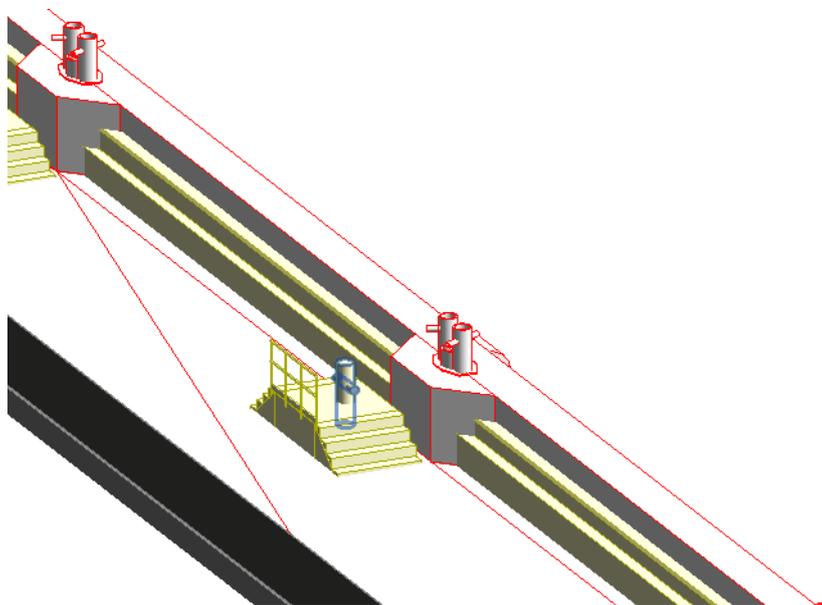
Per quanto concerne i palancolati invece si considera valida la valutazione eseguita nel progetto definitivo per cui la prova di trazione sull'acciaio ha indicato un carico di snervamento di $f_y = 349$ MPa, un carico di rottura $f_t = 487$ MPa ed un allungamento a rottura del 27%, mentre lo stato di corrosione della palancola ha indicato perdite di spessori inferiori ad 1 mm in circa 30 anni di esposizione che sono state considerate nel calcolo.

Non si sono ravvisate pertanto particolari criticità.

5.4.2 Quantità dei materiali

A seguito delle esportazioni degli abachi relative alla demolizione delle opere complessive in calcestruzzo semplice e/o armato, si è potuta notare una differenza tra le demolizioni previste in fase definitiva e quelle previste in fase esecutiva di circa 170 mc.

A fronte delle demolizioni previste dal computo 1114.ECO.D Computo_Rev.3. pari a 466,05 mc di calcestruzzo demoliti, calcolati sulla trave di esistente di incidenza 3,25 mc/m (dove l'altezza della trave è pari a 2,50 m per una larghezza pari a 1,30 m) su una lunghezza complessiva della banchina di 143,4 m, dall'estrazione delle quantità delle demolizioni previste in fase esecutiva, si è conteggiato un volume di circa 636 mc, nei quali sono considerate anche la demolizione dei ringrossamenti della trave e delle scale in calcestruzzo in prossimità delle bitte.



Le quantità nel dettaglio sono rappresentate nella relazione specifica.

Figura 19 Demolizioni calcestruzzo armato e/o semplice evidenziati in giallo le parti non conteggiate nel 1114.ECO.D Computo_Rev.3

La quota del piazzale rilevata più bassa rispetto a quella del progetto definitivo, ha portato ad un conseguente abbassamento della platea su pali. Tale approfondimento porta la quota di posa della platea ancora più sotto

acqua comportando un effettivo e necessario impiego, durante le fasi di costruzione, di apprestamenti temporanei per lavorare all'asciutto e gestire le acque di aggotamento.

5.5 VERIFICHE GEOTECNICHE

L'elaborato di progetto "Relazione geotecnica" riporta le modalità di interpretazione delle indagini di progetto definitivo ed esecutivo, definendo la caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni di fondazione.

L'intera area delle banchine è stata suddivisa in n.2 modelli geotecnici di riferimento MG1 e MG2, che si differenziano per lo spessore dell'unità S, che è risultata possedere un basso potenziale di liquefazione in rapporto all'azione sismica di progetto.

Ciascuno di questi n.2 modelli è composto dalle medesime unità stratigrafiche, le cui caratteristiche geotecniche sono costanti nell'intera area di progetto in virtù della uniformità dei processi deposizionali.

Il suddetto rapporto definisce quindi i parametri di resistenza dei terreni, da usare sia nelle verifiche statiche che in quelle post-sismiche, nelle quali si è tenuto conto per la sola unità S sia della presenza delle sovrappressioni neutre generate dal sisma, che di un valore ridotto dell'angolo di attrito pari a quello a volume costante.

È quindi indicato il modello costitutivo "Hardening-soil" da usare nelle analisi di interazione terreno – struttura ed i relativi parametri geotecnici da adottare nella modellazione.

L'elaborato di progetto "Relazione sismica" descrive la sismicità dell'area e definisce il valore della accelerazione massima di progetto sulla base di una analisi di Risposta Sismica Locale RSL, inoltre riporta le verifiche del potenziale di liquefazione.

Si rimanda ai suddetti rapporti per un maggior dettaglio in merito agli argomenti trattati.

5.6 VERIFICA IMPIANTI

5.6.1 Smaltimento acque meteoriche

Per la banchina Bunge Sud non è presente all'interno del PD alcuna documentazione che certifichi lo stato di fatto della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Per tentare di individuare la rete esistente si è fatto affidamento alle fotografie del sopralluogo e, per quanto possibile, agli esiti dei rilievi eseguiti battendo le posizioni dei pozzetti e con Georadar3D GPR.

Osservando il manto di usura della banchina, non è stata individuata alcuna rete di raccolta posizionata all'interno dell'area di intervento, in quanto non sono state individuate delle caditoie di accesso alla rete.

Osservando le fotografie del sopralluogo si identifica effettivamente un'unica linea di smaltimento acque che corre adiacente alla zona dei silos, in asse al piperack, per tutta la lunghezza della banchina. Questa può essere assunta analoga a quella posizionata in prossimità dei silos lungo le rotaie della banchina Bunge Nord. L'attuale configurazione di rete, composta da un'unica linea, non risulta adeguata allo smaltimento della portata di un evento meteorico con tempo di ritorno ventennale.

All'interno del PD è stata prevista la realizzazione di una ulteriore linea di raccolta delle acque meteoriche a circa 15 m dalla trave di coronamento, all'interno dell'area di intervento. Le caratteristiche di questo nuovo tratto di rete sono descritte nella tavola "1114.STR.04B.07 - Planimetria sottoservizi e impianti". Nella tavola è inoltre segnalata la predisposizione di una linea di cavidotti in prossimità della trave di coronamento, composta da 2 tubazioni Ø200.

La nuova linea del PD prevede un diametro costante delle tubazioni in PEAD Ø300, posate con pendenza costante del 2‰.

Nel PE la disposizione planimetrica di questa linea di drenaggio viene pressoché confermata, ma le tubazioni saranno in PEAD corrugato a doppia parete DN 315 e rigidità anulare SN8. In totale la lunghezza della rete è di circa 155 m.

Viene in questa sede verificato che il tratto terminale della rete a progetto sia effettivamente in grado di far transitare la portata corrispondente ad un evento con $T_R=20$ anni, come previsto nel PD.

Per il calcolo della portata di progetto è necessario inizialmente fare una stima dell'altezza di pioggia corrispondente. Dall'analisi dei dati della stazione meteo *Marina di Ravenna* si ricavano i valori dei parametri delle CPP per un T_R di 20 anni per le durate di pioggia sia inferiori che superiori ad un'ora.

Si esegue una stima del tempo di corrivazione della rete, considerando un tempo di accesso pari a 300 secondi e una velocità di massima percorrenza all'interno delle tubazioni di 1 m/s. La lunghezza della nuova linea del PD è di circa 160 m, si assume quindi un tempo di corrivazione della rete t_c di 460 secondi.

Nel caso specifico della banchina Bunge Sud, il suolo risulta essere completamente impermeabile, quindi teoricamente il coefficiente di afflusso medio dovrebbe valere 1. Essendo però questo nuovo ampliamento di rete inserito nel mezzo di una superficie inclinata (la banchina ha pendenza media costante pari allo 0.75%, dalla trave di coronamento ai silos, con dei massimi oltre l'1%), con la pura funzione di coadiuvare la rete esistente, è possibile in questo caso assumere un coefficiente di afflusso in rete di $\varphi=0.5$. La restante parte del deflusso continuerà ad essere recapitata all'interno della rete esistente.

La superficie S di banchina scolante in questa nuova rete è pari a 2175 m² (145 m x 15 m), ovvero 0,2175 ha. La portata massima di progetto nel collettore terminale della linea vale:

$$Q(T_{R_{20}}) = \varphi a t_c^{n-1} S = 39,25 \text{ l/s}$$

La condotta di progetto viene verificata con la formula di Gauckler-Strickler, considerando un coefficiente $K_S=90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ e un grado di riempimento massimo $G=0.8$. La portata massima transitabile nella condotta di progetto, con caratteristiche, dimensioni e pendenza descritte precedentemente, è di **43 l/s**. La rete inserita nel PD risulta quindi **idonea** allo smaltimento delle acque meteoriche per il T_R ventennale richiesto. Si rimanda alla specifica relazione tecnica "1114-E-BAB-IDR-RT-01-0" per ulteriori approfondimenti.

5.6.2 Rete antincendio e impianti accessori

La rete antincendio e la predisposizione di servizi risultano mancanti sia dal punto di vista documentativo sia dal punto di vista realizzativo. Dalle fotografie del sopralluogo e dal sorvolo con drone risulta visibile una rete antincendio privata posizionata al di sotto dei silos e fornita di manichette antincendio.

Nel PD e così anche nel PE **non è prevista** l'installazione di una rete antincendio di banchina;

È prevista a progetto la realizzazione di un cavidotto per la predisposizione di impianti elettrici che corre ad una distanza di circa 1,25 m dalla trave di coronamento. Verranno inseriti dei pozzetti di collegamento e ispezione disposti ad una distanza di circa 20 m; i pozzetti previsti a progetto sono 8. Questa predisposizione verrà realizzata posando al di sopra della nuova piattaforma strutturale in calcestruzzo armato 2 tubazioni parallele in PEAD corrugato a doppia parete DN160 le quali, visto il poco ricoprimento a disposizione, verranno inserite in una baulatura in cls C32/40 armato con rete elettrosaldata $\Phi 6$ passo 10 cm. I pozzetti saranno gettati in opera, in quanto poseranno direttamente sulla sottostante piattaforma strutturale in cls armato, con dimensioni interne 60x60 e altezza variabile da 35 cm a 45 cm in funzione del ricoprimento localizzato della piattaforma. Tutti i pozzetti dovranno essere carrabili. L'altezza minima dei pozzetti sarà di 35 cm, mentre lo spessore delle pareti dovrà essere di almeno 10 cm. Essendo gettati in opera, i pozzetti diverranno parte integrante della soletta strutturale. Per ogni pozzetto verrà fornito un chiusino in ghisa sferoidale di classe minima E600.

6 RISOLUZIONE DELLE CRITICITA'

6.1 SOLUZIONI TECNICHE STRUTTURE

6.1.1 Prestazioni richieste per l'adeguamento

Le prestazioni richieste per l'adeguamento della banchina Bunge Sud, esplicitamente indicate dalla committenza, sono:

- Fondale operativo -14,50 m su l.m.m.;
- Fondale di calcolo -15,00 m su l.m.m.;
- Quota Trave +2,50 m su l.m.m.;
- Quota piazzali **+0,50 m su l.m.m.** (conforme piazzali esistenti retrostanti);
- Sovraccarico **40 kPa (Cat. D secondo NTC2018);**
- Gru utilizzo di gru semoventi (le caratteristiche specifiche sono indicate al paragrafo delle azioni)
- Bitte da 1000 kN ad interasse 25 m; Bitte da 1000 kN ad interasse 25 m;
- Nave di progetto da 100.000 t (*molto grande* ai sensi della definizione delle NTC 2018).

- Azione sismica:
Classe d'uso III
Vita nominale 50 anni
Coefficiente di compartecipazione dei carichi $\psi_{2,i}=0.6$

6.1.2 Soluzione progettuale PD

Il progetto Definitivo prevede, per l'adeguamento della banchina Bunge Sud, l'inserimento di una platea su pali e contestuale collegamento con il palancolato esistente, l'inserimento di nuovi tiranti con bulbo jet iniettato armato con barre tipo Dywidag $\phi 47$ interasse 1,875m e lunghezza totale 32 m intestati nella nuova trave di coronamento. I pali previsti a progetto sono del tipo trivellato di diametro 1200 mm la prima fila e diametro 1000 mm la seconda e terza fila intestati a quota -35 m s.l.m.m. I pali hanno interasse 6 m nella direzione terra-mare e 3,75 m lungo lo sviluppo longitudinale della banchina. I tiranti esistenti vengono abbandonati. Di seguito si riportano la planimetria e la sezione del progetto Definitivo.

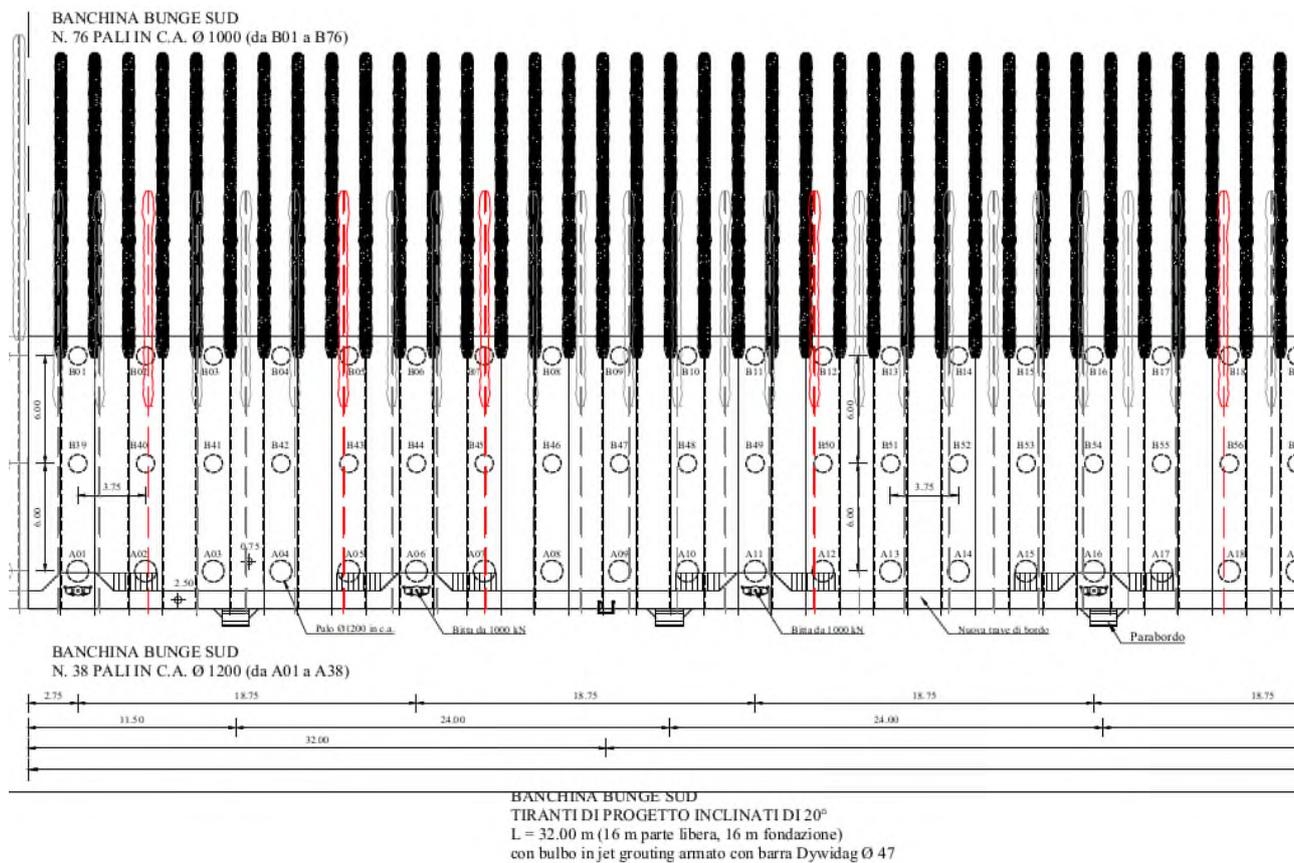


Figura 20 – Bunge Sud – Progetto Definitivo – Planimetria intervento

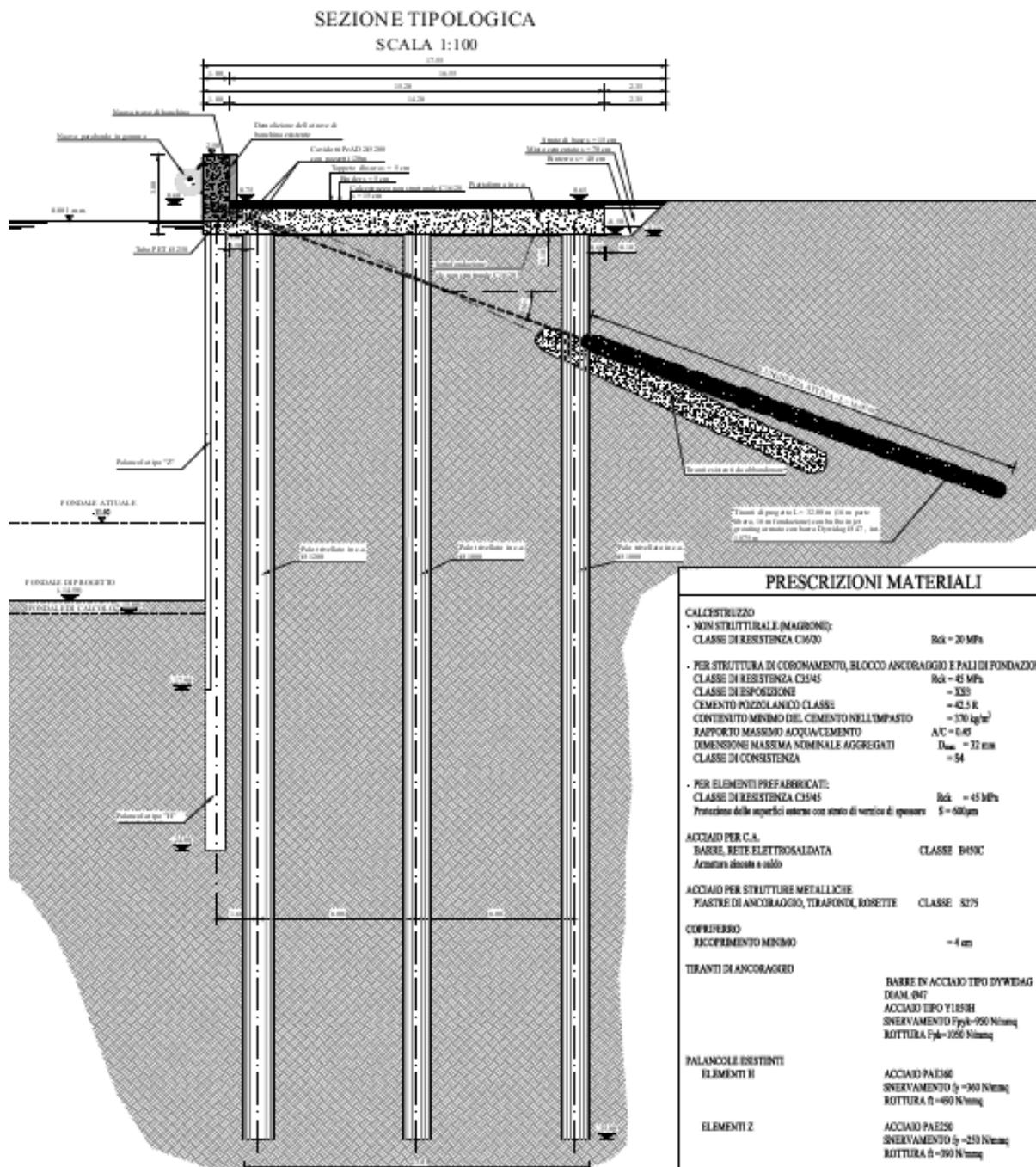


Figura 21 – Bunge Sud – Progetto Definitivo – Sezione intervento

Il progetto definitivo non riporta:

- Rilievo dello stato attuale;
- Planimetria dello stato di fatto;
- Sezione dello stato attuale;
- Rappresentazione degli impianti esistenti interferenti in banchina

6.1.3 Interferenze e criticità operative connesse alle strutture

La realizzazione dell'intervento descritto nel Progetto Definitivo prevede alcune criticità riscontrate durante l'analisi del progetto, oltre a quanto già riscontrato e seguito dei rilievi e delle indagini eseguite, e descritte nei precedenti paragrafi.

Le criticità di carattere progettuale sono le seguenti:

Pali trivellati prima fila

Nel PD i pali della prima fila sono posti ad una distanza relativamente all'asse strutturale pari ad 1,60 m da quella del palancoolato esistente frontale. Questo significa avere una distanza fisica tra le strutture pari a 50 cm che è molto ristretta.

Infatti in fase di vibroinfissione del lamierino eventuali sollecitazioni impulsive indotte alla struttura combinata in acciaio di cui non si conoscono le caratteristiche meccaniche residue, potrebbero pregiudicarne la stabilità. Nella soluzione si è predisposta una distanza minima di 1,5 m (2,5 m tra gli assi) tra le strutture al fine di evitare o quanto meno limitare qualsiasi interazione tra le stesse.

Liquefazione dello strato sabbioso

La relazione generale di sintesi al capitolo 5.0 descrive gli approfondimenti relativi al potenziale di liquefazione dell'unità S elaborati a seguito dei risultati delle indagini integrative eseguite dal G.C..

In particolare l'approccio utilizzato nell'elaborazione delle soluzioni di cui al progetto esecutivo tiene conto dell'incremento di sovrappressioni neutre agenti sul paramento di banchina in combinazione post-sismica, considerando una riduzione dell'angolo d'attrito per il solo strato sabbioso potenzialmente liquefacibile.

Fasi costruttive

La struttura presenta delle criticità intrinseche nella tipologia costruttiva della paratia esistente.

Nel PD l'interasse dei pali in senso longitudinale, pari a 3,75 m, è stato studiato per minimizzare l'interferenza tra le nuove strutture e gli ancoraggi esistenti. Tuttavia, visto che l'interasse tra gli ancoraggi esistenti è variabile tra 2,50 e 2,70 m, si è considerata la possibilità che in fase di costruzione vengano interrotti alcuni tiranti senza che la sicurezza della banchina in fase di costruzione risulti pregiudicata.

Si è previsto che siano prima realizzati tutti i pali non interferenti con ancoraggi esistenti, quindi si potranno completare i pali interrompendo alcuni ancoraggi esistenti. Nel PD si è dimostrata la possibilità di sostenere in sicurezza la banchina in fase costruttiva mantenendo operativi almeno i $\frac{3}{4}$ **degli ancoraggi esistenti. In ogni caso non potranno essere interrotti 2 tiranti adiacenti.**

L'ancoraggio della prima fila di pali ai diaframmi esistenti prevista nella Fase 3 del progetto definitivo rappresenta pertanto un importante criticità. Tale ancoraggio prevede infatti le necessarie attività di collegamento provvisorio tra palancoolato esistente ed il primo ordine dei pali mediante trave in acciaio e conseguente legatura ai pali. Inoltre le successive fasi 4 e 5 prevedono la realizzazione del solettone lasciando la predisposizione per il collegamento provvisorio dei tiranti esistenti, nonché il taglio ed il ricollegamento provvisorio dei tiranti di ancoraggio esistenti alle nuove strutture, ritenuta un'ulteriore importante criticità. A questo si aggiunge il fatto che, a seguito dei rilievi in campo, e con la nuova ubicazione dei pali, il numero di tiranti da demolire risulta maggiore rispetto a quelli previsti (circa 17 contro i 14 precedenti), che insieme alla presenza di tiranti adiacenti da interrompere comportano notevoli rallentamenti operativi e difficoltà esecutive.

Per contenere queste demolizioni ed interferenze l'interasse dei nuovi pali è stata portata a 3,80m anziché 3,75 come da PD con conseguente modifica dell'interasse dei tiranti che passa da 1,875 m a 1,90 m.

Nella seguente tabella si riassumono quindi le principali criticità riscontrate nella banchina Bunge Sud e le soluzioni rispetto al PD:

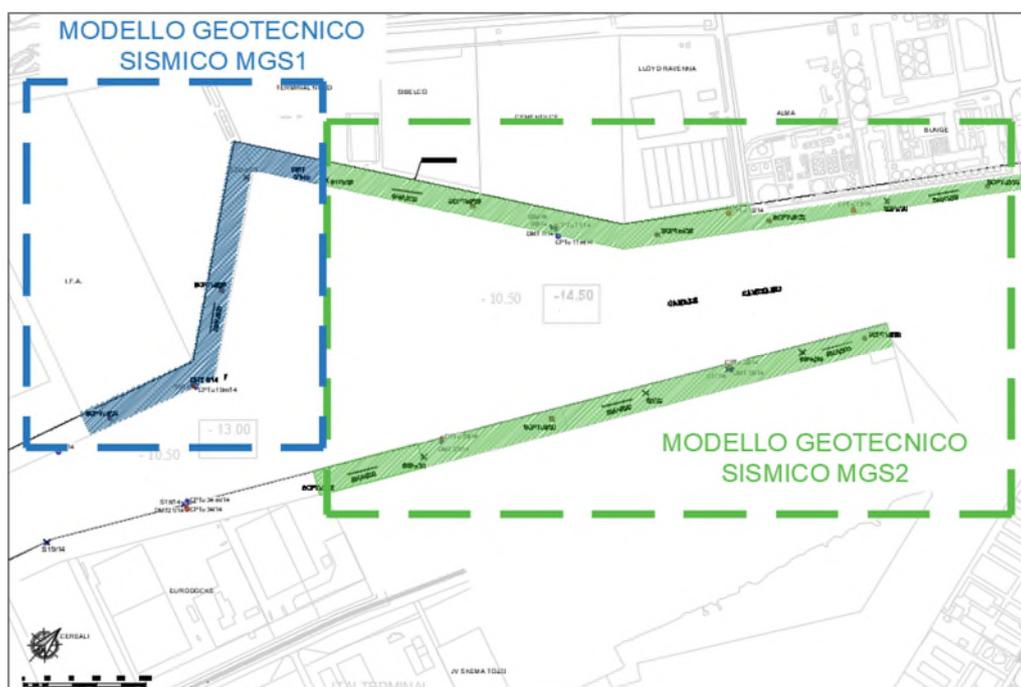
Criticità	Progetto Definitivo	Progetto Esecutivo
Lunghezza banchina	143,40 m	144,93 m
Pali	Nel PD i pali erano stati posizionati ad interasse di 3,75 m	Nel PE a seguito del nuovo rilievo i pali sono stati posizionati ad interasse di 3,80 m per evitare ulteriori interferenze.
Tiranti da demolire per interferenza pali	14	17
Tiranti	Nel PD non erano state ravvisate alcune interferenze tra i tiranti esistenti e quelli di progetto. Il passo previsto era di 1,875 m	Nel PE tale interferenza è stata localmente risolta per n°21 tiranti cambiando l'angolo di inclinazione da 20° a 30°. Per effetto del nuovo rilievo è stato necessario aggiungere un tirante. Il passo considerato è di 1,90 m
Quota altimetriche	Quote stato di fatto non corrette e quota di progetto (+0,75) che non tiene in considerazione la quota del piazzale retrostante fuori dall'intervento in oggetto	Quota rilevata compresa tra +0,30m e +0,50m. Per questo aspetto e per raccordarsi con i piazzali esistenti fuori dall'intervento in oggetto è stato necessario abbassare il solettone di circa 50 cm.
Arredi banchina	Ubicazione arredi esistenti non rilevata nel PD. Non identificata la nave progetto per il dimensionamento dei nuovi fender	Ridistribuzione degli arredi secondo opportuno dimensionamento. Posizionamento di una nuova bitta prevista in Bunge Nord.
Pali prima fila	Distanza ristretta tra palo e palancolato esistente. Possibili sollecitazioni impulsive indotte alla struttura combinata e probabile interferenza con vecchia struttura di banchina	Spostamento della prima fila di pali di circa 1 m verso terra in soluzione, portando la distanza interassale tra le strutture da 1,5m a 2,5m.
Liquefazione strato sabbioso	Criticità connesse al potenziale di liquefazione dello strato S non considerato nelle analisi post sismiche	La soluzione progettuale proposta tiene conto del comportamento in condizioni post-sismiche considerando la parziale liquefazione dello strato S

7 SINTESI CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE

L'interpretazione delle indagini di progetto definitivo ed esecutivo ha permesso di individuare le unità stratigrafiche, che costituiscono i terreni di fondazione.

Le unità sono presenti con continuità e possiedono spessori abbastanza uniformi ad eccezione dell'unità S, che raddoppia il suo spessore in corrispondenza del settore ovest dell'area di progetto. Sulla base di questa discontinuità si sono definiti i due modelli geotecnici di riferimento, così come indicati in figura.

La caratterizzazione geotecnica delle unità è la medesima per tutte le banchine, infatti ciascuna unità è risultata possedere dei valori dei parametri di resistenza e deformabilità compresi in un intervallo ben definito in virtù della regolarità dei processi sedimentari, che hanno formato i terreni.



Unità	Tipologia Terreno	γ/γ' [kN/m ³]	ν [-]	OCR [-]	C_c [-]	C_R [-]	c_v [m ² /s]	ϕ'_k [°]	c'_k [kPa]	$c_{u,k}$ [kPa]	V_s [m/s]	G_0 [MPa]	E_{op} [MPa]	M [MPa]
R	Incoerente	19/9	0,25	-	-	-	-	32	-	-	140	38	25	15
S	Incoerente	20/10	0,25	-	-	-	-	34	-	-	160	52	25	15
M1	Coesivo	18,5/8,5	0,30	1	0,16	0,04	2,0E-07	29	5	30	175	58	9	6
M2	Coesivo	18,5/8,5	0,30	1	0,16	0,04	4,0E-07	30	5	45	225	95	12	8
T	Incoerente	20/10	0,25	-	-	-	-	35	-	-	250	127	42	25
A1	Coesivo	19/9	0,30	1	0,25	0,04	-	29	5	65	240	112	15	10
A2	Incoerente	20/10	0,25	1	-	-	-	35	-	-	260	131	50	30

L'analisi del potenziale di liquefazione ha stabilito un potenziale basso per la sola unità S, mentre tutte le altre unità sono risultate non liquefacibili in virtù della loro granulometria fine.

Si sono quindi definite le sovrappressioni neutre Δu generate dal sisma per l'unità S sulla base della teoria di Dobry (1985) e sui risultati delle prove triassiali cicliche. I valori di progetto per le Δu sono:

- 17,5 KPa per modello MGS1

- 12,5 KPa per modello MGS2

I valori di Δu sono stati implementati nei modelli di calcolo nella condizione post-sisma, ottenendo così la riduzione della resistenza al taglio in condizioni drenate per l'unità S.

Nella condizione post-sisma non si è considerata una degradazione dei valori di c_u dei terreni coesivi, in quanto i valori delle deformazioni di taglio, derivati dalla analisi RSL, sono inferiori rispetto ai valori soglia necessari per la riduzione della c_u sotto azione ciclica.

La presenza di colonne in ghiaia all'interno dello strato S per alcune banchine di progetto (IFA e Nuovo Terminal in Penisola Trattaroli) impedisce la formazione di sovrappressioni neutre (potenziale di liquefazione nullo), che pertanto non sono state considerate nei calcoli di queste banchine.

Si rimanda alla "Relazione geotecnica" di progetto per un approfondimento dei temi trattati.

Il modello geotecnico di riferimento per la banchina in oggetto è il MGS2. La stratigrafia geotecnica della banchina presenta le seguenti caratteristiche:

Tabella 1 Stratigrafia terreni Bunge Sud

Unità	Tipologia Terreno	da [m s.l.m.]	a [m s.l.m.]
R	Incoerente	2/0,5	-1,5
P	Coesivo	-1,5	-3,5
S	Incoerente	-3,5	-9
M1	Coesivo	-9	-19
M2	Coesivo	-19	-25,5
T	Incoerente	-25,5	-26,5
A1	Coesivo	-26,5	-29
A2	Incoerente	-29	-32
A1	Coesivo	-32	-35

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri del terreno considerati nelle analisi strutturali.

Unità	Tipologia Terreno	da [m s.l.m.]	a [m s.l.m.]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	ψ_k [°]	c'_k [kPa]	R_f [-]	E_{50} [MPa]	E_{oed} [MPa]	E_{ur} [MPa]	m	p_{ref} [kPa]	OCR [-]	ν [-]
R	Incoerente	2,0	-1,5	19/9	32	0	-	0,9	25	25	50	0,5	15	-	0,25
P	Coesivo	-1,5	-3,5	18/8	28	0	2,5	0,9	7	7	30	0,8	32	1	0,30
S	Incoerente	-3,5	-9,0	20/10	34	0	-	0,9	25	25	50	0,5	42	-	0,25
M1	Coesivo	-9,0	-19,0	18,5/8,5	29	0	5	0,9	9	9	36	0,8	85	1	0,30
M2	Coesivo	-19,0	-25,5	18,5/8,5	30	0	5	0,9	12	12	48	0,8	118	1	0,30
T	Incoerente	-26,0	-26,5	20/10	35	0	-	0,9	42	42	83	0,5	114	-	0,25
A1	Coesivo	-27,0	-29,0	19/9	29	0	5	0,9	15	15	59	0,8	146	1	0,30
A2	Incoerente	-30,5	-32,0	20/10	35	0	-	0,9	50	50	100	0,5	132	1	0,25
A1	Coesivo	-32,0	-35,0	19/9	29	0	5	0,9	22	22	89	0,8	175	1	0,30

Per quanto riguarda la verifica delle opere in condizioni post- sismiche, si prevede di modellare il solo angolo di resistenza al taglio per l'unità S portandolo a 30°.

8 SOLUZIONE PROGETTUALE PE - ADEGUAMENTO STRUTTURALE

Per risolvere gli aspetti menzionati in precedenza nella progettazione esecutiva, l'adeguamento della banchina prevede:

- Adeguamento dell'interasse di pali da 3,75m a 3,80m dovuta al riscontro di rilievi più precisi sullo stato di fatto della banchina (conseguente interasse dei tiranti pari a 1,90 m);
- L'impiego di tiranti autoperforanti inclinati a 20° con bulbo nello strato sabbioso per un totale di n°56 tiranti, e n°21 tiranti inclinati 30° con bulbo nello strato profondo limo-argilloso per risolvere l'interferenza con i tiranti esistenti;
- L'impiego di pali trivellati di diametro, lunghezza e numero pari a quelli da PD scostati nella prima fila di un'ulteriore metro dal palancoolato esistente.

La soluzione prevede in sintesi:

- tre allineamenti di pali, di cui il primo lato mare $\varnothing 1200$ e il secondo e terzo $\varnothing 1000$, estesi fino a -35 m da l.m.m. (da -1,04 a -35,50 m da l.m.m.), alla distanza di 2,5 – 8,0 – 13,5 m circa dall'asse del palancoolato metallico e ad interasse medio di 3,8 m tra le file (in direzione longitudinale);
- solettone di ripartizione in calcestruzzo armato, al di sopra dei pali (tra -1,04 e -0,04 m su l.m.m.), di larghezza pari a 14,20 m a tergo della trave sommitale esistente ed altezza pari a 1,00 m;
- n° 56 ancoraggi integrativi realizzato da mare, di lunghezza 32 m, inclinazione 20° sull'orizzontale, con 16 m di parte libera e 16 m di fondazione, armato con barra autoperforante con doppia protezione ed interasse medio di 1,875 m; il bulbo di fondazione realizzato con un trattamento coassiale in jet grouting;
- n° 21 ancoraggi integrativi realizzato da mare, di lunghezza 32 m, inclinazione 30° sull'orizzontale, con 16 m di parte libera e 16 m di fondazione, armato con barra autoperforante con doppia protezione ed interasse medio di 1,875 m; il bulbo di fondazione realizzato con un trattamento coassiale in jet grouting;
- realizzazione della nuova trave di banchina 1,0 × 3,0 m (B × H), con sezione maggiorata in corrispondenza delle bitte.

In merito alla scelta della tecnologia dei tiranti si evidenzia che, come rappresentato negli elaborati progettuali e nelle proposte allegate alla risoluzione delle criticità, si è privilegiato l'utilizzo di tiranti con barre cave autoperforanti e bulbo in jetting immerso nello strato sabbioso (S) ove assente il trattamento con formazione di colonne di ghiaia.

Nelle successive figure è mostrata la planimetria e le sezioni tipologiche di progetto della banchina adeguata.

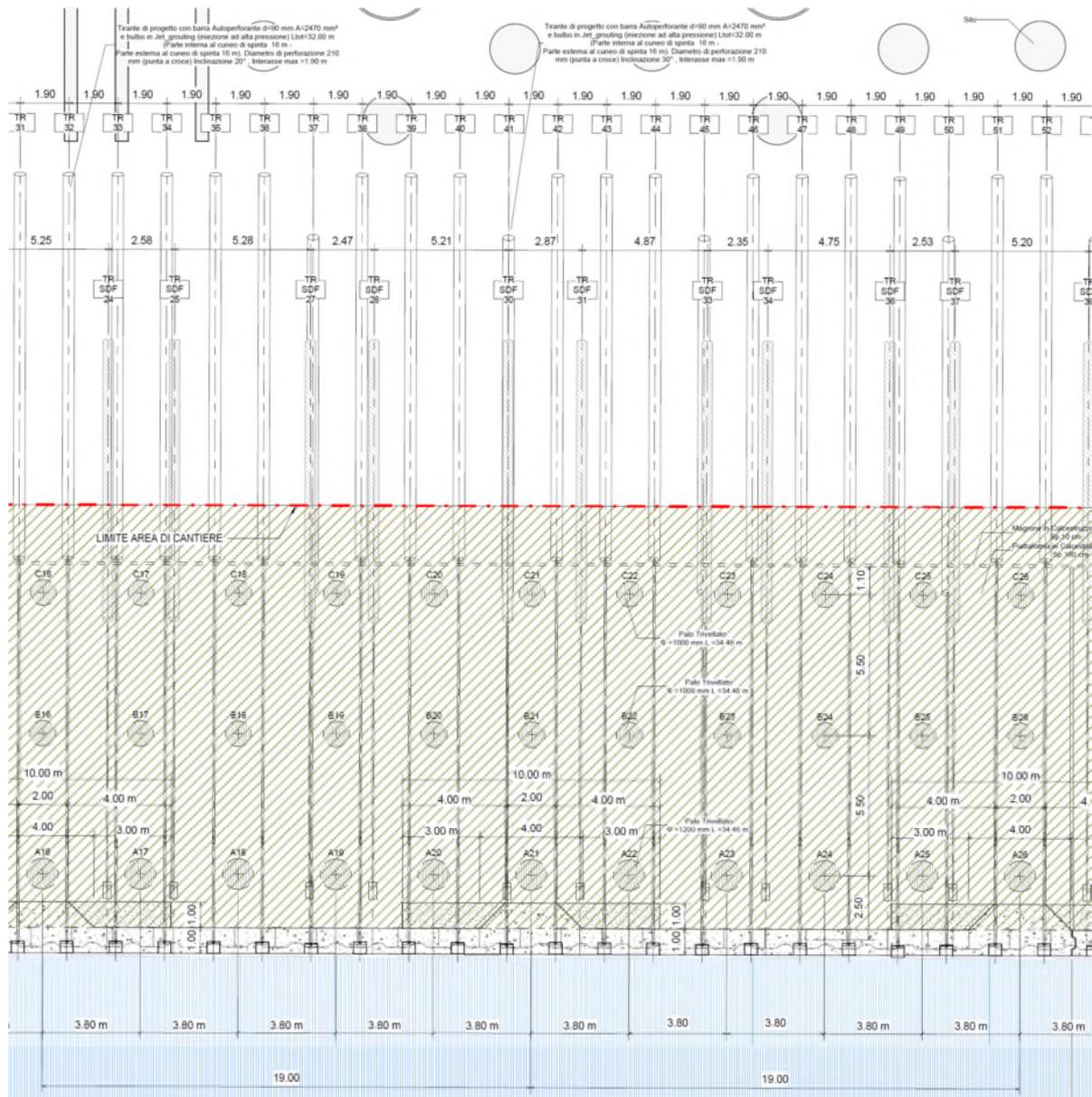


Figura 22 – Planimetria adeguamento della banchina BUNGE SUD

TABELLA TOTALI TIRANTI

Tiranti di progetto	77
Tiranti inclinati a 20°	56
Tiranti inclinati a 30°	21
Tiranti da demolire	17

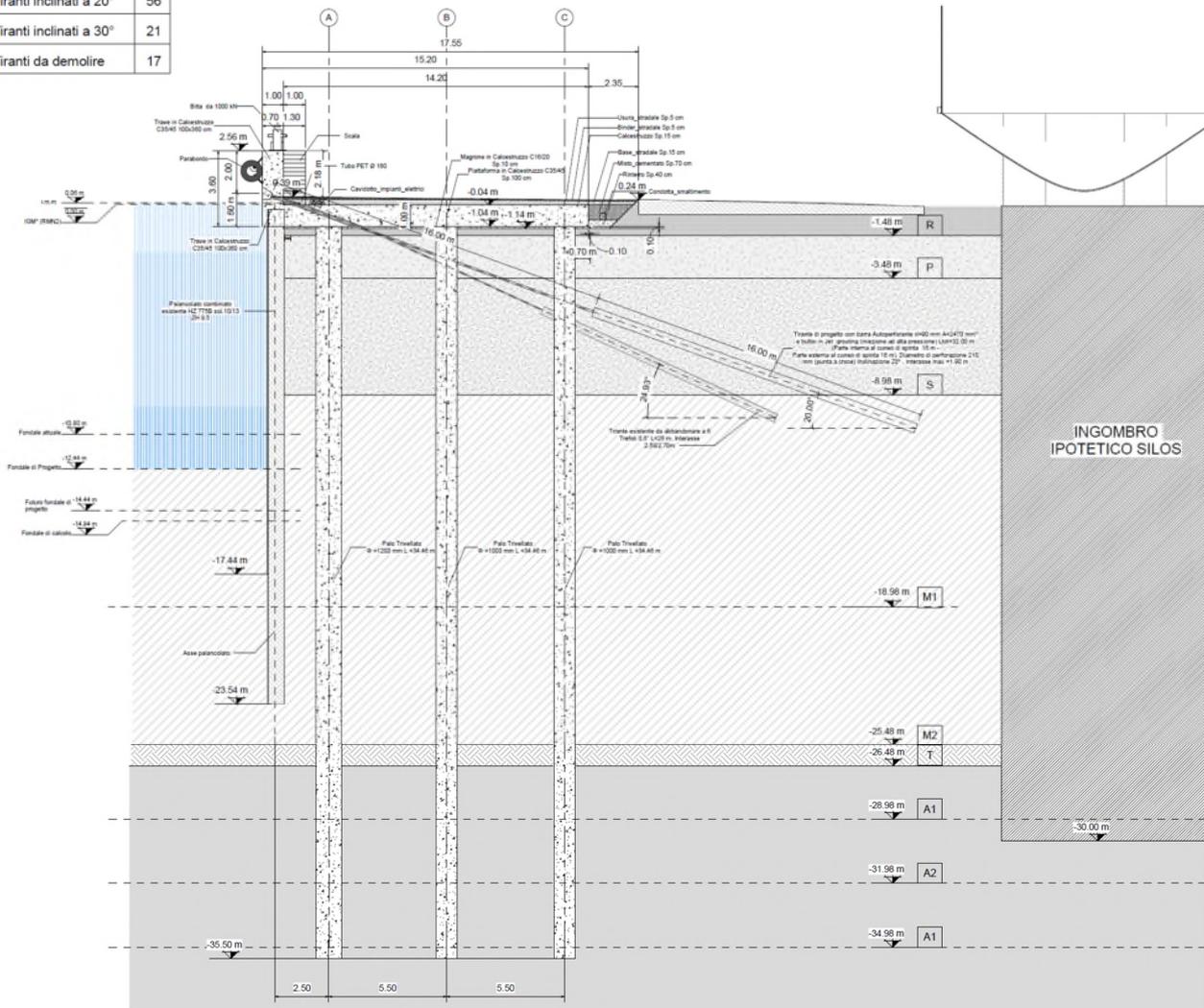


Figura 23 – Sezione adeguata della banchina BUNGE SUD con tiranti a 20° sull'orizzontale

8.1 CRITERI DI PROGETTO

Generale	<p>I coefficienti parziali per le azioni e i coefficienti di combinazione sono ricavati da normativa nazionale ed Eurocodici, secondo quanto specificato nelle appendici nazionali.</p> <p>Per quanto non specificato si fa riferimento alla normativa BS 6349.</p>														
Struttura di banchina	<p>Combinazioni di esercizio (SLE):</p> $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$ <p style="text-align: right;">rara</p> $G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots$ <p style="text-align: right;">frequente</p> $G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots$ <p style="text-align: right;">quasi permanente</p> <p>Combinazioni ultime (SLU):</p> $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$ <p>Combinazioni eccezionali:</p> $G_1 + G_2 + P + A_d + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$ <p>Combinazioni sismiche (SLV, SLD ed SLO):</p> $E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$ <p>dove:</p> <p>G_1 pesi propri strutturali, spinta del terreno e dell'acqua</p> <p>G_2 pesi propri degli elementi non strutturali</p> <p>Q accidentali</p> <p>P precompressione</p> <p>A_d azioni eccezionali (urto imbarcazioni)</p> <p>E azioni sismiche allo SLV, SLD o SLO, comprese azioni della spinta idrodinamica (Westergaard) e della spinta sismica del terreno</p> <p>Per gli stati limite strutturali (STR) i coefficienti di combinazione sono:</p> $\gamma_{G1} = 1.3 - 1.0$ $\gamma_{G2} = 1.5 - 0.8$ $\gamma_Q = 1.5 - 0.0$ <p>per accidentali di impalcato (ambiente D) e gru per combinazione SLU e SLE:</p> <table border="1" data-bbox="539 1608 911 1776"> <tr> <td>Banchina</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Coeff. $\Psi_{0,j}$</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Coeff. $\Psi_{1,j}$</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Coeff. $\Psi_{2,j}$</td> <td>0,6</td> </tr> </table> <p>per accidentali orizzontali di impalcato (carichi di ormeggio) e carichi da vento per combinazione SLU e SLE:</p> <table border="1" data-bbox="539 1883 911 2002"> <tr> <td>Banchina</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Coeff. $\Psi_{0,j}$</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>Coeff. $\Psi_{1,j}$</td> <td>0,2</td> </tr> </table>	Banchina	B	Coeff. $\Psi_{0,j}$	0,7	Coeff. $\Psi_{1,j}$	0,7	Coeff. $\Psi_{2,j}$	0,6	Banchina	B	Coeff. $\Psi_{0,j}$	0,6	Coeff. $\Psi_{1,j}$	0,2
Banchina	B														
Coeff. $\Psi_{0,j}$	0,7														
Coeff. $\Psi_{1,j}$	0,7														
Coeff. $\Psi_{2,j}$	0,6														
Banchina	B														
Coeff. $\Psi_{0,j}$	0,6														
Coeff. $\Psi_{1,j}$	0,2														

	<table border="1"> <tr> <td>Coeff. $\Psi_{2,j}$</td> <td>0,0</td> </tr> </table>	Coeff. $\Psi_{2,j}$	0,0	<p>per accidentali dovuti alla neve per combinazione SLU e SLE:</p> <table border="1"> <tr> <td>Banchina</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Coeff. $\Psi_{0,j}$</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Coeff. $\Psi_{1,j}$</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Coeff. $\Psi_{2,j}$</td> <td>0,0</td> </tr> </table>	Banchina	B	Coeff. $\Psi_{0,j}$	0,5	Coeff. $\Psi_{1,j}$	0,2	Coeff. $\Psi_{2,j}$	0,0
Coeff. $\Psi_{2,j}$	0,0											
Banchina	B											
Coeff. $\Psi_{0,j}$	0,5											
Coeff. $\Psi_{1,j}$	0,2											
Coeff. $\Psi_{2,j}$	0,0											
<p>Fondazioni su pali</p>		<p>Le fondazioni su pali, secondo NTC'2018 (§6.4.3), devono essere soddisfatte per ogni stato limite considerato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SLU di tipo geotecnico (GEO), tenendo conto del collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali, collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali, collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione, stabilità globale. - SLU di tipo strutturale (STR), tenendo conto del raggiungimento della resistenza dei pali e raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali. Verifiche SLU devono essere effettuate applicando la combinazione A1+M1+R3 di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.4.II e 6.4.VI. - SLE, prendendo in considerazione, quando pertinenti, almeno gli eccessivi cedimenti o sollevamenti e gli eccessivi spostamenti trasversali. Specificamente, si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni nelle combinazioni caratteristiche previste per gli stati limite di esercizio al § 2.5.3, per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione, come prescritto dalla condizione ($E_d < R_d$). - Per le verifiche SISMICHE le fondazioni su pali devono rispettare i criteri di verifica § 7.11.5.3.2. 										
<p>Paratie di sostegno</p>		<p>Per le paratie si considerano i seguenti stati limite ultimi (NTC'18 §6.5.3.1.2 per condizioni SLU e §6.5.3.2 per SLE):</p> <ul style="list-style-type: none"> - SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD): collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido); collasso per carico limite verticale; sfilamento di uno o più ancoraggi; instabilità del fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate; instabilità del fondo scavo per sollevamento; sifonamento del fondo scavo; instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno. - SLU di tipo strutturale (STR): raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi; raggiungimento della resistenza in uno o più puntoni o di sistemi di contrasto; raggiungimento della resistenza strutturale della paratia. <p>Accertando che la condizione ($E_d < R_d$) sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.</p>										

	<p>Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1 considerando le due combinazioni di coefficienti: Combinazione 1: (A1+M1+R1) e Combinazione 2: (A2+M2+R1) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II con i coefficienti γ_r del gruppo R1 pari all'unità. Le verifiche nei riguardi degli stati limite idraulici (UPL e HYD) devono essere eseguite come descritto nel § 6.2.4.2</p> <ul style="list-style-type: none"> - SLE - In tutti i casi, nelle condizioni di esercizio, gli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante devono essere valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza e funzionalità di manufatti adiacenti, anche a seguito di modifiche indotte sul regime delle pressioni interstiziali. - Per le verifiche SISMICHE le paratie devono rispettare i criteri di verifica § 7.11.6.3
<p>Stabilità globale</p>	<ul style="list-style-type: none"> - SLU – La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali. - SISMICA (§ 7.11.4) - si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

8.1.1 Verifiche delle prestazioni

E' stato verificato che il valore di progetto dell'effetto delle azioni E_d risultasse minore del valore di progetto limite dell'effetto delle azioni C_d ; in particolare sono stati valutati gli spostamenti corrispondenti agli stati limite di servizio in condizioni statiche (SLE) e sismiche (SLD) per confrontarli con le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili.

Per ciascun stato limite di esercizio in condizioni statiche e per lo stato limite di danno in condizioni sismiche deve infatti essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e C_d è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.
 Per opere portuali il livello di danno può essere stimato secondo le raccomandazioni del PIANC (Permanent International Association for Navigation Congresses), riassunte in Tabella 2. In sostanza per un palancolato ancorato i limiti di operatività (Degree I) fanno riferimento all'accumulo di deformazioni residue permanenti pari all'1,5% dell'altezza dell'opera al di sopra del fondale o , alternativamente, 30 cm. I limiti di danno, salvaguardia della vita e collasso (rispettivamente Degree II, III, IV) fanno riferimento alla risposta tenso-deformativa dei diversi elementi strutturali (limite elastico, plasticizzazioni concentrate, rotture).

Tabella 2. Criteri di danno per opere portuali flessibili (PIANC, 2001)

Level of damage		Degree I	Degree II	Degree III	Degree IV	
Residual displacements	Sheet pile wall	Normalized residual horizontal displacement (d/H)*	Less than 1.5%**	N/A	N/A	N/A
		Residual tilting towards the sea	Less than 3°	N/A	N/A	N/A
	Apron	Differential settlement on apron	Less than 0.03-0.1 m	N/A	N/A	N/A
		Differential settlement between apron and non-apron areas	Less than 0.3-0.7 m	N/A	N/A	N/A
		Residual tilting towards the sea	Less than 2-3°	N/A	N/A	N/A
Peak response stresses/strains	Sheet pile wall	Above mudline	Elastic	Plastic (less than the ductility factor/strain limit above mudline)	Plastic (less than the ductility factor/strain limit above mudline)	Plastic (beyond the ductility factor/strain limit above mudline)
		Below mudline	Elastic	Elastic	Plastic (less than the ductility factor/strain limit below mudline)	Plastic (beyond the ductility factor/strain limit below mudline)
	Tie-rod	Elastic	Elastic	Plastic (less than the ductility factor/strain limit for tie-rod)	Plastic (beyond the ductility factor/strain limit for tie-rod)	
	Anchor	Elastic	Elastic	Plastic (less than the ductility factor/strain limit for anchor)	Plastic (beyond the ductility factor/strain limit for anchor)	

* d : residual horizontal displacement at the top of the wall; H : height of sheet pile wall from mudline.

**Alternative criterion is proposed with respect to differential horizontal displacement less than 30 cm.

8.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il progetto strutturale degli interventi è stato condotto nell'ambito del Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite. Si è fatto riferimento, nella progettazione, alla vigente normativa italiana ed in particolare a:

- L. 5.11.1971, n° 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- D.M. 17.01.2018 – “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circ. Min. n. 7 del 21 gennaio 2019 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Norma di prodotto (marcatatura CE)

Circa le indicazioni applicative considerate per l'ottenimento dei requisiti prestazionali prescritti nel DM del 17/01/2018, ci si è riferiti, quando non direttamente alle indicazioni delle Norme Tecniche stesse, a normative di comprovata validità e ad altri documenti tecnici elencati nel seguito.

In particolare, per quel che riguarda le Verifiche Strutturali, le indicazioni fornite dagli Eurocodici, con le relative Appendici Nazionali, costituiscono indicazioni di comprovata validità e forniscono il sistematico supporto applicativo delle norme.

8.2.1 Leggi, Decreti e Circolari

- L. 5.11.1971, n° 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- L. 2.02.1974, n° 64 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- D.M. 17.01.2018 – “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.

- Circ. Min. n. 7 del 21 gennaio 2019 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Associazione Geotecnica Italiana (1977) – "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".
- Associazione Geotecnica Italiana (1984) – "Raccomandazioni sui pali di fondazione".
- Associazione Geotecnica Italiana (2012) – "Jetgrouting. Raccomandazioni".
- Raccomandazioni A.I.C.A.P., A.G.I. (2012) – "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce".

8.2.2 Norme e Istruzioni Nazionali

- UNI EN 206-1 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione produzione e conformità".
- UNI 11104 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1".
- UNI EN 13369 – "Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo".
- UNI EN 13225 – "Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi strutturali lineari".
- UNI EN 14992 – "Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi da parete".
- UNI EN 13747 – "Prodotti prefabbricati di calcestruzzo- Lastre per solai".

8.2.3 Normativa Europea ed Internazionale

- UNI EN 1990 - Eurocodice 0 – "Criteri generali di progettazione strutturale".
- UNI EN 1991 - Eurocodice 1 – "Azioni sulle strutture".
- UNI EN 1992 - Eurocodice 2 – "Progettazione delle strutture di calcestruzzo".
- UNI EN 1993 - Eurocodice 3 – "Progettazione delle strutture di acciaio".
- UNI EN 1994 - Eurocodice 4 – "Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo".
- UNI EN 1997 - Eurocodice 7 – "Progettazione geotecnica".
- UNI EN 1998 - Eurocodice 8 – "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica".
- BS6349 – "Maritime works"
- Recommendation of the Committee for Waterfront Structures EAU, Sixth English Edition (EAU 1990)
- PIANC 2002 – "Guidelines for the Design of Fenders Systems"

8.3 CARATTERISTICHE MATERIALI

8.3.1 Calcestruzzo per trave di coronamento, platea e pali di fondazione

Classificazione secondo D.M. 17.01.2018 e UNI-EN 206-1:2016

Classe di resistenza del calcestruzzo	C35/45
Classe di abbassamento al cono (slump)	S4
Dimensione massima dell'inerte	$D_{lower} = 22,4 \text{ mm} \leq D_{max} \leq 31,5 \text{ mm} = D_{upper}$
Classe di esposizione	XS3
Minimo contenuto di cemento	360 kg/mc
Massimo rapporto a/c	0,45
Contenuto massimo di cloruri	Cl 0,20

COPRIFERRO - Rif. C4.1.6.1.3 Circ. 21/01/2019		
Classe di esposizione:	XS3	
Tipo di ambiente:	Molto aggressivo	
Controllo qualità del copriferro:	Sì	
Classe C.A.:	C35/45	
Tipo di barre:	Barre da c.a.	
Tipo di elemento:	Altri elementi	
Vita nominale V_N :	50	anni
Tolleranza di posa:	10	mm
Copriferro minimo tabella C4.1.IV:	45	mm
Incremento per vita nominale di 100 anni:	10	mm
Decremento per controllo qualità:	0	mm
Incremento per classe C.A. $C < C_{min}$:	0	mm
Copriferro minimo di progetto:	55	mm

COPRIFERRO - Rif. C4.1.6.1.3 Circ. 21/01/2019		
Classe di esposizione:	XS3	
Tipo di ambiente:	Molto aggressivo	
Controllo qualità del copriferro:	Sì	
Classe C.A.:	C35/45	
Tipo di barre:	Barre da c.a.	
Tipo di elemento:	Elementi a piastra	
Vita nominale V_N :	50	anni
Tolleranza di posa:	10	mm
Copriferro minimo tabella C4.1.IV:	40	mm
Incremento per vita nominale di 100 anni:	10	mm
Decremento per controllo qualità:	0	mm
Incremento per classe C.A. $C < C_{min}$:	0	mm
Copriferro minimo di progetto:	50	mm

Le principali caratteristiche meccaniche del calcestruzzo sono riportate nel prospetto seguente:

- Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo:
 - o $R_{ck} = 45 \text{ MPa}$
 - o $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 37.35 \text{ MPa}$
 - o $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 45.35 \text{ MPa}$
 - o $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 21.17 \text{ MPa}$

- Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo:
 - o $f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3.35 \text{ MPa}$
 - o $f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.35 \text{ MPa}$
 - o $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.56 \text{ MPa}$

- Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo:
 - o $f_{bk} = 2.25 \times \eta \times f_{ctk} = 5.29 \text{ MPa}$
 - o $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 3.53 \text{ MPa}$
- Caratteristiche meccaniche:
 - o $E_{cm} = 22000 \times [f_{cm}/10]^{0.3} = 34625 \text{ MPa}$
 - o $V_{cls \text{ fess.}} = 0$
 - o $V_{cls \text{ non fess.}} = 0.2$
 - o $\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

8.3.2 Acciaio per armature

Barre ad aderenza migliorata in acciaio laminato a caldo tipo B450 C secondo DM 17.01.18

Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Allungamento caratteristico A_{gtk}	$\geq 7.5 \%$
Rapporto $k = f_t / f_y$	$1.15 < k < 1.35$
Rapporto $f_y / f_{y, nom}$	≤ 1.25

8.3.3 Acciaio per palancole esistenti

Il banchinamento esistente è realizzato con il palancolato combinato HZ 775 B sol. 10/13 – ZH 9,5 della ProfilARBED. Come risulta dai certificati di conformità della TRADEARBED allegati alla relazione del collaudo statico e riportati nelle seguenti figure, i pali principali (HZ 775 B) sono realizzati in acciaio PAE 360, mentre le palancole intermedie (ZH 9,5) ed i gargami (RH 16 B) in acciaio PAE 250. Le caratteristiche di resistenza di ciascun tipo di acciaio sono state ricavate dal catalogo del produttore e sono sinteticamente riportate nel seguito:

- Acciaio PAE 360 (HZ 775 B):
 - o Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$
 - o Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 490 \text{ N/mm}^2$
 - o Allungamento: $A_{gt} = 22\%$
- Acciaio PAE 250 (ZH 9,5 e RH 16 B):
 - o Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 250 \text{ N/mm}^2$
 - o Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 390 \text{ N/mm}^2$
 - o Allungamento: $A_{gt} = 26\%$

Sui pali principali (HZ 775 B) è stato eseguito il prelievo di un fazzoletto di palanca metallica per la valutazione della qualità dell'acciaio attraverso l'esecuzione di una prova di trazione. I risultati della prova sono sinteticamente riportati nel seguito:

- o Tensione di snervamento: $f_y = 349 \text{ N/mm}^2$
- o Tensione di rottura: $f_t = 487 \text{ N/mm}^2$
- o Allungamento: $A_{gt} = 27\%$

Come si vede, i valori delle tensioni di snervamento e di rottura ottenuti dalla prova di trazione eseguita sono leggermente inferiori a quelli minimi caratteristici del materiale dichiarato dal produttore:

- o Variazione tensione di snervamento: $\Delta(f_y/f_{yk}) = 0,97$
- o Variazione tensione di rottura: $\Delta(f_t/f_{tk}) = 0,99$

Va comunque osservato che tali valori rientrano nei limiti di quelli di calcolo (f_d) ottenuti applicando ai valori caratteristici (f_k) i coefficienti di sicurezza sui materiali ($\gamma_{m0} = 1,05$):

- $f_y = 349 \text{ N/mm}^2 \geq f_{yd} = 343 \text{ N/mm}^2$
- $f_t = 487 \text{ N/mm}^2 \geq f_{td} = 467 \text{ N/mm}^2$

Pertanto ai fini delle verifiche si farà riferimento alle caratteristiche dei materiali dichiarate dal produttore applicando i coefficienti di sicurezza di normativa.

A R B E D DIVISION DIFFERDANGE SERVICE QUALITE ET CONTROLE L 4503 DIFFERDANGE GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG		ATTESTATION DE CONFORMITE WERKSCHESCHENIGUNG - CERTIFICATE OF COMPLIANCE PAGE 1 AVIS NO : 550364 FACTURE NO : 50066 19881004				
ATTESTATION DE CONFORMITE SVT. DIN 50049 / 2. 1. PAE 360 TRADE ARBED NO : 88 BJ 1030 001 REFERENCE CLIENT : COMMANDE DU 2.8.88		C.M.C.COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI VIALE TRIESTE 76 ITALIE I-48100 RAVENNA				
NO POSTE FACT./CDE	PRODUIT	DIMENSION	LONGUEUR	POIDS KG	NOMBRE PA FA BOT ELE	
01-001	PALPL. HZ	HZ 775 B	24000 MM	47070	9	
* NOUS CERTIFIONS QUE LES PRODUITS ENUMERES SONT CONFORMES AUX PRESCRIPTIONS DE LA COMMANDE. * ES WIRD BESTAETIGT, DASS DIE LIEFERUNG DEN VEREINBARUNGEN BEI DER BESTELLUNG ENTSPRICH. * WE HEREBY CERTIFY THAT THE MENTIONED PRODUCTS COMPLY WITH THE TERMS OF THE ORDER. *						
LES PALPLANCHES SONT FOURNIES SELON LES VALEURS ET CONDITIONS DE NOS CATALOGUES PALPLANCHES, PUBLIES APRES JUILLET 1985						
 LE 05/10/88 MULLER GAETAN PORTEUR DE SIGNATURE SPECIALE						

Figura 25 – Certificato di conformità PAE 360

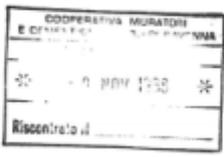
A R B E D DIVISION ESCH-BELVAL SERVICE QUALITE ET CONTROLE L 4008 ESCH/ALZETTE GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG		ATTESTATION DE CONFORMITE WERKSCHESHEINIGUNG - CERTIFICATE OF COMPLIANCE PAGE 1			
ATTESTATION DE CONFORMITE SVT. DIN 50049 / 2. 1. PAE 250		AVIS NO : 440799	FACTURE NO : 40729 19881014		
TRADE ARBED NO : 88 BJ 1030 001 REFERENCE CLIENT : COMMANDE DU 2.8.88		C.M.C.COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI VIALE TRIESTE 76 ITALIE I-48100 RAVENNA			
NO POSTE FACT./CDE	PRODUIT	DIMENSION	LONGUEUR	POIDS KG	NOMBRE PA FA BOT ELE
01-002	PALPL. ZH	ZH 9,5	17000 MM	32289	18
02-002	PALPL. ZH	ZH 9,5	17000 MM	31158	18
03-002	PALPL. ZH	ZH 9,5	17000 MM	31158	18
04-002	PALPL. ZH	ZH 9,5	17000 MM	31158	18
05-002	PALPL. ZH	ZH 9,5	17000 MM	31158	18
06-003	RACCORDS RH	RH 16 Ø	17000 MM	14650	54
07-003	RACCORDS RH	RH 16 Ø	17000 MM	14650	54
08-003	RACCORDS RH	RH 16 Ø	17000 MM	14650	54
09-003	RACCORDS RH	RH 16 Ø	17000 MM	14650	54
10-003	RACCORDS RH	RH 16 Ø	17000 MM	14650	54
***** * NOUS CERTIFIONS QUE LES PRODUITS ENUMERES SONT CONFORMES AUX PRESCRIPTIONS DE LA COMMANDE. * ES WIRD BESTAETIGT, DASS DIE LIEFERUNG DEN VEREINBARUNGEN DER BESTELLUNG ENTSPRICHT. * WE HEREBY CERTIFY THAT THE MENTIONED PRODUCTS COMPLY WITH THE TERMS OF THE ORDER. *****					
LES PALPLANCHES SONT FOURNIES SELON LES VALEURS ET CONDITIONS DE NOS CATALOGUES PALPLANCHES, PUBLIES APRES JUILLET 1985					
					
LE 15/10/88 ROLLE ROND PORTEUR DE SIGNATURE SPECIALE					

Figura 26 – Certificato di conformità PAE 250

8.3.4 Acciaio per carpenteria metallica

Trave di ripartizione provvisoria doppio UPN 280

Acciaio tipo S275 J0:

Tensione caratteristica di rottura ($t \leq 40\text{mm}$)

$f_{tk} \geq 430 \text{ MPa}$

Tensione caratteristica di snervamento

$f_{yk} \geq 275 \text{ MPa}$

Allungamento a rottura

$\geq 12 \%$

Classe di esecuzione secondo UNI EN 1090-2

EXC 2

Barra piena in acciaio D54

Acciaio tipo S355 J0:

Tensione caratteristica di rottura ($t \leq 40\text{mm}$)

$f_{tk} \geq 510 \text{ MPa}$

Tensione caratteristica di snervamento

$f_{yk} \geq 355 \text{ MPa}$

Allungamento a rottura

$\geq 12 \%$

Classe di esecuzione secondo UNI EN 1090-2

EXC 2

Bulloni classe 8.8

Tensione caratteristica di rottura

$f_{yb} \geq 640 \text{ MPa}$

Tensione caratteristica di snervamento

$f_{ub} \geq 800 \text{ MPa}$

8.3.5 Acciaio per barre autoperforanti

Le nuove strutture di ancoraggio sono realizzate con tiranti a barre autoperforanti di diametro nominale $\Phi 90/70$ ($A_{min} = 2470 \text{ mm}^2$), secondo UNI EN 14490, lunghezza 32 m, inclinazione 20° sull'orizzontale, con 16 m di parte libera e 16 m di fondazione, poste ad interasse di 1,9 m.

Le barre sono in acciaio tipo S460J0 a filettatura continua. In considerazione dell'ambiente marino aggressivo previsto è stata privilegiata la soluzione di individuare un maggiore spessore eccedente quello strettamente necessario alle verifiche strutturali. In particolare a fronte dell'esigenza di utilizzare barre cave diam 90 mm spessore 10 mm si è proposto uno spessore pari a 12.5 mm, con una maggiorazione (strato di sacrificio) di 2.5 mm.

Le barre autoperforanti hanno le seguenti proprietà meccaniche dichiarate dal produttore:

Resistenza caratteristica a snervamento	$f_{0,1k} \geq 460 \text{ MPa}$
Resistenza caratteristica a rottura	$f_{pk} \geq 560 \text{ Mpa}$
Carico a snervamento (barre $\phi 90 \text{ mm}$)	$F_{p0,1k} = 1136 \text{ kN}$
Carico ultimo (barre $\phi 90 \text{ mm}$)	$F_{pk} = 1383 \text{ kN}$
Allungamento a rottura	$\geq 10 \%$
Allungamento totale alla forza massima	$\geq 5 \%$

La resistenza a trazione di progetto della barra è determinabile come:

$$T_{Ed} = \frac{A_{barra} * f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{2470 * 460}{1.05} = 1082 \text{ kN}$$

Il coefficiente di sicurezza per la resistenza delle membrature in acciaio dei tiranti passivi è stato considerato pari a 1,05 in ottemperanza con la normativa vigente.

Rilevato che le raccomandazioni AICAP per gli ancoraggi nelle terre e nelle rocce costituiscono un documento tecnico non cogente, da utilizzare come supporto per i progettisti e gli operatori del settore, in un'ottica di ottimizzazione delle soluzioni strutturali ai sensi delle pertinenti Norme, si è ritenuto di procedere considerando i fattori di sicurezza definiti al capitolo 4.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

Per i tiranti con armatura in barre cave in acciaio S460J0, definito come "acciaio da carpenteria" al p.to 4.2.1.1 delle NTC 2018, il coefficiente di sicurezza per le membrature in acciai da carpenteria di qualunque classe (non soggette a problemi di instabilità) è definito alla tabella 4.2.VII delle NTC 2018 nel valore di 1,05.

Tab. 4.2.VII - Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

Infine non è stato ritenuto necessario disconnettere la parte libera con soluzioni specifiche, vista la natura passiva dei tiranti (assenza di pretiro), in quanto un eventuale compenetrazione della malta con il terreno avrebbe solo effetti favorevoli. Essendo di fatto il bulbo di fondazione molto rigido, e calcolato e verificato per l'intero sforzo assiale dimensionante, il tiro viene trasferito interamente alla fondazione.

8.3.6 Miscela cementizia per bulbo di ancoraggio

Durante la perforazione ed installazione della barra

Miscela fluida con rapporto acqua/cemento prossimo a 1.

Cementazione definitiva

La miscela cementizia deve essere realizzata con rapporto acqua/cemento compreso tra 0,4 e 0,55 nel rispetto di quanto riportato in UNI EN 4490:2010.

La classe di resistenza a compressione minima deve essere C20/25.

8.3.7 Acciaio per trefoli esistenti

Acciaio armonico:

Resistenza caratteristica a snervamento $f_{p(1)k} \geq 1670$ MPa

Resistenza caratteristica a rottura $f_{ptk} \geq 1860$ Mpa

8.4 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA E MONITORAGGIO

La funzionalità delle opere e il rispetto delle previsioni del modello numerico dovranno essere accertati mediante controlli sul comportamento delle strutture, da eseguire sia in corso di costruzione che in fase di collaudo e di esercizio.

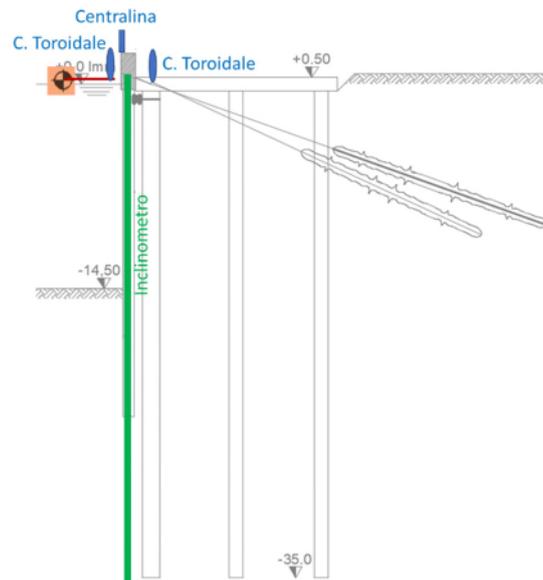
Per la banchina Bunge SUD sono previste due sezioni di monitoraggio, ognuna costituita dagli elementi descritti nel seguito.

STAZIONE TIPO DI MONITORAGGIO

Ogni sezione di monitoraggio è composta da:

- 1 tubo inclinometrico spinto fino a 40 m di profondità;
- 2 celle toroidali per il monitoraggio della forza di trazione sugli ancoraggi;
- 1 centralina di acquisizione (datalogger);
- monitoraggio topografico della trave di banchina (un target ogni 20 m).

SEZIONE TIPO DI MONITORAGGIO		
Monitoraggio Topografico	Monitoraggio inclinometrico	Monitoraggio con cella toroidale
Spost. trave di banchina	Deformazione Palancolato	Tiro ancoraggi
1 Target /20m	1 tubo (L=40m)	2 Celle + 1 Datalogger



9 ARREDI DI BANCHINA

Il nuovo coronamento della banchina Bunge Sud è dotato di arredi (bitte d'ormeggio e parabordi) volti a garantire l'ormeggio e l'accosto in sicurezza delle navi di progetto.

Il dimensionamento degli arredi di banchina è stato condotto con riferimento alla vasta letteratura scientifica e tecnica disponibile, nonché alle Raccomandazioni generali e alle Norme internazionali che ne regolamentano sia i criteri di calcolo sia le caratteristiche. Per i dettagli relativi al dimensionamento delle bitte d'ormeggio e dei parabordi si rimanda alla specifica relazione di calcolo (el. 1114-E-BAB-GEN-RG-01-0.docx).

I parabordi previsti sono di tipo cilindrico, in analogia a quelli esistenti, di dimensioni 1,000x500x1,500 mm ($D_{est} \times D_{int} \times$ lunghezza).

Il progetto definitivo prevedeva una spaziatura dei parabordi di 24 m lungo il fronte banchina. Tale spaziatura è stata portata a 15 m, a meno di modeste variazioni locali che si rendono necessarie per evitare alcune interferenze con elementi strutturali della banchina. La riduzione dell'interasse dei parabordi è stata apportata in conformità alle indicazioni fornite dagli standard normativi applicabili, in relazione alle caratteristiche della nave di progetto.

Le bitte d'ormeggio hanno capacità pari a 1000 kN, in accordo a quanto previsto dai criteri progettuali, e saranno disposte ad interasse di 18,70/19,00 m lungo il filo banchina. In corrispondenza dell'estremità Nord della banchina, all'interfaccia con la banchina Bunge Nord, è stata posizionata una bitta aggiuntiva da 1000 kN non prevista nel progetto definitivo, che offre un ulteriore punto di ormeggio, ad uso anche delle navi che ormeggiano lungo la banchina Bunge Nord.

Infine, lungo il fronte banchina sono previste alcune scalette di risalita posizionate con spaziatura inferiore a 40 m.

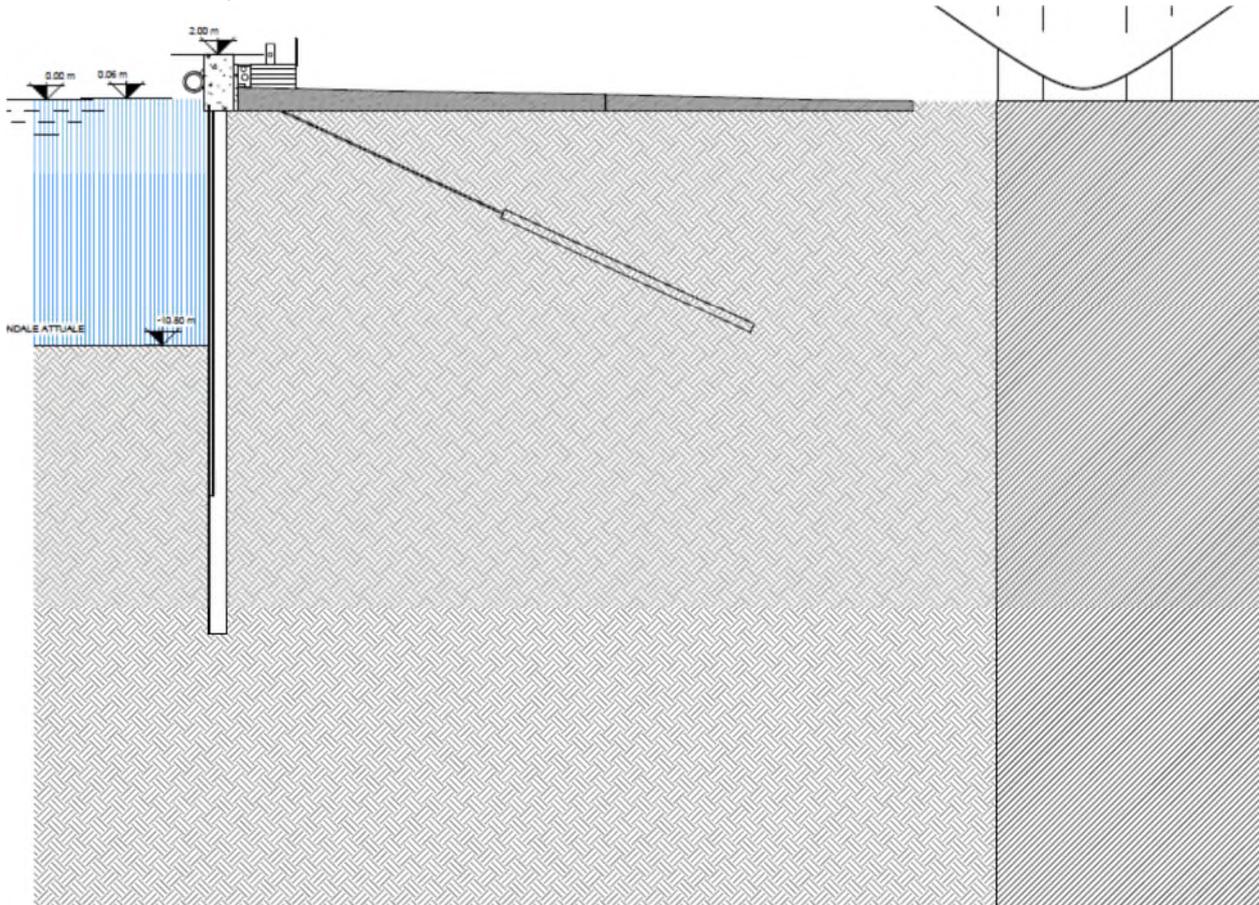
10 FASI COSTRUTTIVE CRONOPROGRAMMA

Gli interventi di adeguamento sulla banchina hanno una durata prevista di 330 giorni.

Le fasi vengono di seguito rappresentate.

FASE 1

Stato di fatto dell'opera: allestimento dell'area di cantiere.

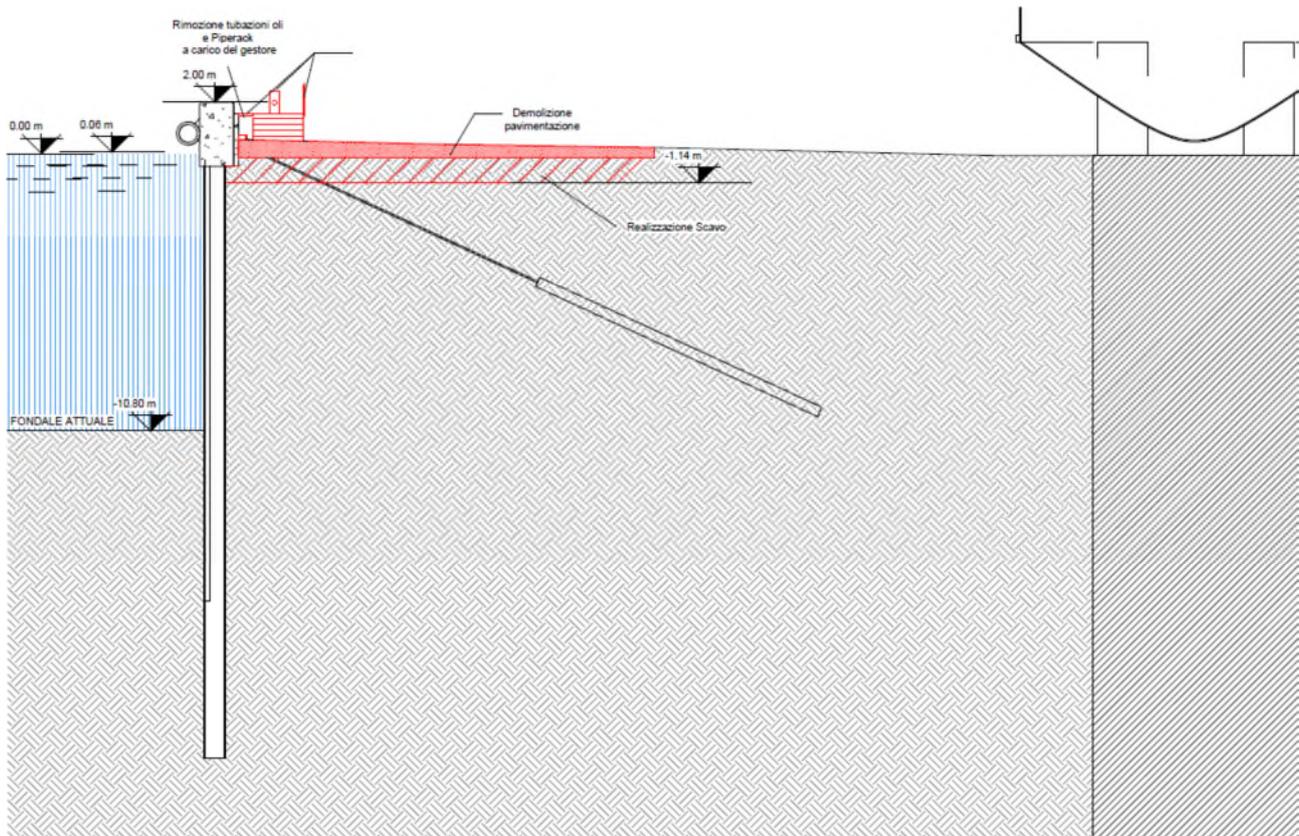


FASE 2

Rimozione del pacchetto di pavimentazione e della rampa in corrispondenza del confine della banchina ALMA e realizzazione dello scavo fino alla quota -1.14 m, per identificare i tiranti esistenti e costruire le successive strutture dell'opera quali pali, tiranti e piattaforma in c.a.

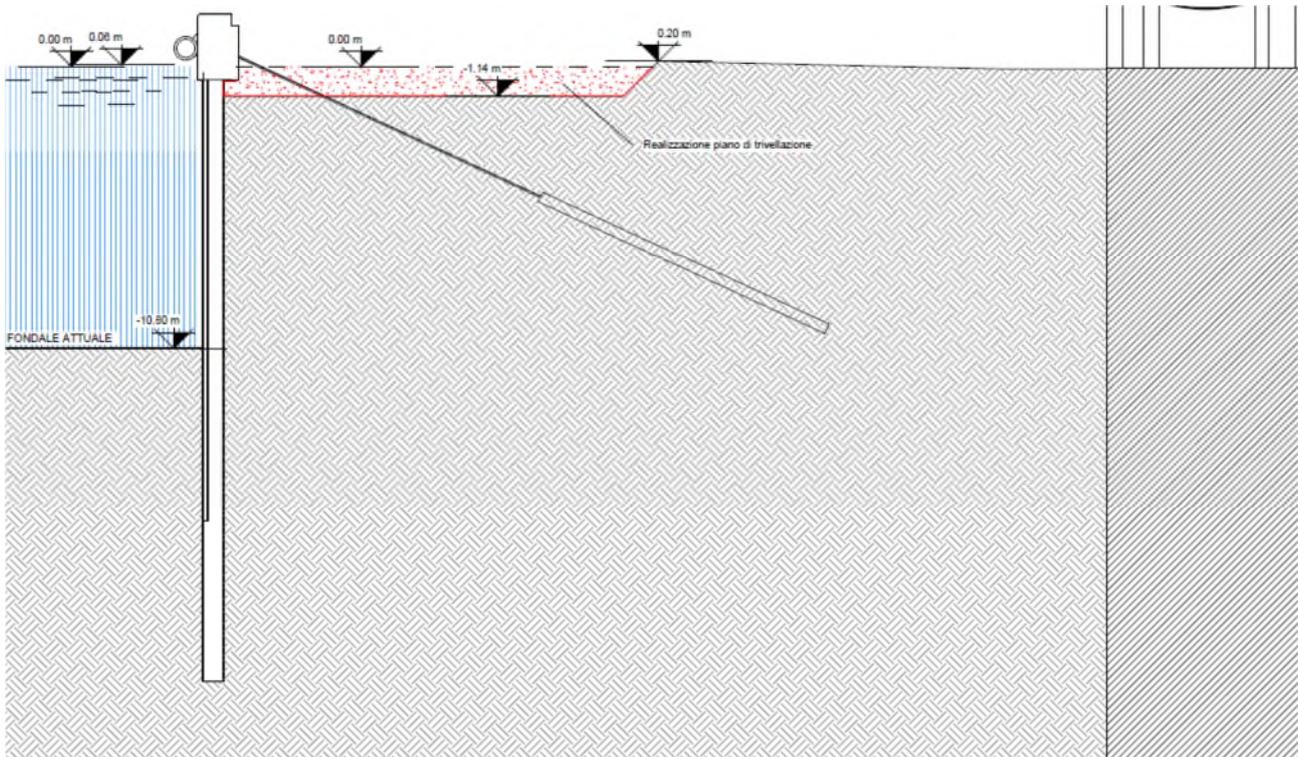
Rimozione delle sovrastrutture quali recinzioni, struttura piperack in corrispondenza dell'area di intervento, tubazioni di trasporto oli e scale in calcestruzzo armato a tergo banchina, così come le griglie di collegamento ad essa tra le scale e la trave.

Rimozione degli elementi in cls a supporto delle tubazioni piperack a tergo banchina e degli impianti esistenti all'interno del limite di cantiere.



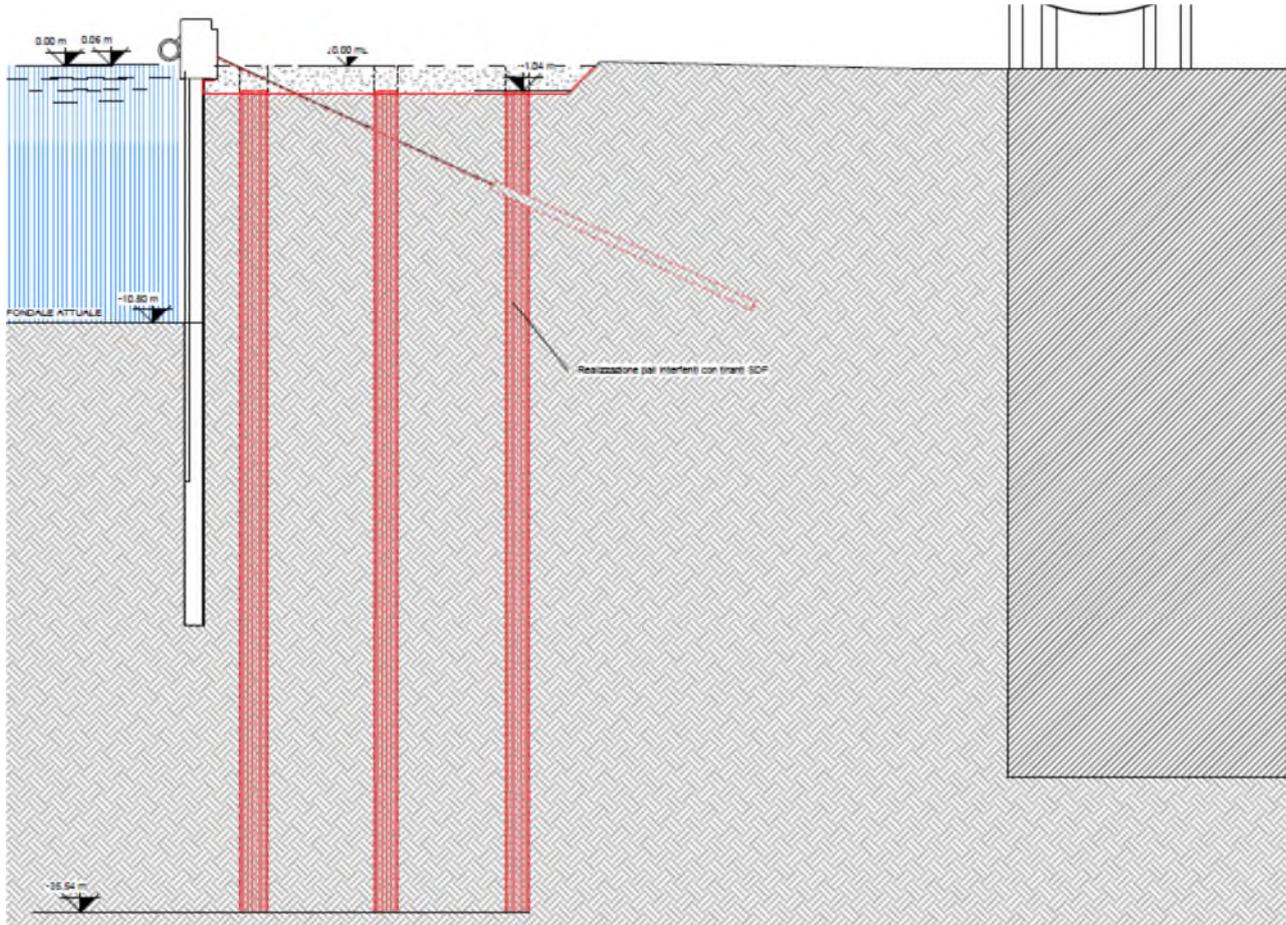
FASE 3

Riempimento con materiale arido per la realizzazione del piano di trivellazione (minimo 5 cm di ricoprimento sopra i ferri del palo).



FASE 4

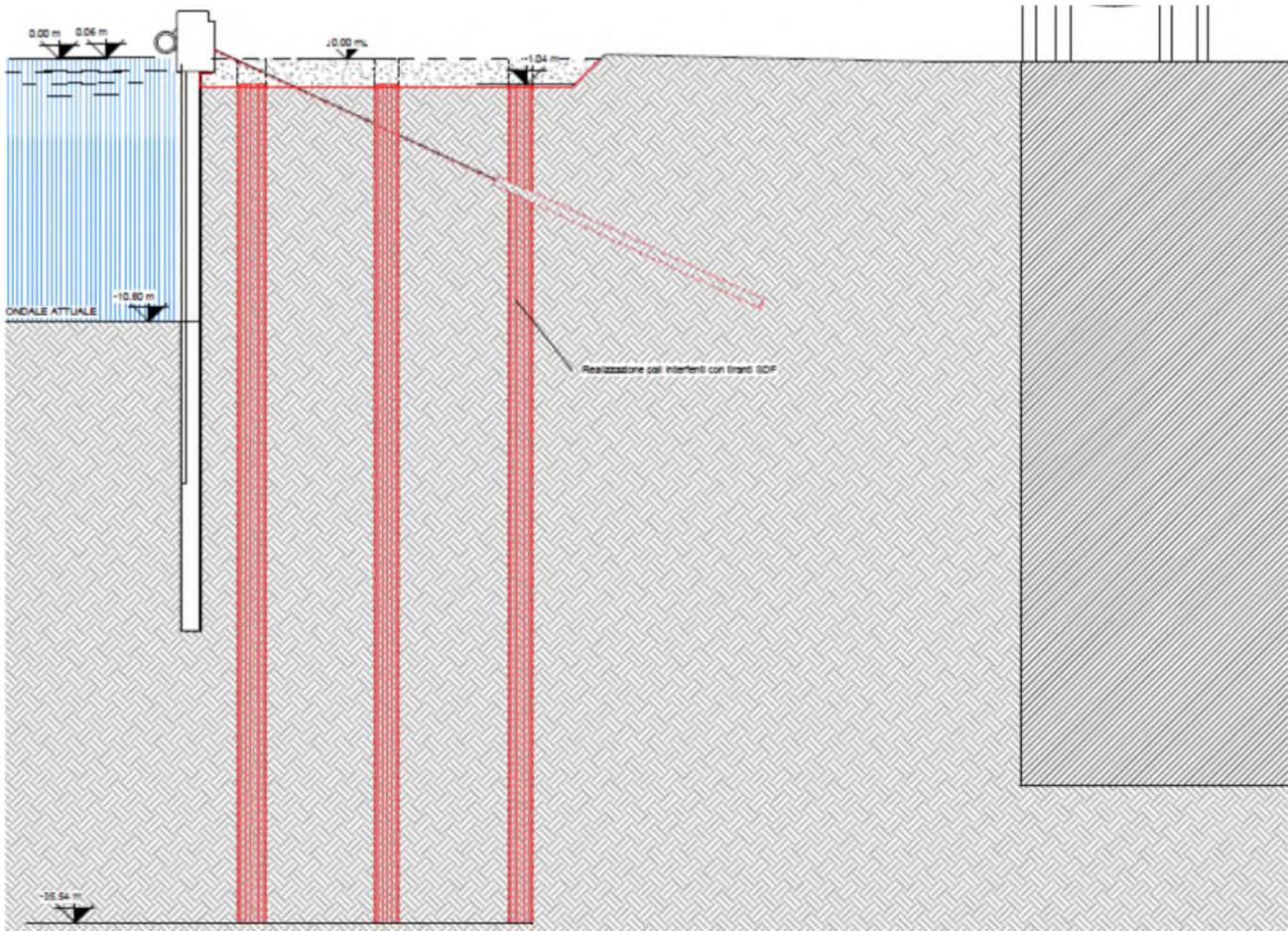
Realizzazione dei nuovi pali trivellati non interferenti con i tiranti esistenti, per non compromettere la stabilità dell'opera. In questa fase sono realizzati n 17 pali, dalla quota -1.04 m a -35.50 m per uno sviluppo complessivo di lunghezza 34.5m.



FASE 5

Realizzazione dei pali di progetto previsti a completamento della precedente operazione al punto 4.

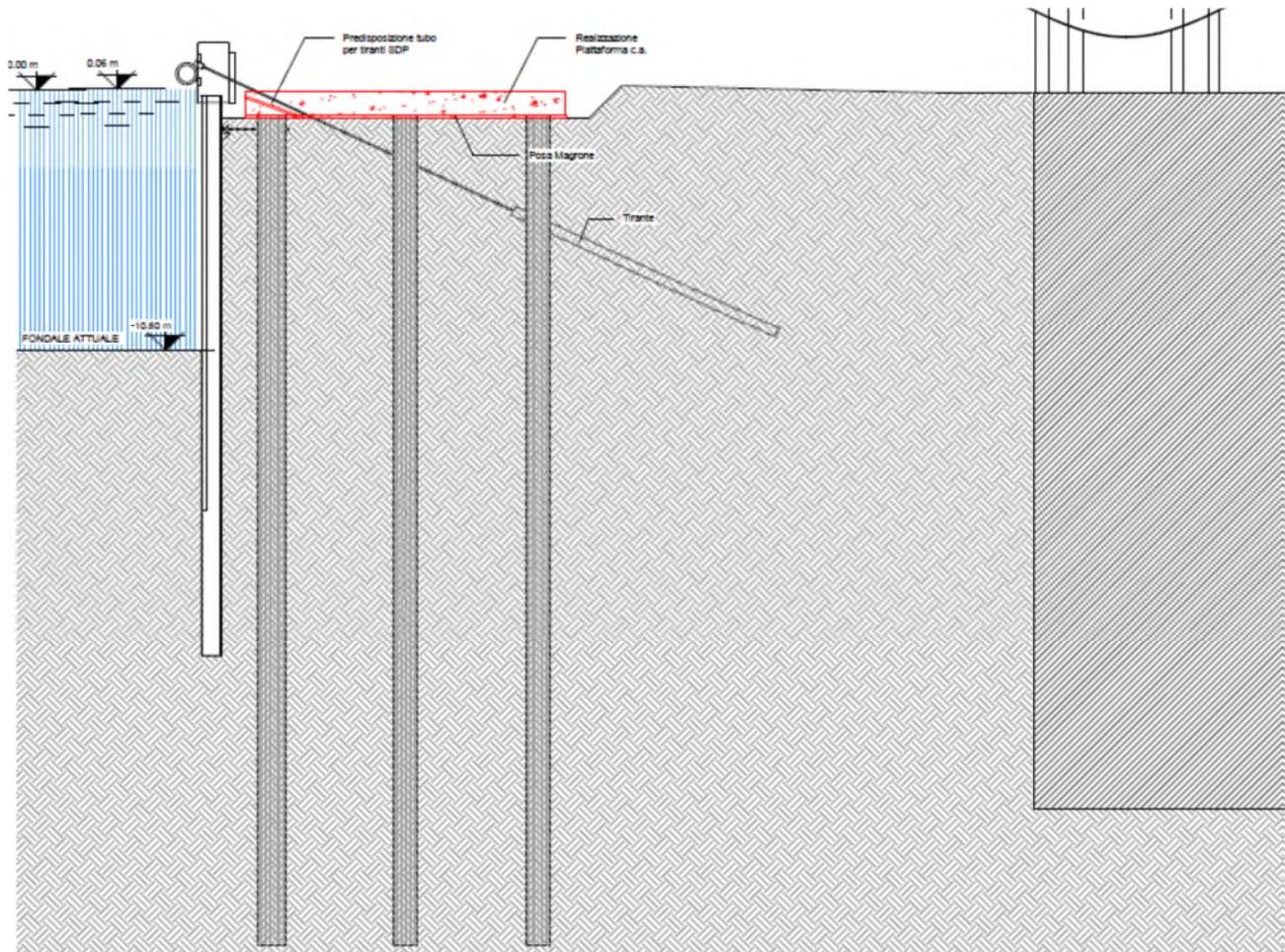
I tiranti che rimangono operativi in questa fase sono n. 39, i tiranti esistenti abbandonati a seguito della trivellazione dei pali sono 17.



FASE 7

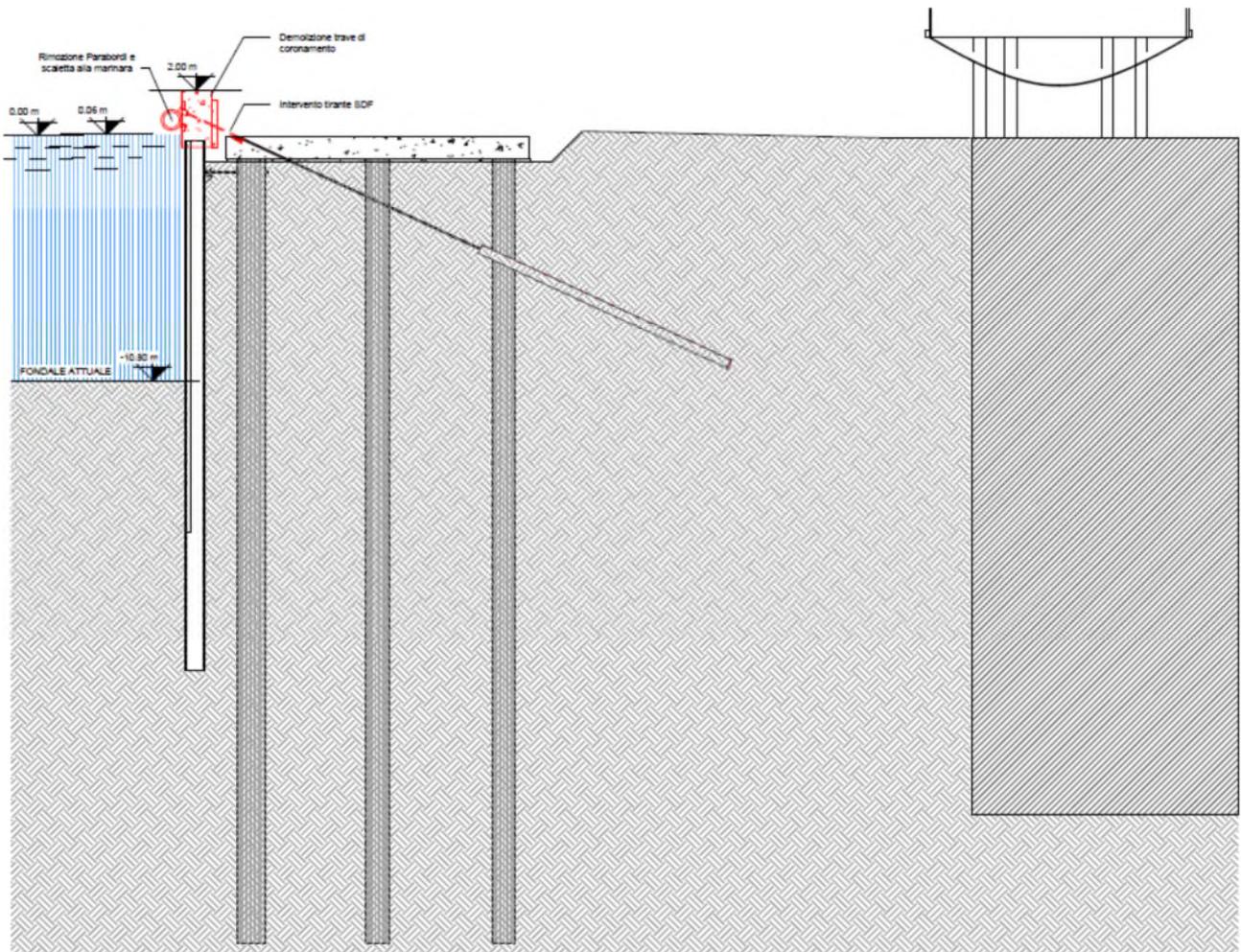
Realizzazione dello strato di calcestruzzo non strutturale di spessore 10 cm.

Predisposizione per il collegamento provvisorio dei tiranti esistenti e per l'istallazione dei nuovi tiranti di progetto ed esecuzione della nuova piattaforma di cemento armato dalla quota - 1.06 m fino alla quota -0.06 m. per uno spessore di 1 m.



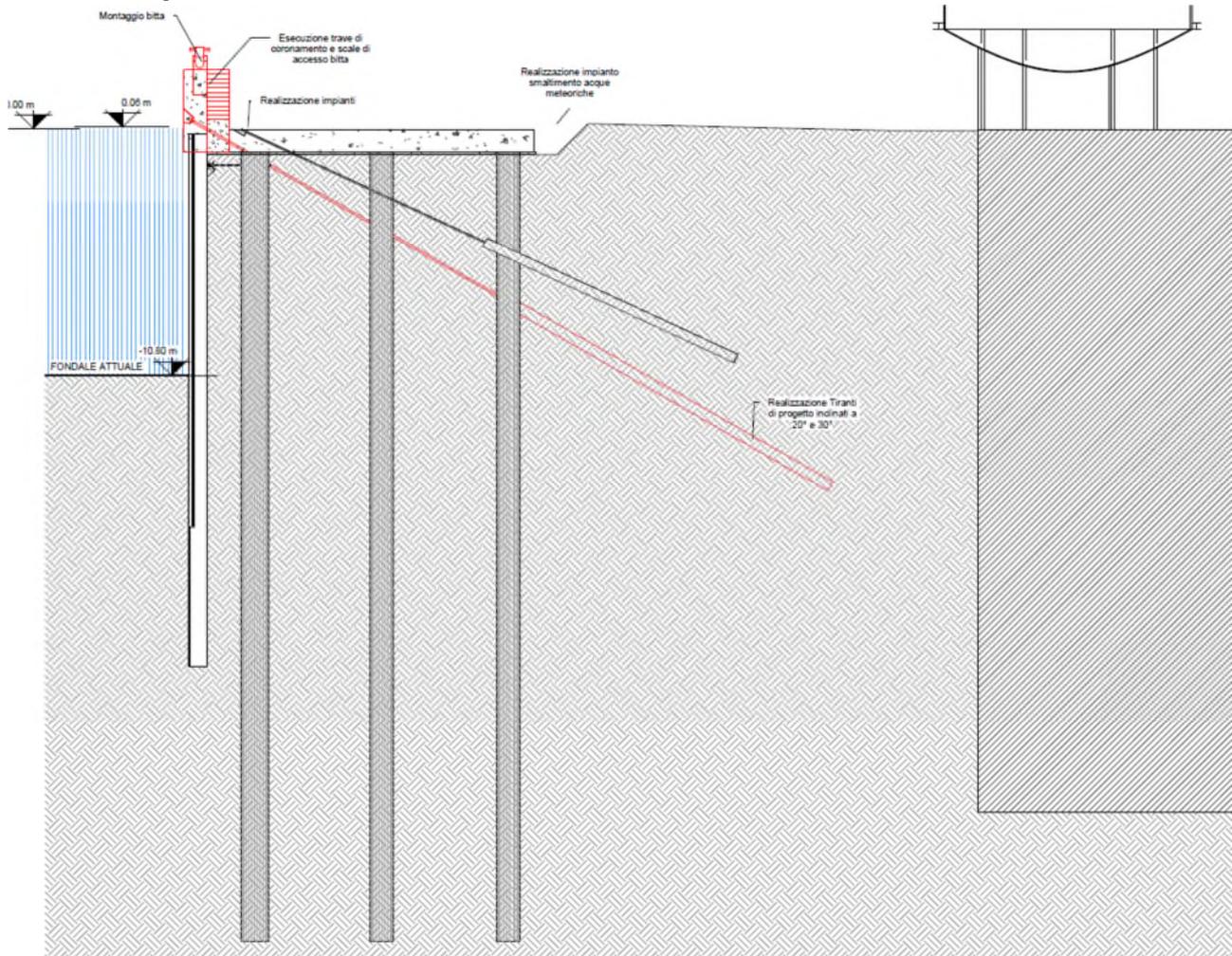
FASE 8

Taglio e ricollegamento provvisorio dei tiranti di ancoraggio esistenti alle nuove strutture: l'operazione va effettuata procedendo singolarmente sui singoli tiranti per assicurare la continuità operativa della banchina. Ricollegamento e tiraggio dei singoli nella nicchia precedente predisposta nella piattaforma in c.a. Demolizione della trave di banchina e di tutti gli arredi ad essa connessa, quali parabordi e scalette alla marinara.



FASE 9

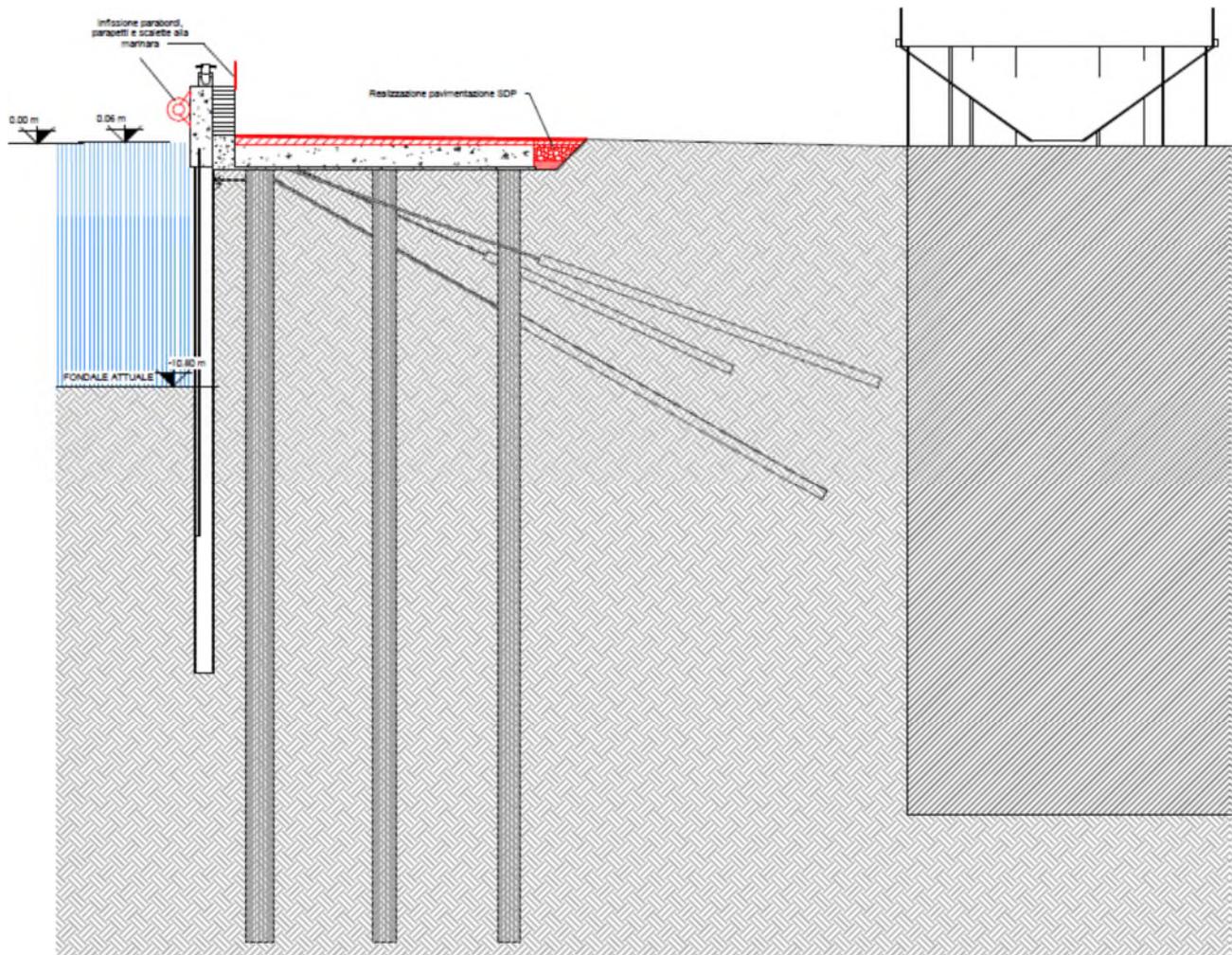
Sistemazione dei casseri per la realizzazione della trave e del collegamento alla platea su pali.
Esecuzione della trave e infissione delle fondazioni della bitta. Inserimento e tesatura del tirante di progetto a maturazione del getto della trave avvenuta.
Realizzazione della rete di smaltimento delle acque meteoriche esternamente alla piattaforma in c.a. e dei cavidotti a tergo banchina.



FASE 10

Riempimento dello scavo con rinterro e misto cementato per la preparazione al fondo del manto stradale.
Realizzazione della pavimentazione composta da calcestruzzo non strutturale e misto cementato, binder e infine realizzazione del tappeto di usura, di spessore e pendenza variabile, per garantire il raccordo della pavimentazione con quella esistente esterna all'area di canterizzazione e con l'adiacente banchina Bunge Nord.

Installazione degli arredi di banchina quali scaletta alla marinara, parabordi e parapetti.



Di seguito si rappresenta il cronoprogramma temporale delle lavorazioni.

BANCHINA BUNGE SUD (BA.B) - cantiere B		MESE 1				MESE 2				MESE 3				MESE 4				MESE 5				MESE 6				MESE 7				MESE 8				MESE 9				MESE 10				MESE 11							
FASI ESECUTIVE	giorni	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
	Totale 330gg																																																
Cantierizzazione	30gg																																																
Smontaggi e rimozione manufatti esistenti	20gg																																																
Attività propedeutiche per mantenimento funzionalità impianti	30gg																																																
Rimozione pavimentazione e realiz. scavo identif. tiranti esistenti	170gg																																																
Esecuzione pali non interferenti (n.20), dismissione tiranti esistenti interf. ed esecuzione pali rimanenti	130gg																																																
Collegamento provvisorio pali con palancoleto esistente	90gg																																																
Scavo e scapitozzatura pali	80gg																																																
Armatura e getto solettone	80gg																																																
Taglio tiranti esistenti e collegamento nuovo solettone e tesatura	80gg																																																
Realizzazione trave di banchina	90gg																																																
Esecuzione nuovi tiranti	80gg																																																
Realizzazione impianti definitivi	50gg																																																
Ripristino pacchetto pavimentazione	50gg																																																
Installazione stazioni di monitoraggio	20gg																																																

11 QUADRO ECONOMICO

Nella seguente tabella sono riassunti i costi previsti per l'intervento.

1) Progetto Esecutivo

IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA		
INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISTE	IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
A) LAVORI		
Lavori a CORPO	4 654 921,53	
BA - BANCHINE	4 654 921,53	
BAB - BANCHINA BUNGE SUD (Cantiere B)	4 654 921,53	
01 - Demolizioni	86 354,54	
001 - Demolizioni opere in c.a.	63 903,83	
002 - Rimozione arredi di banchina	2 176,90	
003 - Demolizione pavimentazioni	20 273,81	
02 - Fondazioni profonde	2 413 692,01	
005 - Pali	1 872 335,01	
009 - Opere di sostegno (tiranti)	541 347,00	
03 - Movimenti terra	12 639,67	
010 - Scavi	12 164,20	
011 - Rinterri	475,47	
05 - Trasporti e conferimenti a discarica	100 737,69	
018 - Trasporti	70 338,24	
019 - Oneri conferimento	30 399,45	
06 - Opere in c.a.	1 787 651,80	
021 - Trave di coronamento	676 249,25	
022 - Piattaforma di banchina	1 111 402,55	
08 - Arredi di banchina	91 448,07	
027 - Arredi di banchina definitivi	91 448,07	
11 - Strade e pavimentazioni	129 972,47	
033 - Pavimentazioni in conglomerati bituminosi	69 071,06	
034 - Pavimentazioni in c.a.	60 901,41	
13 - Monitoraggi	32 435,28	
037 - Stazioni di monitoraggio	32 435,28	
Lavori a MISURA	75 846,80	
BA - BANCHINE	75 846,80	
BAB - BANCHINA BUNGE SUD (Cantiere B)	75 846,80	
03 - Movimenti terra	49 151,95	
010 - Scavi	49 151,95	
05 - Trasporti e conferimenti a discarica	691,58	
018 - Trasporti	526,92	
019 - Oneri conferimento	164,66	
09 - Opere idrauliche	11 072,56	
029 - Impianto smaltimento acque meteoriche	11 072,56	
10 - Impianti elettrici e tecnologici	11 835,56	
032 - Impianti elettrici	11 835,56	
11 - Strade e pavimentazioni	3 095,15	

- 25 -

IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA		
INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISTE	IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
A) LAVORI		
033 - Pavimentazioni in conglomerati bituminosi	3 095,15	
IMPORTO LAVORI Euro		4 730 768,33
Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta Euro	4 730 768,33	
IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA Euro		4 730 768,33

2) Stralcio Lavori a corpo opere aggiuntive per migliorie tecniche

IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA		
INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISTE	IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
A) LAVORI		
Lavori a CORPO	15 820,80	
BA - BANCHINE	15 820,80	
BAB - BANCHINA BUNGE SUD (Cantiere B)	15 820,80	
08 - Arredi di banchina	15 820,80	
027 - Arredi di banchina definitivi	15 820,80	
IMPORTO LAVORI Euro		15 820,80
Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta Euro	15 820,80	
IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA Euro		15 820,80